

Albert Einstein dixit

entre science et engagements

Présenté par Pierre Marage

Université Libre de Bruxelles

Quatrième de couverture :

Albert Einstein fut sans doute le plus grand savant du XX^{ème} siècle.

Il fut aussi le témoin des tragédies qui traversèrent ce siècle, et le porteur d'un idéal humaniste qui continue de nous convoquer.

Celui qui fut désigné par le magazine américain Time, dans son numéro du 31 décembre 1999, comme la « personnalité du siècle » nous le confie : « Il faut partager son temps entre la politique et les équations ». Et il ajoutait : « Mais pour moi, ce sont nos équations les plus importantes ».

Ce livre évoque ce double itinéraire d'Albert Einstein, scientifique et politique, qui le mena notamment en Belgique pour plusieurs étapes mémorables, certaines heureuses, d'autres tragiques.

On y découvre, à côté du savant à l'extraordinaire originalité et de l'anticonformiste qui ne portait pas de chaussettes, un homme engagé, lucide, réaliste, courageux.

Ce livre donne surtout la parole à Einstein lui-même, afin que le lecteur puisse entendre la voix du savant, du penseur, de l'humaniste, – sans complaisance sans simplifications.

Remerciements

Cet ouvrage est publié avec le généreux soutien de l'Université Libre de Bruxelles, à l'occasion de l'Année de la Physique 2005 et de l'exposition « $E = m c^2$ », présentée à Bruxelles de décembre 2005 à mars 2006.

Comment je vois le monde

Comme notre situation est étrange, à nous, enfants de la Terre ! Nous ne faisons que passer. Nous ne savons pas pourquoi nous sommes là, même si parfois nous croyons le sentir. Mais par notre vie de tous les jours, sans qu'il soit besoin de beaucoup réfléchir, nous savons une chose : nous sommes là pour les autres – pour ceux, tout d'abord, dont le sourire et la santé sont la condition de notre propre bonheur, et ensuite pour la multitude des inconnus au sort desquels nous rattache un lien de sympathie. Il me vient chaque jour, à d'innombrables reprises, la pensée que ma vie sociale et intime repose sur le travail des hommes d'aujourd'hui et de ceux qui sont maintenant disparus, et que je dois m'efforcer de donner dans les proportions dans lesquelles j'ai reçu et je reçois encore. (...)

Je ne crois aucunement à la liberté de l'homme au sens philosophique du terme. Chacun de nous agit non seulement sous la contrainte des événements extérieurs, mais également sous l'emprise d'une nécessité intérieure. Le mot de Schopenhauer « L'homme peut faire ce qu'il veut, mais il ne peut pas vouloir ce qu'il veut » m'habite intensément depuis ma jeunesse et, dans le spectacle ou dans l'épreuve des difficultés de la vie, j'y ai toujours trouvé un réconfort et puisé une infinie tolérance. Une telle pensée atténue salutairement le sentiment quelque peu paralysant que nous avons de notre responsabilité et fait que nous ne nous prenons pas nous-mêmes ni les autres trop au sérieux ; il en découle une conception de la vie qui donne en particulier toutes ses chances à l'humour.

La question du sens ou de la finalité de mon existence et de l'existence en général m'a toujours paru, d'un point de vue objectif, dénuée de signification. A cet égard, le plaisir et le bonheur n'ont jamais constitué à mes yeux une fin en soi (...). Mes idéaux à moi, ceux qui ont toujours éclairé mes pas et aiguisé mon appétit et ma joie de vivre, s'appellent bonté, beauté et vérité. (...)

Mon idéal politique est la démocratie. Chacun doit être respecté dans sa personne et nul ne doit être idolâtré. Une ironie du sort a voulu que l'on m'ait voué une admiration et un respect exagérés. (...) Je sais fort bien que, pour que réussisse l'organisation d'une entreprise humaine, il faut quelqu'un qui pense, ordonne et assume globalement la responsabilité. Mais ceux qui sont dirigés ne doivent pas être contraints, ils doivent pouvoir choisir leurs dirigeants. Je ne peux pas imaginer un régime autocratique, reposant sur la contrainte, qui ne dégénère en un temps bref. Car la violence attire inévitablement les êtres de peu de moralité et c'est une loi, me semble-t-il, que les despotes de génie ont pour successeurs des crapules. C'est la raison pour laquelle je me suis toujours farouchement opposé à des systèmes tels que ceux que nous connaissons aujourd'hui [1930] en Italie et en Russie. (...) A mon sens, la seule véritable valeur que renferme la société humaine réside non dans l'Etat mais dans l'individu doué de pouvoir créateur et de sensibilité, dans la personnalité : elle seule produit ce qui est noble et sublime, tandis que la foule, en tant que telle, reste stupide et insensible.

Voilà qui m'amène à parler de la pire émanation du grégarisme : l'armée, que j'exècre. Si quelqu'un peut prendre plaisir à marcher en rangs aux sons d'une musique, cela suffit pour que je le méprise : c'est par erreur qu'il a reçu un cerveau, puisque sa moelle épinière lui suffirait amplement. Nous devrions nous débarrasser au plus vite de cette tare de la civilisation. L'héroïsme sur ordre, la violence sans raison et le déplorable patriotardisme, avec quelle ardeur je les hais, comme la guerre me paraît vulgaire et méprisable ! (...)

La plus belle expérience que nous puissions faire, c'est celle du mystère de la vie. C'est le sentiment originel dans lequel tout art et toute science véritables plongent leurs racines. Quand on ne le connaît pas, quand on ne sait plus s'étonner, être émerveillé, c'est comme si l'on était mort, le regard éteint. L'expérience du mystérieux – même mêlée de crainte – a également donné naissance à la religion. Ce que nous savons de l'existence d'une réalité impénétrable, des manifestations de la raison la plus profonde et de la beauté la plus éclatante, qui ne sont accessibles à la raison humaine que dans leurs formes les plus

primitives, ce savoir et cette intuition nourrissent le vrai sentiment religieux ; en ce sens, et seulement en ce sens, je puis me considérer comme un esprit profondément religieux. Je n'arrive pas à me représenter un Dieu qui récompense et punisse ses créatures, et qui possède une volonté analogue à celle que nous nous connaissons à nous-mêmes. Je ne peux pas davantage ni ne veux imaginer un individu qui survive à sa mort corporelle ; je laisse aux âmes faibles de telles pensées, dont elles se bercent par crainte ou par un égoïsme ridicule. Il me suffit, quant à moi, de songer au mystère de l'éternité de la vie, d'avoir la conscience et l'intuition de la merveilleuse construction de ce qui est, et de m'efforcer humblement de comprendre une parcelle, si minime soit-elle, de la raison qui se manifeste dans la nature.

(1930, Comment je vois le monde, SEP 54-57)

Les années de formation

C'est le 14 mars 1879, quelques années après l'unification allemande réalisée par Bismarck, qu'Albert Einstein naquit à Ulm, dans une famille de la petite bourgeoisie juive qui s'établit bientôt à Munich. Il était le fils de Hermann Einstein (1847-1902) et de Pauline Koch (née en 1858 et décédée chez son fils à Berlin en 1920). Hermann fut associé sans beaucoup de succès à différentes entreprises industrielles. Le frère de Pauline, Caesar (1854-1941), s'établit à Anvers comme marchand de grain vers 1890 ; il apporta à Albert un soutien financier lors de ses années d'étude à Aarau et à Zurich. Albert eut une sœur cadette, Maria (« Maja »), née en 1881 et décédée en 1951 après avoir passé les douze dernières années de sa vie auprès de son frère à Princeton.

On raconte sur l'enfance d'Einstein diverses anecdotes, rapportées notamment par Maja. Ce qui est sûr, c'est que le jeune garçon était d'un tempérament concentré, qu'il fut très tôt intéressé par les sciences, et qu'il était d'un esprit indépendant. La famille n'était guère religieuse, et le jeune Albert commença par fréquenter l'école primaire catholique, avant de recevoir des éléments d'éducation religieuse judaïque. Bien plus tard, il racontera que, s'il connut vers l'âge de douze ans une crise de mysticisme, la véritable révélation fut bientôt pour lui celle des sciences, à travers la lecture d'Euclide puis de traités de physique. A partir de l'âge de six ans, Einstein reçut aussi des leçons de violon, mais il ne fit de réels progrès que quand il s'y appliqua tout seul, durant son adolescence.

C'est sans doute dans ces années de jeunesse que commença à se construire chez Einstein cette haute spiritualité qui devait toujours l'habiter – une spiritualité qui transcendait Eglises et religions, mais en laquelle le savant voyait le souffle qui anime la science et l'art.

La découverte des sciences

Bien qu'élevé par des parents (juifs) ne se souciant guère de religion, je fus animé d'une profonde piété, qui cessa toutefois brusquement dès l'âge de douze ans. En lisant des ouvrages de vulgarisation scientifique, je fus bientôt convaincu qu'une bonne part des récits de la Bible ne pouvait être vraie. Il s'ensuivit une poussée presque fanatique de libre pensée, associée à l'impression que l'Etat trompe sciemment la jeunesse – impression accablante. Cette expérience fit naître en moi un sentiment de méfiance à l'égard de toute forme d'autorité et une attitude de scepticisme à l'encontre des convictions répandues dans les différents milieux sociaux, attitude qui ne m'a plus quitté depuis, même si par la suite elle perdit de son intransigeance première en raison d'une meilleure compréhension des relations de cause à effet.

Il me paraît clair que le pieux paradis de ma jeunesse ainsi perdu constituait une première tentative pour me libérer des chaînes d'un « univers exclusivement personnel » et d'une existence dominée par les désirs, les espoirs et des sentiments primitifs. Il y avait là, au-dehors, le vaste monde qui existe indépendamment des hommes et se dresse devant nous comme une énigme, grande et éternelle, mais partiellement accessible à notre perception et à notre réflexion. La contemplation de ce monde était comme la promesse d'une libération, et je me rendis bientôt compte que bien des hommes que j'avais appris à estimer et à admirer avaient trouvé liberté intérieure et certitude en s'y consacrant. L'appréhension intellectuelle, dans le cadre des possibilités qui s'offrent à nous, de ce monde extérieur à notre propre personne m'apparaissait plus ou moins consciemment comme le but suprême à atteindre. Les hommes d'hier et d'aujourd'hui qui partageaient ce point de vue, ainsi que les connaissances qu'ils avaient acquises, étaient pour moi des amis que je ne perdrais jamais. Le chemin qui mène à ce paradis n'était pas aussi aisé ni aussi séduisant que celui du paradis religieux ; il s'est cependant révélé sûr et je n'ai jamais regretté de l'avoir choisi.

(1949, Notes autobiographiques, SEP 20)

En 1894, les affaires de Hermann Einstein conduisent la famille à s'établir à Pavie, alors qu'Albert est supposé rester à Munich pour poursuivre ses études. Contrairement à la légende, le jeune Albert Einstein n'est pas mauvais élève, mais il déteste le système scolaire allemand. Et au printemps 1895, il abandonne le lycée pour rejoindre ses parents en Italie. Après un séjour de quelques mois qui l'enchantent, il les convainc de le laisser gagner la Suisse pour entreprendre des études d'ingénieur à la fameuse Ecole Polytechnique fédérale de Zurich (l'ETH). Outre le rejet du système scolaire, il semble que l'horreur éprouvée à la perspective d'un service militaire dans l'armée prussienne ait également conduit Einstein en Suisse. A seize ans, il renonce à la nationalité allemande et devient apatride.

La religiosité cosmique

L'homme éprouve l'inanité des désirs et des buts humains et le caractère sublime et merveilleux de l'ordre qui se révèle dans la nature ainsi que dans le monde de la pensée. Il ressent son existence individuelle comme une sorte de prison, et il veut vivre la totalité de ce qui est comme quelque chose ayant une unité et un sens. (...)

Les génies religieux de tous les temps ont été distingués par cette religiosité cosmique, qui ne connaît ni dogmes ni Dieu pensé à l'image de l'homme. Il ne peut donc y avoir d'Eglise qui fonderait son enseignement sur la religiosité cosmique. C'est ainsi que l'on trouve, précisément parmi les hérétiques de tous les temps, des hommes qui ont été remplis de cette religiosité suprême et que leurs contemporains ont souvent pris pour des athées, mais parfois aussi pour des saints. Vus sous cet angle, des hommes comme Démocrite, saint François d'Assise et Spinoza sont très proches les uns des autres.

Comment cette religiosité cosmique peut-elle être transmise d'un individu à l'autre si elle ne peut conduire à un concept en forme de Dieu et à une théologie ? Il me semble que c'est la fonction la plus importante de l'art et de la science d'éveiller ce sentiment chez ceux qui sont susceptibles de l'accueillir et de le maintenir vivant.

Nous aboutissons ainsi à une conception des rapports entre la science et la religion qui est tout à fait différente de la conception habituelle. Lorsque l'on considère l'histoire, on est en effet enclin à tenir la science et la religion comme deux réalités irréconciliables. (...) On a reproché à la science de saper la morale, certainement à tort. Le comportement éthique des hommes peut, de façon efficace, être fondé sur la pitié, l'éducation et les liens sociaux et peut se passer de fondement religieux. Ce serait bien triste si les hommes devaient être matés par la peur de la punition et l'espoir d'une récompense après la mort.

Il est donc aisé de comprendre que les Eglises aient, depuis toujours, combattu la science et poursuivi ses adeptes. Mais j'affirme, d'autre part, que la religiosité cosmique est le mobile le plus fort et le plus efficace de la recherche scientifique. Seuls ceux qui ont mesuré les terribles efforts et surtout le dévouement sans lesquels les théories scientifiques révolutionnaires n'auraient pu être créées peuvent mesurer la force du sentiment à partir duquel peut seul se réaliser un tel travail, sans lien avec la vie pratique immédiate.

(mars 1930, Article pour le Berliner Tageblatt, SEP 155-6)

A l'automne 1895, Einstein échoue à l'examen d'entrée à l'ETH. Il impressionne cependant certains des examinateurs, dont le professeur de physique ; il avait d'ailleurs acquis par lui-même de solides notions de mathématiques, notamment d'analyse. Einstein consacre alors l'année à terminer, dans une ambiance heureuse, ses humanités à l'école cantonale d'Aarau, accueilli sous le toit de l'humaniste Jost Winteler, directeur de l'école. La fille de Winteler, Anna Barbera, épousera en 1904 le fidèle ami d'Einstein Michele Besso, tandis que son fils Paul épousera Maja en 1910.

Par son esprit libéral et par le sérieux sans prétention de ses professeurs qui n'avaient recours à aucune forme d'autorité extérieure, cette école a laissé en moi une impression inoubliable. La comparaison avec six années d'instruction dans un lycée allemand au régime autoritaire m'a permis de prendre pleinement conscience de l'incomparable supériorité d'une éducation qui cherche à rendre l'élève libre et responsable de ses actes

par rapport à une éducation qui ne s'appuie que sur le dressage, l'autorité extérieure et l'ambition. La véritable démocratie n'est pas une vaine chimère.

(1955, Esquisse autobiographique pour le centenaire de la fondation de l'ETH, SEP 14)

Les objectifs de l'enseignement

Je voudrais m'inscrire en faux contre la conception qui assigne comme tâche immédiate à l'école d'enseigner les connaissances et les compétences particulières qui seront plus tard d'une utilité immédiate dans la vie. Les exigences de la vie sont beaucoup trop multiples pour permettre d'envisager que l'école puisse assurer une formation aussi spécialisée. Il me semble de plus absolument inacceptable de traiter l'individu comme un instrument sans vie. L'école doit toujours s'efforcer de faire en sorte que celui qui la quitte soit un homme à la personnalité harmonieuse, plutôt qu'un spécialiste. Cela vaut à mon avis, d'une certaine façon, aussi pour les écoles professionnelles dont les élèves devront s'orienter vers des métiers bien précis. C'est le développement de l'aptitude générale à penser, juger et travailler de façon autonome qui doit toujours rester au premier plan des préoccupations, et non l'acquisition de connaissances spécialisées.

(oct. 1936, Discours prononcé pour le tricentenaire du Education Office de l'Etat de New York, SEP 208)

Accepté l'année suivante à l'ETH dans la filière de formation des enseignants, Einstein en sort diplômé en juillet 1900. En 1901, après avoir économisé pendant plusieurs années pour payer les droits, il acquiert la nationalité suisse, dont il ne se défera jamais (en Suisse, il échappa au service militaire pour des raisons médicales).

A Zurich, l'étudiant Einstein passe peu de temps à fréquenter les cours, mais il travaille beaucoup seul, « *avec ardeur et passion* » (Esquisse autobiographique, SEP 14) au laboratoire de physique, et il « *étudie les maîtres de la physique théorique avec une sainte ferveur* » (ibid.) : Helmholtz, Maxwell, Boltzmann, Kirchoff, Hertz (ces deux derniers ont tenté de construire la mécanique sans recourir au concept mal défini de force). Parmi ses professeurs figure Hermann Minkowski (1864-1909), qui jouera en 1907 un rôle de premier plan dans la mise en forme mathématique de la Relativité restreinte, mais dont les enseignements ne semblent guère avoir profité sur le coup au jeune étudiant.

Einstein est « *une sorte de vagabond, un original* » (ibid., SEP 15), mais il se lie d'une solide amitié avec son condisciple Marcel Grossmann (1878-1936), avec qui il conduit « *chaque semaine, en grande cérémonie* » une discussion approfondie « *sur toutes les choses qui peuvent intéresser des jeunes gens qui n'ont pas les yeux dans leurs poches* », et qui lui prête pour les examens ses excellentes notes de cours, « *une véritable bouée de sauvetage* » (ibid.). Grossmann jouera encore plus tard un rôle important dans la vie d'Einstein : c'est son père qui recommanda en 1902 le jeune Albert au directeur du Bureau des Brevets de Berne pour son premier emploi, une intervention pour laquelle Einstein lui fut toujours reconnaissant ; et dans les années 1910, Einstein et Grossmann entretenirent une étroite collaboration portant sur le formalisme mathématique de la théorie de la Relativité générale.

A Zurich, Einstein fait la connaissance en 1896, lors de soirées musicales, de Michele Besso (1873-1955), un ingénieur suisse brillant et éclectique, qui restera toujours son confident et avec lequel il échangera une correspondance abondante portant tant sur les préoccupations familiales que sur les questions scientifiques, politiques et philosophiques.

Au début du XX^{ème} siècle, Zurich était l'une des villes les plus cosmopolites d'Europe, qui attirait des étudiants de toutes les nationalités (il y avait avec Einstein en deuxième année à l'ETH quatre suisses, deux américains et une citoyenne de l'empire austro-hongrois), ainsi qu'une brillante intelligentsia en exil, parmi laquelle figura Lénine lui-même. C'est ainsi qu'Einstein se lia également d'amitié à Zurich avec le jeune physicien autrichien Frédéric Adler (1879-1960), le fils du grand dirigeant social-démocrate Victor Adler. Proposé en 1909 pour un poste définitif de professeur à l'université de Zurich, Adler insistera pour qu'il soit plutôt attribué à Einstein. Pacifiste ardent et

militant de la gauche socialiste, Adler assassina en 1916 le premier ministre autrichien et fut condamné à mort avant d'être amnistié en 1918. Einstein s'engagea vigoureusement dans sa défense.

Parmi les condisciples du jeune Albert Einstein à l'ETH figurait également une étudiante serbe, Mileva Maric (1875-1948). Il faut se représenter la force de caractère nécessaire à une jeune femme originaire des régions périphériques de l'Europe – comme une autre Marie Curie –, pour affronter non seulement des études dans un pays étranger, mais aussi la suprématie masculine absolue qui régnait alors sur l'université. Après avoir longtemps refusé, Hermann Einstein consentit sur son lit de mort au mariage d'Albert et Mileva, qui eut lieu en janvier 1903. Albert Einstein trouva en son épouse, comme en témoigne leur correspondance, une interlocutrice scientifique de premier ordre – même si elle est parfois instrumentalisée aujourd'hui pour tenter de dévaloriser l'œuvre d'Einstein lui-même.

Les Einstein eurent deux fils. Hans Albert, né en 1904 et décédé en 1973, fut diplômé de l'ETH de Zurich et émigra aux Etats-Unis en 1938, où il fut professeur de génie hydraulique à Berkeley ; il eut un fils, Bernhard Caesar, né en 1930. Son frère Eduard, né en 1910 et décédé en 1965, était sensible et artiste mais, atteint de schizophrénie, il dut être interné. Il semble que, avant la naissance de Hans Albert, les Einstein aient eu également une petite fille, tôt disparue et dont on ignore presque tout.

Albert et Mileva se séparèrent en 1914, peu après la nomination d'Einstein à Berlin. Dès lors, bien qu'Einstein continuât de se soucier de la mauvaise santé de sa femme et de sa situation matérielle, notamment dans les conditions pénibles de la guerre et de l'après-guerre (conformément à leur convention de divorce, il lui céda le bénéfice de son prix Nobel), leurs relations furent difficiles. Quelques années après son décès, Einstein écrivit :

Cela assombrit mes relations avec mes deux garçons, auxquels j'étais tendrement attaché. Cet aspect tragique de ma vie persista jusqu'à un âge avancé.

(cité in PAIS 297)

Sa correspondance avec Besso – qui s'occupa assidûment de Mileva et de ses fils – permet d'entrevoir l'importance qu'ils revêtaient pour Einstein, et aussi, de manière sourde mais poignante, son sentiment d'impuissance face à leurs attentes, particulièrement face à la maladie d'Eduard.

En 1917, après plusieurs années de travail acharné, d'une intensité difficilement imaginable, pour construire la théorie de la Relativité générale, Einstein tomba gravement et durablement malade. Il fut soigné à Berlin par sa cousine germaine Elsa, née en 1876, qui était veuve. Einstein l'épousa en 1919, une fois le divorce avec Mileva prononcé.

L'un des aspects paradoxaux de la personnalité d'Einstein réside dans le contraste entre son infinie bienveillance pour l'humanité dans son ensemble, et ce qui apparaît parfois comme sa difficulté à côtoyer les humains « réels » :

Mon sens exacerbé de la justice et des obligations sociales a toujours formé un singulier contraste avec une absence prononcée de besoins de contacts humains et d'insertion dans la communauté. Je suis véritablement un solitaire, qui ne s'est jamais senti appartenir de toute son âme à un Etat, une patrie, un cercle d'amis, et pas même à sa famille la plus étroite ; au contraire, de tels liens n'ont jamais cessé de m'inspirer un sentiment d'étrangeté et un désir de solitude, qui ne font que s'accroître avec l'âge.

(1931, Comment je vois le monde, SEP 55)

Mais la fixation obsessionnelle sur sa propre vie intérieure n'est-elle pas le propre du génie ? A Besso, il écrira vers la fin de sa vie :

Je persiste à croire que tu aurais pu faire éclore des idées de valeur dans le domaine scientifique si tu avais été assez monomaniacque. Un papillon n'est pas une taupe, mais aucun papillon ne doit le regretter.

(janv. 1948, Lettre à Michele Besso, BESS 393)

Einstein ne nous parle-t-il pas de lui-même autant que de Besso ?

Le jeune savant

Le premier texte scientifique d'Albert Einstein fut une lettre sur l'électromagnétisme, qu'il adressa à seize ans à son oncle Caesar d'Anvers.

Plus marquante fut la fameuse « expérience de pensée » qu'il conçut alors qu'il était élève à Aarau :

Si l'on poursuit une onde lumineuse à la vitesse de la lumière, on se trouve face à un champ d'ondes indépendant du temps. Mais il n'existe, semble-t-il, rien de tel. C'est ainsi que je fis, tout jeune, la première expérience de pensée concernant la théorie de la relativité restreinte. L'invention n'est pas l'œuvre de la pensée logique, même si le produit final est inséparable d'une mise en forme logique.

(1955, Esquisse autobiographique préparée pour le centenaire de l'ETH, SEP 14)

Au terme de ses études, ne parvenant pas à obtenir un poste d'assistant universitaire et après être resté plusieurs mois sans emploi ou à donner des leçons, Einstein obtint en juin 1902 un poste d'« expert technique de troisième classe » à l'« Office suisse pour la défense de la propriété intellectuelle », à Berne.

Il se lia bientôt avec le philosophe roumain Maurice Solovine (1875-1978), qui avait répondu à une annonce d'Einstein proposant des cours particuliers de physique et qui traduisit plus tard ses œuvres en français, et avec le mathématicien Conrad Habicht (1876-1958), qu'il avait connu comme collègue dans une école secondaire où il avait donné des cours. Ils formèrent un cercle étroit d'amis, l'« Académie Olympia », « finalement moins puérile que les Académies respectables que nous avons connues plus tard » (nov. 1948, Lettre à Solovine, SOLO 91). Ils y lisaient et commentaient soigneusement Spinoza, Hume, Mach, Poincaré (*La Science et l'hypothèse*), et aussi Sophocle, Racine, Cervantès...

L'« Académie » fut dissoute en 1904 quand Habicht et Solovine quittèrent Berne. Mais bientôt Einstein put faire entrer Besso au Bureau des Brevets, où il fut employé de 1904 à 1908. Ensemble, ils avaient chaque jour de longues conversations sur le chemin de retour du bureau, et l'esprit aiguisé de Besso contribua notablement à aider Einstein à préciser ses pensées. Einstein le remercia dans son article sur la Relativité restreinte en 1905 :

En conclusion, je tiens à dire que, lorsque je travaillais à la solution des problèmes traités ici, le soutien de mon ami et collègue M. Besso ne m'a jamais manqué et que je lui suis redevable d'une stimulation précieuse.

(juin 1905, Sur l'électrodynamique des corps en mouvement, REL 58)

C'est pendant cette période bernoise qu'Einstein réalisa les découvertes qui devaient faire de lui l'un des plus grands physiciens de tous les temps, et il en restera toujours reconnaissant au directeur du Bureau, Friedrich Haller, qui l'avait engagé malgré la faiblesse de ses connaissances techniques :

C'est ainsi que de 1902 à 1909, période durant laquelle mon activité fut la plus productive, je fus délivré de tout souci matériel. Indépendamment de cela, ce fut pour moi une véritable bénédiction que de travailler à la rédaction définitive de brevets techniques. Ce travail m'obligeait à exercer mon esprit dans des domaines variés, tout en m'offrant largement de quoi stimuler ma réflexion en physique.

Avoir une activité professionnelle concrète est finalement une bénédiction pour quelqu'un comme moi. En effet, les exigences de la carrière universitaire sont telles que les jeunes chercheurs doivent produire une quantité impressionnante d'articles scientifiques. C'est là une incitation à la superficialité à laquelle seules de très fortes personnalités peuvent résister. De plus, la plupart des activités professionnelles pratiques sont telles que n'importe qui de normalement doué peut réaliser ce qu'on attend de lui. Son existence quotidienne n'est pas soumise aux aléas d'une inspiration particulière. S'il ressent un intérêt plus profond pour les sciences, il peut toujours, en marge du travail qui lui est

imposé, se consacrer à ses chères études. Il n'est pas obligé de vivre dans la crainte de voir ses efforts rester sans résultats.

(1955, Esquisse autobiographique préparée pour le centenaire de l'ETH, SEP 15-16)

*

* *

L'année 1905 fut pour Einstein ce qu'avait été pour Newton l'année 1666 : *l'annus mirabilis*, l'année merveilleuse où s'enchaînent coup sur coup les découvertes les plus mémorables.

Pour mesurer les contributions d'Einstein durant cette année fameuse, il faut se remettre en mémoire l'état de la physique à l'époque.

La physique du XIX^{ème} siècle reposait sur deux piliers qui semblaient inébranlables : la mécanique et l'électromagnétisme. La mécanique, exposée sous une forme achevée par Newton (1642-1727) dans les *Principia Mathematica* en 1687, constituait la science « par excellence ». Non seulement elle avait remporté depuis deux siècles d'immenses succès, notamment dans le domaine céleste, mais ses bases épistémologiques faisaient d'elle le modèle de toutes les sciences : elle se fondait d'une part sur la méthode expérimentale inaugurée par Galilée, et d'autre part sur les mathématiques les plus avancées de l'époque, notamment le calcul différentiel et intégral inventé par Newton lui-même. Pour sa part, la synthèse de l'électricité, du magnétisme et de la lumière réalisée vers 1865 par James Clerk Maxwell (1831-1879) rendait compte des découvertes expérimentales du XIX^{ème} siècle, rendues possibles par de nombreux développements techniques. A côté des particules électrisées de matière, l'électromagnétisme de Maxwell reposait sur le concept de « champ », introduit par le génial expérimentateur que fut Michael Faraday (1791-1867).

Le XIX^{ème} siècle avait vu également l'apparition d'une nouvelle science, la thermodynamique, dont le point de départ était la description des lois auxquelles obéissent les machines, et notamment les machines à vapeur. Cette théorie repose sur deux principes : l'impossibilité du mouvement perpétuel, et l'impossibilité du transfert spontané de chaleur d'un corps froid vers un corps chaud ; elle avance deux nouveaux concepts : l'énergie, qui se conserve, et l'entropie, qui augmente dans un système isolé.

Enfin, de plus en plus de physiciens et de chimistes se rallièrent progressivement au cours du siècle à l'hypothèse atomiste, avancée par John Dalton (1766-1844) dès 1805. Cette théorie rencontra de fortes oppositions, fondées sur des arguments non seulement scientifiques mais aussi épistémologiques, rejetant le recours à des entités, les atomes, considérées comme purement « métaphysiques » car inobservables. L'atomisme ne triomphera que vers les années 1910, suite à de nombreux travaux auxquels Einstein contribua de manière importante. Une interprétation atomiste de la thermodynamique, la mécanique statistique – qui constitue aujourd'hui l'une des approches les plus fructueuses de la description physique de la nature – fut proposée par Ludwig Boltzmann (1844-1906), mais elle faisait encore vers 1900 l'objet d'oppositions virulentes.

Le grand physicien William Thomson (Lord Kelvin, 1824-1907) avait cru pouvoir déclarer : « *Dans tous les grands domaines, la physique forme un ensemble harmonieux, un ensemble pratiquement complet.* » Il ajouta cependant (nous sommes en 1904) : « *La beauté et la clarté de la dynamique est cependant obscurcie par deux nuages* » (Baltimore Lecture, 1904). Le premier « nuage » trouvait son origine dans les résultats négatifs des expériences visant à détecter le mouvement de la Terre à travers l'« éther luminifère », supposé porter les ondes lumineuses et électromagnétiques – ce sera le point de départ de la théorie de la relativité restreinte. Le second « nuage » était dû aux caractéristiques du rayonnement lumineux des corps en fonction de la température, en particulier pour le plus simple d'entre eux, le « corps noir » – ce sera le point de départ de la théorie des quanta.

C'est dans ces deux directions qu'allait s'illustrer un employé de troisième classe du Bureau des Brevets de Berne, diplômé de l'Ecole Polytechnique de Zurich, un certain Albert Einstein. Le jeune savant était résolument atomiste, et il maniait avec habileté la thermodynamique et la mécanique

statistique, ainsi que le montrent plusieurs articles publiés avant 1905 et qui servirent en quelque sorte de banc d'essai à sa pensée.

Mais c'est en 1905, à 26 ans, qu'il fournit coup sur coup une série de contributions mémorables.

*

* *

Dans l'ordre chronologique, qui n'est pas sans importance, le premier de cette série d'articles, terminé le 17 avril et publié dans la revue *Annalen der Physik*, est intitulé « *Un point de vue heuristique concernant la production et la transformation de la lumière* ». Einstein s'y déclare insatisfait du contraste entre la nature continue attribuée au rayonnement et la nature atomiste de la matière, et il argumente de la manière suivante :

De fait, il me semble que les observations portant sur le « rayonnement noir », la photoluminescence, la production de rayons cathodiques par la lumière violette [l'effet photoélectrique], et d'autres classes de phénomènes concernant la production ou la transformation de la lumière, apparaissent comme plus compréhensibles si l'on admet que l'énergie de la lumière est distribuée de façon discontinue dans l'espace.

(avril 1905, Un point de vue heuristique concernant la production et la transformation de la lumière, QUANT 40)

Cet article marque la deuxième étape fondatrice de ce qui allait devenir la théorie la plus révolutionnaire de la physique du XX^{ème} siècle, la mécanique quantique. Einstein y reprenait les travaux de Planck sur le rayonnement du corps noir, datant de 1900. Max Planck (1858-1947) avait alors montré que, pour se conformer aux observations, il fallait que ce rayonnement soit émis par « paquets » d'énergie (les *quanta*), et non de manière continue, l'énergie de quantum étant définie par sa fréquence ν (reliée à la couleur du rayonnement) et par une grandeur fondamentale de la nature, la « constante de Planck » h : $E = h \nu$.

Cette approche permettait seule d'éviter l'impasse à laquelle menaient les travaux basés sur la théorie électromagnétique classique : pour celle-ci, le rayonnement étant émis de manière continue, toutes les longueurs d'onde sont permises, même les plus courtes (c'est la « catastrophe ultraviolette »). Il faudrait donc en principe fournir une énergie infinie pour élever d'un seul degré la température d'un corps ; autrement dit encore, la personne qui regarderait par un petit trou à l'intérieur d'un four devrait être volatilisée par une bouffée de chaleur infinie !

Pour sa part, Einstein utilisait la mécanique statistique pour franchir dans son article de 1905 un pas décisif par rapport à Planck : pour Einstein, ce n'est pas seulement *l'émission* du rayonnement par un corps chauffé qui doit avoir lieu sous forme de quanta, mais le rayonnement lui-même est nécessairement *constitué* de quanta d'énergie : l'énergie de la lumière, malgré son comportement ondulatoire, est d'une certaine manière de nature atomiste. Cette approche permettait à Einstein d'expliquer, en conclusion de son article, l'effet photoélectrique, c'est-à-dire le fait que les électrons arrachés d'un métal par une lumière incidente de fréquence donnée ont tous la même énergie (car celle-ci ne dépend que de la fréquence de l'onde), alors que c'est leur nombre qui dépend de l'intensité de la lumière. Ceci lui vaudra le prix Nobel de physique pour 1921.

En 1906, Einstein ouvrira en outre à la théorie des quanta un champ d'application tout différent du domaine du rayonnement : il l'utilisa pour expliquer la diminution à basse température de la chaleur spécifique des solides (c'est-à-dire leur capacité à emmagasiner de la chaleur). En effet, les atomes emmagasinent l'énergie thermique sous forme de mouvements d'oscillation, correspondant à des quanta différents. Mais l'atome est incapable d'absorber des énergies inférieures à un certain seuil $h\nu$ et, à basse température, la capacité calorifique diminue.

*

* *

Le 30 avril, Einstein achève sa thèse de doctorat, soumise à l'université de Zurich et dédiée à Marcel Grossmann. Elle porte « *Sur une nouvelle détermination des dimensions moléculaires* ».

Einstein étudie pour cela la dissolution d'une substance dans un liquide. Au moyen d'un modèle simple, il calcule ce que doit être d'une part la vitesse de diffusion des molécules de la substance dans le liquide, d'autre part la modification de viscosité qui s'en suit. En utilisant les mesures existantes de ces deux quantités, il put déterminer avec une bonne précision les dimensions des molécules dissoutes ainsi que le nombre d'Avogadro, c'est-à-dire le nombre de molécules contenues dans une masse déterminée de substance. La thèse fut acceptée en juillet et publiée l'année suivante.

*

* *

Le 11 mai, un nouvel article est reçu par les *Annalen der Physik*, profondément ancré lui aussi sur la conviction d'Einstein que la matière est de nature atomiste. Ce travail porte sur le mouvement désordonné de petites particules en suspension dans un liquide, que le botaniste Robert Brown a mis en évidence pour la première fois en 1826 en observant au microscope des grains de pollen dans l'eau (« *mouvement brownien* »). Selon Einstein, qui ne connaissait pas à l'époque le détail des mesures existantes, ce mouvement est dû aux chocs répétés que subissent les particules en suspension heurtées par les molécules du liquide, elles-mêmes animées en permanence d'un mouvement dû à la chaleur. Bien que les mouvements des molécules du liquide se produisent en moyenne de manière égale dans toutes les directions, elles connaissent des irrégularités qui fournissent aux particules en suspension un mouvement décelable. Dans son article, Einstein montre comment les caractéristiques de ce mouvement permettent de calculer le nombre d'Avogadro. Il reviendra sur le sujet en décembre 1905, et encore par la suite.

Dans les années qui suivirent, le physicien français Jean Perrin, qui avait contribué grandement à la découverte de l'électron en 1897, mesura avec une patience infinie les trajectoires de microsphères en suspension dans un liquide et il en déduisit – sur la base des calculs d'Einstein – une valeur remarquablement précise du nombre d'Avogadro. Au total, ce n'est pas moins de 13 estimations concordantes du nombre d'Avogadro, dont quatre basées sur des travaux d'Einstein (mouvements browniens de translation et de rotation, bleu du ciel et opalescence critique) et une sur la formule de Planck, que Perrin put rassembler dans son ouvrage célèbre « *Les atomes* », publié en 1913 et qui emporta de manière décisive l'adhésion des savants à l'atomisme.

*

* *

Le 30 juin 1905, les *Annalen der Physik* reçoivent encore d'Einstein un article génial, intitulé : « *Sur l'électrodynamique des corps en mouvement* ». Cet article avait été rédigé en six semaines mais il avait été longuement mûri, depuis l'expérience de pensée d'Aarau et la lecture de Poincaré au sein de l'Académie Olympea.

C'est que, tout au long du XIX^{ème} siècle, une question avait tracassé les physiciens. Puisque la lumière est une onde, comme l'avaient prouvé les travaux de Thomas Young (1773-1829) et Augustin Fresnel (1788-1827), notamment grâce à des expériences d'interférence, cette onde doit être portée par un milieu qui « ondule », – que l'on avait baptisé « éther ». Mais cet « éther » devait avoir des propriétés paradoxales : il devait à la fois être parfaitement rigide (pour pouvoir porter des ondes transverses, comme une tôle qui vibre, à la différence d'un milieu compressible qui porte des ondes longitudinales, comme l'air transmet les ondes sonores), et il devait simultanément n'offrir aucune résistance au mouvement des corps célestes, parfaitement décrit par la mécanique de Newton au sein de l'espace « vide ». De plus, aucune expérience n'était parvenue à mettre en évidence le mouvement de la Terre à travers l'éther (aucun « vent d'éther » n'était perceptible), et la vitesse de la lumière dans le vide apparaissait indépendante de sa direction, alors que selon la mécanique classique elle aurait dû s'ajouter à la vitesse de la Terre dans l'espace quand elles étaient parallèles, et s'en soustraire dans le cas opposé. Cette invariance de la vitesse de la lumière dans le vide avait notamment été montrée avec une bonne précision en 1881 et 1887, par les fameuses expériences d'Albert Michelson (1852-1931) et de son collaborateur E.W. Morley.

Pour rendre compte du résultat négatif de ces expériences, le savant hollandais Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) avait suggéré d'une part que, lors de leur mouvement à travers l'éther, les corps

connaissent une véritable contraction de leurs dimensions parallèles au mouvement, et d'autre part que leur soit associé un « temps propre », sorte de temps fictif s'écoulant plus lentement. Ces questions avaient également attiré l'attention d'Henri Poincaré (1854-1912), le physicien et mathématicien le plus réputé de l'époque, en outre philosophe et vulgarisateur (il est l'auteur de la fameuse sentence caractérisant le libre-examen : « *La pensée ne doit jamais se soumettre, ni à un dogme, ni à un parti, ni à une passion, ni à un intérêt, ni à une idée préconçue, ni à quoi que ce soit, si ce n'est aux faits eux-mêmes, parce que, pour elle, se soumettre, ce serait cesser d'être* »). Outre le rôle crucial qu'il attachait aux résultats de Lorentz, Poincaré mit au centre de ses réflexions le principe de relativité, généralisation du principe d'inertie de Galilée, en énonçant qu'il doit être impossible de déceler si un corps est en mouvement ou au repos « absolu » par rapport à l'éther. Ceci le conduisit à publier en juin 1905, indépendamment d'Einstein, un article qui dégageait les lois mathématiques de la relativité, et dont découlait l'invariance de la vitesse de la lumière.

Pour sa part, Einstein raconta plus tard ses tâtonnements :

L'invariance de la vitesse de la lumière était en conflit avec la règle d'addition des vitesses bien connue en mécanique. J'éprouvais une grande difficulté à comprendre pourquoi ces deux faits se contredisaient mutuellement. (...) Par bonheur, un de mes amis bernois [Besso] vint à mon secours. Ce fut vraiment une très belle journée, ce jour où je lui rendis visite. Je commençai par lui expliquer : « J'ai rencontré récemment un problème que je n'arrive pas à résoudre, et je viens en discuter avec toi. »

Après avoir examiné avec lui pas mal de possibilités, je parvins soudain à cerner le problème. Le lendemain, je revins le voir et, sans prendre le temps de le saluer, je lui dis : « Merci. J'ai entièrement résolu le problème. » (...) Cinq semaines après (...) la théorie actuelle de la relativité restreinte était achevée.

(déc. 1922, Conférence de Kyoto, cité in PAIS 136)

Einstein apportait une réponse révolutionnaire, qui permettait d'expliquer la non-observation du mouvement de la Terre à travers l'éther : il niait tout simplement l'existence de l'éther, en même temps que de l'espace et du temps absolus de Newton. Il s'appuyait sur le fait que, en matière d'espace et de temps, nous ne connaissons en fait que les *mesures* que nous pouvons réaliser en disposant de règles et d'horloges. Comme Poincaré, il avait compris que les horloges disposées en des lieux différents doivent être synchronisées entre elles, et que cela peut se faire par l'échange de rayons lumineux. Si l'on admet que, dans le vide, ces rayons se propagent dans toutes les directions à la même vitesse, invariante, et ceci quel que soit le mouvement de la source, il en découle que le temps semble s'écouler plus lentement dans un référentiel en mouvement que dans celui de l'observateur (et de même quand les rôles sont inversés). Einstein retrouvait ainsi les équations de la relativité de Lorentz-Poincaré.

Bien que moins fondamentale sans doute que la révolution des quanta, cette refonte des conceptions traditionnelles de l'espace et du temps allait marquer tout particulièrement les esprits, car elle remettait en cause des « évidences » *a priori* de nos sens, tels du moins qu'ils ont été éduqués pendant des millénaires et tout particulièrement depuis les débuts de la physique classique.

Désormais, l'espace et le temps allaient former une seule entité à quatre dimensions intrinsèquement mêlées, et pas seulement juxtaposées. Et une nouvelle exigence allait s'imposer à toutes les théories physiques, qui généraliserait le principe d'inertie de Galilée : l'impossibilité de déterminer par des expériences physique un état de repos par rapport à un espace « absolu », ou encore l'équivalence entre tous les mouvements rectilignes uniformes définissant les systèmes de référence « inertiels », c'est-à-dire non accélérés. La restriction aux référentiels inertiels justifie l'appellation de principe de relativité restreinte.

Fin septembre 1905, Einstein publia un article complémentaire à celui-ci, où il introduisait l'équivalence de la masse et de l'énergie, la célèbre formule $E = m c^2$.

La reconnaissance académique

La série d'articles exceptionnels publiés par Einstein à partir de 1905 n'allait pas manquer d'attirer sur lui l'attention des savants. Bientôt, la carrière académique s'ouvrirait devant lui, et il allait quitter l'abri modeste du Bureau des Brevets, qu'il appelait « *le cloître* ».

Avant même d'occuper un poste universitaire officiel, Einstein est fait en 1909 docteur honoris causa de l'université de Genève, en même temps que Marie Curie, Wilhelm Ostwald (auprès duquel il avait vainement sollicité un poste d'assistant en 1901, mais qui sera le premier à le proposer pour le prix Nobel) et Ernest Solvay. La même année, après qu'il eut presté quelques mois à Berne comme « privat-dozent », c'est-à-dire enseignant indépendant, l'université de Zurich lui offre un poste de professeur de physique théorique. En avril 1911, il est nommé professeur ordinaire à l'université allemande de Prague – il doit pour cela revêtir le grand uniforme et porter l'épée pour prêter serment à l'Empereur, et se déclarer adepte de l'une des religions reconnues : lui qui a toujours proclamé ne pas avoir de religion, il se déclare israélite.

Et les propositions universitaires se multiplient : Vienne, Utrecht, Leyde, où Lorentz vient de prendre sa retraite et où Einstein acceptera ultérieurement de donner chaque année des leçons au titre de professeur associé, sur l'insistance de son ami Paul Ehrenfest (1880-1933) qui a succédé à Lorentz. Mais c'est Zurich que choisit Einstein. L'ETH a créé pour lui une chaire de physique mathématique, et il y revient en août 1912.

Au printemps 1913, Planck et le chimiste Walther Nernst (1864-1941) se rendent en personne à Zurich pour convaincre Einstein de rallier Berlin. Il serait membre de l'Académie des Sciences de Prusse, recevrait le titre de professeur de l'université de Berlin, serait nommé directeur de l'Institut de Physique, mais n'encourrait aucune obligation, ni administrative ni d'enseignement. Formellement, la nationalité allemande lui serait (ré-) attribuée mais, déclara-t-il, « *j'ai posé comme condition que je garderais toute ma liberté d'expression et resterais citoyen suisse.* » (oct. 1921, Interview pour le Figaro, EP 47). Les Einstein emménagent à Berlin en avril 1914, mais Mileva ne tarde pas à retourner avec les enfants à Zurich.

Il était donc tout à fait naturel qu'Einstein fit partie de l'élite des physiciens appelés à se réunir à Bruxelles du 30 octobre au 3 novembre 1911, à l'invitation de l'industriel et mécène belge Ernest Solvay (1838-1922).

Ernest Solvay était un autodidacte, qui avait de la science une grandiose vision unifiée :

J'ai entrevu dans les voies nouvelles de la science trois directions que j'ai suivies, trois problèmes qui, en réalité, n'en forment à mes yeux qu'un seul : c'est d'abord un problème de physique générale : la contribution de la matière dans le temps et dans l'espace ; puis un problème de physiologie : le mécanisme de la vie depuis ses manifestations les plus humbles jusqu'au phénomène de la pensée ; enfin, en troisième lieu, un problème complémentaire des deux premiers : l'évolution de l'individu et celle des groupes sociaux.
(cité in L. D'Or et A.-M. Wirtz-Cordier, Ernest Solvay, in SOLV 9).

Cette fascination pour la science s'exprime d'une double façon : Solvay tente de produire un système scientifique unitaire, qui aborde tous les aspects du fonctionnement de l'univers, et il entend faire de la science un principe directeur de la bonne marche de la société.

Désirant partager ses réflexions philosophiques et scientifiques avec les grands savants de son époque, il proposa en 1910 à Nernst d'organiser un « Concile scientifique », où seraient discutées les principales questions actuelles touchant à la nature.

Nernst vit là une opportunité pour discuter la nouvelle problématique des quanta, à laquelle il avait été sensibilisé notamment à travers les travaux d'Einstein sur la chaleur spécifique. Mais quand il avait fait part du projet à Planck, celui-ci lui avait d'abord fait part de ses doutes :

Je suis persuadé que la moitié à peine des participants que vous avez en vue se rend assez vivement compte de l'absolue nécessité d'une réforme pour qu'ils se décident à

assister au Congrès. (...) Parmi les jeunes aussi l'urgence et l'importance de ces questions sont loin d'être suffisamment reconnues (...). Il n'y a, je pense, sauf nous, qu'Einstein, Lorentz, W. Wien et Larmor qui s'intéressent sérieusement à la chose.

(Lettre de M. Planck à W. Nernst, 11 juin 1910, cite in SOLV 46)

L'idée fit cependant son chemin, et bientôt se réunissait à Bruxelles sous la présidence de Lorentz le premier Conseil de physique Solvay, une « *sorte de Congrès privé* » diront les Comptes-rendus. Le thème de ce premier « Conseil de physique » était « *La théorie du rayonnement et les quanta* ».

Parmi les participants, aux côtés de Lorentz, Planck, Nernst et Einstein, on trouvait Henri Poincaré, le spectroscopiste Arnold Sommerfeld (1868-1951), les expérimentateurs Emil Warburg (1846-1931) et Heindrich Rubens (1865-1922), spécialistes des mesures de rayonnement, le hollandais Heike Kamerlingh-Onnes (1853-1926), qui étudiait les très basses températures et découvrit la supraconductivité, les théoriciens Wilhelm Wien (1864-1928) et James H. Jeans (1877-1946), le brillant expérimentateur de Manchester Ernst Rutherford (1871-1937), et plusieurs savants français, dont Paul Langevin (1872-1946), Marie Curie (1867-1934) et Jean Perrin (1870-1942).

Le Conseil avait été préparé par la rédaction de communications détaillées, dont l'une présentée par Einstein. Le 11 septembre, il s'était d'ailleurs excusé dans une lettre à Besso :

Je te remercie beaucoup pour tes chères lettres si détaillées. Si je ne te réponds pas avec la même application, c'est parce que je suis tourmenté par le bavardage que je destine au congrès de Bruxelles.

(sept. 1911, Lettre à Michele Besso, BESS 28)

Le Conseil Solvay, qualifié anticipativement par Einstein de « *sabbat de Bruxelles* » (oct. 1911, Lettre à Besso, BESS 34), fut en réalité le premier congrès de physique théorique. Il se déroula presque sans recours aux équations, mais sous la houlette de Lorentz les plus grands esprits tentèrent de cerner les mystères du monde nouveau qui s'ouvrait à la physique. Comme le rapporta Einstein à un ami :

Lorentz a présidé avec un tact incomparable et une incroyable virtuosité. Il parle les trois langues également bien et son intelligence scientifique est unique. (...) Lorentz est merveilleux d'intelligence et d'un tact exquis. Une œuvre d'art en chair et en os !

(nov. 1911, Lettres à Zangger, cité in HOF 109-110)

Mais les obstacles étaient multiples ! Comment interpréter les phénomènes nouveaux, alors que les seuls outils théoriques disponibles étaient ceux de la physique classique, dont on savait par ailleurs qu'elle était prise en défaut ? Einstein devait résumer la situation peu après :

On a constaté avec consternation l'échec de la théorie, sans trouver de remède. Ce congrès avait tout d'une lamentation sur les ruines de Jérusalem. Il n'en est rien sorti de positif. Mes interventions chancelantes ont soulevé un grand intérêt, et aucune critique sérieuse [n'a été formulée à leur égard]. Mais j'en ai peu profité, car tout ce que j'ai entendu m'était connu.

(déc. 1911, Lettre à Michele Besso, BESS 42)

Personne n'y voit clair. Il y aurait dans toute cette affaire de quoi ravir une compagnie de jésuites démoniaques.

(nov. 1911, Lettre à Zangger, cité in HOF 110)

Photo Conseil Solvay 1911

Le Conseil fut en réalité un extraordinaire succès. Il avait ouvert les yeux de plusieurs des participants, au premier rang desquels Poincaré, sur l'importance extrême de la question des quanta, et avait propulsé celle-ci au centre des préoccupations des physiciens, grâce en particulier à la qualité exceptionnelle des Comptes-rendus rédigés par Langevin et Maurice de Broglie, et bientôt traduits en allemand.

Le Conseil fut aussi un grand succès sur le plan des relations personnelles et amicales. Les congressistes furent reçus chez M. et Mme Solvay ainsi qu'au Palais royal. On retrouvera plus tard plusieurs des participants luttant avec Einstein pour la paix et l'entente entre les peuples, notamment Langevin, Marie Curie et Jean Perrin. Quant à Lorentz, Einstein allait lui vouer toute sa vie un profond respect et une réelle affection. Outre son admiration pour l'œuvre scientifique du savant, qui avait épuré et clarifié la théorie de Maxwell, Einstein aimait en lui l'humaniste et le pacifiste, dont il rappela souvent

deux courtes sentences de Lorentz qui m'ont profondément marqué : « Je suis heureux d'appartenir à une nation trop petite pour commettre de grandes folies ». Et celle-ci : dans une conversation pendant la première guerre mondiale, à un homme qui tentait de le persuader que les destins se forgent par la force et la violence, il répondit : « Vous avez peut-être raison, mais je ne voudrais pas vivre dans un tel univers ».

(1928, Hommage à H. A. Lorentz, CJVM 41)

Le succès du Conseil conduisit Ernest Solvay à prolonger son mécénat en fondant en 1912 les Instituts internationaux de Physique et de Chimie, et en soutenant la convocation en 1913 d'un deuxième Conseil de Physique, consacré à « *La structure de la matière – atomes et électrons* », où se retrouvèrent la plupart des participants au Conseil de 1911, dont Einstein lui-même.

Photo Conseil Solvay 1913

La relativité générale

En 1905, la théorie de la Relativité restreinte s'est imposée à Einstein sur base de l'exigence du respect d'un principe : le principe de relativité, qui proclame l'équivalence entre tous les référentiels « inertiels », c'est-à-dire non accélérés, et l'absence d'un référentiel privilégié (l'espace absolu).

Les lois relativistes du mouvement (pour des vitesses comparables à celle de la lumière), les nouvelles règles de composition des vitesses, la nouvelle interprétation de l'énergie et de l'impulsion dont découle l'équivalence entre masse et énergie, – bref toute la nouvelle théorie découlait d'un coup du principe de relativité et de l'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide, comme Minerve était sortie tout armée du crâne de Jupiter.

La Relativité restreinte constituait donc pour Einstein une théorie apparentée à la thermodynamique, en ce qu'elle repose elle aussi sur des « principes » : le *principe* de la conservation, à travers tous les phénomènes naturels, d'une certaine grandeur (l'énergie), et celui de la croissance pour les systèmes isolés d'une autre grandeur (l'entropie).

Mais aux yeux d'Einstein, la nouvelle théorie n'était pas entièrement satisfaisante, car elle ne se fondait pas sur l'équivalence de *tous* les types de mouvements, mais seulement sur les mouvements inertiels, c'est-à-dire « non accélérés ». En outre, même ceci n'était pas clair : il est question de référentiels « non accélérés », – mais par rapport à *quoi* s'estime cette (non-)accélération ? Einstein engagea donc un gigantesque effort pour construire une théorie obéissant au principe de relativité « général », refusant un rôle privilégié même à la catégorie des référentiels inertiels – ce qu'on appellera le principe de « *covariance générale* » des équations, c'est-à-dire leur identité formelle dans tous les référentiels.

Au centre des nouveaux développements se trouvait l'observation, déjà soulignée par Newton, de l'égalité numérique de la masse inerte (qui mesure la résistance d'un corps à une accélération) et de la masse pesante (qui mesure l'attraction gravitationnelle qu'il subit de la part d'autres corps). Cette égalité est à la base de la loi de Galilée selon laquelle tous les corps tombent à la même vitesse. Einstein en fit un *principe*, le « principe d'équivalence » entre masse inerte et masse pesante, qui forma le point de départ et l'appui solide de sa théorie. Dès lors, c'est *toute* l'énergie d'un corps, y compris son énergie de rayonnement et son énergie cinétique, qui détermine l'attraction gravitationnelle qu'il exerce sur d'autres corps.

Le principe de relativité générale signifie donc que les lois de la physique formulées dans un référentiel en mouvement accéléré ne peuvent, en principe, être distinguées des lois de la physique formulées dans un référentiel immobile mais soumis à la pesanteur. Enfermés dans une cabine d'ascenseur sans vitre, nous ne pourrions savoir si celle-ci accélère vers le haut ou si elle est immobile mais est soumise à un champ de pesanteur dirigé vers le bas.

Ceci fournissait à Einstein un « laboratoire » pour construire une théorie de la gravitation. Considérons que la cabine d'ascenseur soit accélérée vers le haut, et qu'un rayon lumineux la traverse perpendiculairement à la direction du mouvement. Le rayon se propage en ligne droite mais, pendant qu'il traverse la cabine, le sol de celle-ci s'est déplacé vers le haut, et pour un observateur dans la cabine le rayon semble donc s'être rapproché du sol : sa trajectoire apparaît *courbée*. De manière équivalente, dans un laboratoire immobile mais soumis au champ de la pesanteur, la trajectoire d'un rayon lumineux doit également apparaître courbée.

Supposons maintenant que le rayon soit émis de bas en haut, le référentiel (l'ascenseur) accélérant vers le haut. Comme le sommet de l'ascenseur « fuit » devant le rayon, la fréquence de la lumière y apparaît réduite par rapport à sa fréquence à l'émission. Par le principe d'équivalence entre mouvement accéléré et champ de la pesanteur, il en découle que la fréquence d'une lumière émise

dans un champ de gravitation (dirigé vers le bas) apparaît également réduite : c'est le phénomène de « décalage vers le rouge » de la lumière.

Cette fois, l'analyse théorique ne conduisait pas seulement Einstein à unir indissociablement l'espace et le temps, comme déjà dans la Relativité restreinte. Avec la Relativité générale, l'espace-temps est lui-même inséparable de la matière-énergie. Il n'existe pas d'espace ni de temps sans matière, l'espace-temps n'est pas un simple « réceptacle » de la matière, qui pourrait lui préexister :

A condition de ne pas prendre trop au sérieux la réponse et de n'y voir qu'une espèce de plaisanterie, je puis vous donner l'explication suivante. Auparavant, on croyait que si toutes les choses matérielles disparaissaient de l'univers, le temps et l'espace demeureraient quand même. Avec la théorie de la Relativité, au contraire, le temps et l'espace disparaissent aussi bien avec les choses.

(avril 1921, Réponse à des journalistes américains, FR 269)

En outre la présence de matière détermine les caractéristiques mêmes de l'espace-temps : il est lui-même courbé par la présence de grandes masses de matière, et une particule ou un rayon lumineux qui suivent à travers l'espace le chemin « le plus court » (une géodésique) décrivent en fait une trajectoire courbe, dépendant de la matière voisine. De sorte que la Relativité générale, qui est une théorie de la gravitation, est en même temps une géométrie (non-euclidienne).

La construction de la théorie de la Relativité générale se poursuivra pendant plusieurs années, et Einstein ne parvint au terme de ses efforts qu'en 1916. Il avait dû pour cela affronter des difficultés mathématiques considérables, sans commune mesure avec celles rencontrées pour la Relativité restreinte, face auxquelles il avait reçu à Zurich l'aide précieuse de Marcel Grossman.

Einstein a consacré dix ans de sa vie à ce problème [celui de la gravitation] alors que personne ne s'y intéressait... Méditer sur un problème pendant dix ans sans aucun encouragement extérieur demande une grande force de caractère. C'est cette force de caractère, peut-être plus encore que sa grande intuition et son imagination, qui a conduit Einstein à la réalisation de son œuvre scientifique.

(L. Infeld, cité in CENT 123)

Einstein fut rempli d'enthousiasme (il raconta qu'il était si excité qu'il ne put travailler pendant trois jours) quand il vérifia que sa théorie permettait d'expliquer le désaccord minime (43,5 secondes d'arc par siècle !) entre les observations portant sur la lente rotation de la trajectoire elliptique de la planète Mercure autour du Soleil (la « précession du périhélie ») et tous les calculs basés sur la théorie de Newton, prenant en compte avec précision l'influence des autres planètes.

On l'a dit, la nouvelle théorie prédisait que les rayons lumineux devaient être déviés par le champ gravitationnel d'une étoile, non seulement à cause de l'attraction exercée par celle-ci compte tenu de l'équivalence entre énergie lumineuse et masse, mais en outre à cause de la courbure de l'espace même. Cette prédiction aurait dû être testée lors de l'éclipse solaire de 1914, mais la guerre empêcha l'envoi en Russie, où l'éclipse était totale, de l'expédition astronomique prévue ; ceci fut heureux, car la théorie était en fait encore inachevée à l'époque, et la prédiction différait d'un facteur de deux de la véritable valeur.

C'est donc lors de l'éclipse de mai 1919 que la prédiction précise d'Einstein fut mise à l'épreuve par des expéditions à l'île de Principe et au Brésil, sous la direction d'Arthur Eddington (1882-1944). Et ce fut un triomphe !

Pour sa part, le ralentissement du temps, impliquant le « décalage vers le rouge » de la fréquence de la lumière émise par les étoiles, put être vérifié en comparant les « raies spectrales » d'étoiles doubles (en dépit de grandes difficultés techniques dues notamment à la nécessité de corriger les observations pour des effets plus importants, notamment l'effet Doppler dû au mouvement des astres et à la vitesse finie de la lumière), ainsi que par diverses autres mesures au cours des dernières décennies.

Enfin, une autre prédiction fondamentale de la Relativité générale, l'émission d'ondes gravitationnelles lors d'événements cosmiques de très grande ampleur, n'a pas encore pu être mise

directement en évidence, mais plusieurs expériences sont actuellement en cours pour ouvrir cette nouvelle fenêtre vers une vérification de la théorie, et vers l'observation de l'univers. Quant à l'existence des « trous noirs » impliqués par la Relativité générale, elle semble de mieux en mieux établie.

Einstein n'était pas le seul à l'époque à travailler sur la théorie de la gravitation. De nombreux physiciens et mathématiciens, dont David Hilbert (1862-1943), Félix Klein (1849-1925), Hermann Weyl (1885-1955) et bien d'autres donnèrent une série de contributions importantes. Un professeur de l'ULB, Théophile De Donder (1872-1957), qui fut l'un des maîtres de la physique mathématique en Belgique, avait publié dès 1916 des résultats de qualité sur la théorie de la gravitation à l'Académie d'Amsterdam, par l'intermédiaire de Lorentz (De Donder enseignait à l'époque à l'Athénée de Saint-Gilles, suite à la fermeture des universités belges pendant la guerre). Ceci l'amena à entretenir une correspondance avec Einstein, avant de le retrouver aux Conseils Solvay à partir de 1927.

Raison et expérience

Nous vénérons dans la Grèce antique le berceau de la civilisation occidentale. C'est là que, pour la première fois, fut créée cette merveille de l'esprit humain qu'est un système logique dont les énoncés résultaient avec une telle rigueur les uns des autres qu'aucune des propositions démontrées ne pouvait alors donner prise au moindre doute – la géométrie d'Euclide. Cette admirable œuvre de la raison a donné à l'esprit humain la confiance nécessaire pour entreprendre ses conquêtes futures. (...)

Mais pour que mûrisse une science qui embrasse la réalité, il fallait que soit comprise une deuxième notion fondamentale qui, jusqu'à Kepler et Galilée, ne faisait pas partie des idées communément admises par les philosophes. Par la seule pensée logique, nous ne pouvons acquérir aucun savoir sur le monde de l'expérience ; tout savoir sur la réalité part de l'expérience et aboutit à elle. Si on les réfère au réel, les énoncés établis grâce à la seule logique sont parfaitement vides. C'est en comprenant cela, et surtout en s'efforçant de le faire comprendre au monde scientifique, que Galilée est devenu le père de la physique moderne, et je dirais même, plus généralement, de toute la science moderne de la nature.

Mais si l'expérience est à l'origine et au terme de tout ce que nous pouvons savoir de la réalité, quel est alors le rôle de la raison dans la science ?

(...) La raison fournit l'ossature du système ; les contenus empiriques et leurs relations réciproques doivent trouver leurs représentations grâce aux corollaires déduits de la théorie. C'est uniquement la possibilité d'une telle représentation qui donnera à tout le système, et en particulier aux concepts et aux lois fondamentales sur lesquels il repose, leur valeur et leur légitimité. Pour le reste, ces concepts et ces lois sont de libres inventions de l'esprit humain qui ne peuvent trouver de justification a priori ni dans la nature de l'esprit humain, ni de quelque manière que ce soit.

Ces lois et ces concepts fondamentaux logiquement irréductibles constituent cette part inévitable de la théorie qui ne peut être saisie par la raison. L'objectif le plus élevé de toute théorie est de faire en sorte que ces éléments fondamentaux irréductibles soient aussi simples et peu nombreux que possible, sans devoir pour autant renoncer à la représentation adéquate de quelque contenu empirique que ce soit. (...)

D'après l'expérience que nous avons jusqu'à présent, nous sommes en effet fondés à croire que la plus grande simplicité mathématique est réalisée dans la nature. C'est ma conviction que la pure construction mathématique nous permet de découvrir les concepts, ainsi que les lois qui les relient, qui nous donnent la clef des phénomènes naturels. L'expérience peut, bien entendu, nous guider dans notre choix des concepts mathématiques utiles ; elle ne peut pratiquement être la source dont ils découlent. En un certain sens, je tiens donc pour vrai que la pensée soit capable de saisir le réel, comme les Anciens le rêvaient.

(juin 1933, Herbert Spencer Lecture, Oxford, SEP 102-105)

La construction de la Relativité générale allait aussi ouvrir une ère nouvelle à la cosmologie. Dès 1917, Einstein s'y attelle : la théorie doit pouvoir décrire l'univers dans son ensemble. Il apparaît rapidement, cependant, que plusieurs solutions sont possibles : l'Univers ne découle pas univoquement de la théorie. C'est ce que révèlent d'abord les travaux du hollandais Willem De Sitter (1872-1934), puis ceux du russe Alexandre Friedmann (1888-1925) en 1922 et 1924 et du chanoine Georges Lemaître, professeur à l'université de Louvain (1894-1966) en 1927. Ces deux derniers montrent, indépendamment l'un de l'autre, que la Relativité générale est compatible avec un univers en expansion à partir d'une singularité initiale (ce sont les débuts de la théorie du big-bang). Cette hypothèse trouve un soutien dans les observations astronomiques, notamment la loi dégagée par Edwin Hubble (1889-1953) en 1929, qui indique que les galaxies lointaines s'éloignent de nous avec une vitesse proportionnelle à leur éloignement.

Lemaître rencontra Einstein pour la première fois lors de sa venue à Bruxelles pour le cinquième Conseil Solvay, en 1927. Lemaître raconte :

Il me parla d'un article, peu remarqué, que j'avais écrit l'année précédente sur l'expansion de l'univers, et qu'un ami lui avait fait lire. Après quelques remarques favorables, il conclut en disant que, du point de vue physique, cela lui paraissait tout à fait abominable.

Comme je cherchais à prolonger la conversation, Auguste Piccard qui l'accompagnait m'invita à monter en taxi avec Einstein, qui devait visiter son laboratoire à l'université de Bruxelles. Dans le taxi, je parlai des vitesses des nébuleuses, et j'eus l'impression qu'Einstein n'était guère au courant des faits astronomiques.

(G. Lemaître, Revue des questions scientifiques, 1958, vol. 1, p. 131)

Lemaître revit Einstein en 1933 à Pasadena, en Californie, où ils eurent de nombreuses conversations. Et Lemaître de poursuivre :

Mais lorsque je lui parlais de l'atome primitif [la théorie de l'univers en expansion], il m'arrêtait : « Non, pas cela, cela suggère trop la création. »

(ibid.)

Lemaître rencontra encore Einstein lors de son séjour en Belgique en 1933, et une dernière fois lors d'un séminaire à Princeton en 1935.

*

* *

Dans son colossal effort de recherche, Einstein avait été guidé par sa conviction très forte, qui prolongeait ses efforts antérieurs, de la simplicité logique des lois de la nature. Déjà en 1914, il avait déclaré :

Maintenant, je suis entièrement satisfait, et je ne doute plus de la validité de tout le système, que l'observation de l'éclipse solaire réussisse ou non. La logique de la chose est par trop évidente.

(mars 1914, Lettre à Michele Besso, BESS 54)

Il exprimera encore cette conviction bien plus tard :

Même si on ne connaissait ni déviation de la lumière, ni précession du périhélie, ni décalage des raies spectrales, les équations de la gravitation seraient tout de même convaincantes, car elles se passent de système inertiel (ce fantôme qui agit sur tout mais sur lequel les objets n'ont pas de prise). Il est réellement étonnant de voir que les hommes sont généralement sourds aux arguments les plus forts, alors qu'ils ont toujours tendance à surestimer la précision des mesures.

(mai 1952, Lettre à Max Born, EB 206)

Cette conviction est encore résumée dans l'anecdote que raconte le mathématicien Ernst Strauss, qui fut l'assistant d'Einstein de 1944 à 1948 :

Lorsque je lui annonçai la mort de Max Planck [en 1947], il me dit : « C'était un des êtres les plus intelligents que j'aie jamais connu, et un de mes meilleurs amis. Mais, vous savez, il n'a jamais vraiment compris la physique. » Comme je lui demandais comment il pouvait dire une chose pareille de Planck, il me répondit : « Pendant l'éclipse de 1919, il est resté debout toute la nuit pour voir si elle allait confirmer la déviation de la lumière dans le champ gravitationnel solaire. S'il avait vraiment compris la façon dont la théorie de la relativité générale explique l'équivalence de la masse inerte et de la masse gravitationnelle, il serait allé se coucher comme moi. »

(E. Strauss, Souvenirs, CENT 31)

Mais il ne faut pas se méprendre sur la pensée d'Einstein. Déjà en 1918, il avait mis les points sur les *i* avec Besso :

Cher Michele,

En relisant ta dernière lettre, j'y trouve quelque chose qui me fâche carrément : la spéculation se serait révélée supérieure à l'expérience. Tu fais allusion à la théorie de la relativité. Je pense cependant que cette évolution nous apprend autre chose – qui est presque le contraire de ton affirmation – à savoir qu'une théorie, pour inspirer confiance, doit être construite sur des faits susceptibles d'être généralisés. Voici quelques exemples anciens :

Les principes fondamentaux de la thermodynamique, qui sont basés sur l'impossibilité du mouvement perpétuel. La mécanique, qui est fondée sur une loi d'inertie prouvée empiriquement. La théorie cinétique des gaz, sur l'équivalence entre la chaleur et l'énergie mécanique (historiquement aussi). La relativité restreinte, sur la constance de la vitesse de la lumière. Les équations de Maxwell pour le vide, qui reposent de nouveau, elles aussi, sur des bases empiriques. La relativité, qui est un fait expérimental pour le cas d'une translation uniforme. La relativité générale : égalité entre masse inerte et masse pesante.

Jamais on n'a trouvé une théorie utile et féconde par voie uniquement spéculative.

(août 1918, Lettre à Michele Besso, BESS 138)

Le processus de construction de la Relativité générale et sa connaissance de l'histoire de la science conduisirent Einstein à poursuivre une réflexion approfondie sur le rôle de l'expérience et sur celui de ce qu'il appelait la « libre invention de l'esprit humain » dans la recherche des lois de la nature. Dans un volume publié à l'occasion de son 70^{ème} anniversaire : *Albert Einstein : Philosopher-Scientist*, il énonce sa conviction :

La théorie de la gravitation m'a appris [que] ce n'est pas en partant d'une collection de faits empiriques, aussi vaste soit-elle, que l'on arrive à établir des équations aussi élaborées. Une théorie peut être vérifiée par l'expérience, mais il n'existe aucun chemin menant de l'expérience à l'établissement d'une théorie. Des équations aussi compliquées que celles du champ de gravitation ne peuvent être trouvées que si l'on a trouvé une condition mathématique, logiquement simple, qui détermine complètement, ou presque, ces équations. Une fois que l'on dispose de conditions formelles suffisamment fortes, l'établissement de la théorie ne requiert que très peu de savoir concernant les faits.

(1949, Notes autobiographiques, SEP 52)

Il explicite cette pensée auprès de Besso :

La remarque [citée ci-dessus] signifie ceci : une vaste collection de faits est indispensable à l'établissement d'une théorie qui ait des chances de succès. Mais ce matériel ne fournit pas de lui-même un point de départ pour une théorie déductive ; sous l'effet de ce matériel, on peut cependant réussir à trouver un principe général, qui pourra être le point de départ d'une théorie logique (déductive). Mais il n'y a aucun chemin logique conduisant du matériel empirique au principe général sur lequel reposera ensuite la déduction logique.

Je ne crois donc pas qu'il existe un chemin de la connaissance de Mill basé sur l'induction, en tout cas pas un chemin pouvant servir de méthode logique. Par exemple, je pense qu'il n'existe aucune expérience dont on puisse déduire la notion de nombre.

Plus la théorie progresse, plus il devient clair qu'on ne peut trouver par induction les lois fondamentales à partir des faits d'expérience (par exemple les équations du champ de la gravitation ou l'équation de Schrödinger de la mécanique quantique).

D'une manière générale, on peut dire : le chemin qui conduit du particulier au général est un chemin intuitif, celui qui conduit du général au particulier est un chemin logique.

(10 mars 1952, Lettre à Michele Besso, BESS 468)

Einstein soulignera toujours la puissance du principe de simplicité mathématique, qui pourtant n'est dicté par aucune nécessité logique :

Il n'est pas nécessaire que ce qui est purement conceptuel et logiquement simple ait la propriété de faciliter une meilleure vue d'ensemble sur le donné empirique. Mais d'un autre côté, toute pensée qui n'est pas logiquement simple n'a pratiquement aucune chance de faciliter l'appréhension par la pensée du donné empirique. Ce qui est étonnant, c'est de constater que la simplicité logique est si souvent réalisée. (...) On ne peut que le constater et s'en étonner ; on ne doit pas chercher à en donner un simulacre d'explication.

(févr. 1949, Lettre à H. Wolff, SEP 26)

Je suis parfaitement conscient de l'importance du critère de simplicité dans l'évaluation d'une théorie. Mais je suis incapable de donner du concept de simplicité une définition assez précise pour que son application soit non ambiguë et ne doive pas faire appel à l'intuition.

(sept. 1950, Lettre à H.S. Fries, SEP 27)

Aussi qualifiait-il de « miracle » la relation mystérieuse entre la physique et les mathématiques :

Vous trouvez étrange que je ressente la compréhensibilité du monde (dans la mesure où c'est une formule que nous avons le droit d'employer) comme un miracle ou un éternel mystère. Eh bien, a priori, on devrait s'attendre à un monde chaotique, qui ne puisse être saisi en aucune manière par la pensée. On pourrait (et même on devrait) s'attendre à ce que le monde ne se révèle soumis à des lois que dans la mesure où c'est nous qui intervenons pour l'ordonner. Ce serait une espèce d'ordre comparable à l'ordre alphabétique des mots d'une langue. En revanche, l'espèce d'ordre créé par exemple par la théorie de la gravitation de Newton est d'un tout autre caractère. Même si les axiomes de la théorie sont posés par l'homme, le succès d'une telle entreprise présuppose un ordre élevé du monde objectif qu'on n'était nullement en droit d'attendre a priori. C'est là le « miracle », qui ne cesse de se renforcer avec le développement de nos connaissances.

C'est ici le point faible des positivistes et des athées professionnels, qui se sentent heureux parce qu'ils ont conscience d'avoir dépouillé le monde non seulement de ses dieux, mais même de ses miracles. Ce qui me plaît, c'est que nous soyons forcés de nous contenter de reconnaître le « miracle », sans qu'il y ait une voie légitime pour aller au-delà. Je suis obligé d'ajouter cela expressément pour que vous ne croyiez pas que, affaibli par l'âge, je suis devenu la proie des curés.

(mars 1952, Lettre à Maurice Solovine, CF 308)

Mathématiques et réalité

Ici surgit une énigme qui, de tout temps, a fortement troublé les chercheurs. Comment est-il possible que les mathématiques, qui sont issues de la pensée humaine indépendamment de toute expérience, s'appliquent si parfaitement aux objets de la réalité ? La raison humaine peut-elle donc, sans l'aide de l'expérience, par sa seule activité pensante, découvrir des propriétés des choses réelles ?

Il me semble qu'à cela on ne peut répondre qu'une seule chose : pour autant que les propositions mathématiques se rapportent à la réalité, elles ne sont pas certaines, et pour autant qu'elles sont certaines, elles ne se rapportent pas à la réalité. (...)

Mais il n'en est pas moins sûr, d'autre part, que les mathématiques en général, et tout particulièrement la géométrie, sont nées de notre besoin d'apprendre quelque chose sur le comportement des choses réelles.

(janv. 1921, Conférence à l'Académie de Berlin, SEP 71)

Invention et expérience

Par nos perceptions sensorielles, nous n'obtenons qu'indirectement une connaissance des objets du monde extérieur. La physique, au sens large, a pour mission de nous donner des idées sur l'être et les événements réels, dans l'intention d'établir des lois entre les perceptions établies par nos sens. Il est clair que ceci n'est possible que par le biais de la spéculation et de la construction.

Nous savons désormais que la science ne peut naître de la seule expérience immédiate et qu'il nous est impossible, lorsque nous en construisons l'édifice, de nous passer de la libre invention, dont nous ne pouvons vérifier l'utilité qu'a posteriori, à la lumière de notre expérience. Ces faits pouvaient échapper aux générations passées pour lesquelles les créations théoriques semblaient résulter de l'expérience, par le biais de l'induction, sans recours à l'activité créatrice d'une conceptualisation libre. (...)

Ces derniers temps, la transformation des systèmes théoriques a fait que le caractère spéculatif de la science est désormais reconnu par tout le monde. Nous ne nous posons plus la question de la « vérité » d'une théorie, mais de son utilité, de son efficacité. Alors que la théorie était au départ conçue comme la description des choses réelles, l'on n'a plus cherché par la suite qu'un « modèle » des phénomènes naturels. La phase de développement la plus récente, la mécanique quantique, a même renoncé en partie à la caractérisation de modèle. Pleinement consciente de l'aspect spéculatif de toute recherche théorique, elle a été particulièrement soucieuse de se contenter d'un minimum d'éléments théoriques. Elle va jusqu'à sacrifier à ce but l'exigence d'une conception strictement causale. (...)

(1932, Contribution au Emmanuel Libman Anniversary Volumes, SEP 100)

L'engagement internationaliste

Jusqu'en 1919, le nom d'Einstein n'était guère connu au-delà du cercle des physiciens. Mais il devint soudain universellement célèbre après l'observation de la courbure des rayons lumineux lors de l'éclipse de 1919. Dans une société qui avait perdu, avec la Grande Guerre, tellement de ses repères sur le plan philosophique, politique et moral, le mot devint un leitmotiv : « *Comme le dit Einstein, tout est relatif* ». La fascination du public était d'autant plus grande qu'il avait été averti que les travaux d'Einstein portaient sur ce qui semblait le plus évident et le mieux établi : l'espace et le temps eux-mêmes.

Eddington, qui était quaker et pacifiste, écrivit à Einstein en décembre 1919 :

Toute l'Angleterre parle de votre théorie. Elle a fait sensation. (...) C'est ce qu'on pouvait espérer de mieux pour l'amélioration des relations scientifiques entre l'Angleterre et l'Allemagne.

(déc. 1919, Lettre de Eddington à Einstein, cité in HOF 147)

Le voyage d'Einstein aux Etats-Unis en avril et mai 1921, suivi par une halte en Angleterre, fut un véritable triomphe. Einstein accompagnait le biochimiste Chaïm Weizmann, président de l'organisation sioniste mondiale, afin de collecter des fonds pour l'université hébraïque de Jérusalem. Il est reçu à la Maison-Blanche, à New York, à Chicago, Boston, Princeton, fait la première page des journaux, donne des conférences et des interviews.

Au-delà de ses étranges théories, l'homme séduit par son style direct, son humour, sa parfaite décontraction. Il faut se le représenter, décrit par le physicien Philipp Frank, qui lui avait succédé à Prague et fut l'un de ses meilleurs biographes, à l'occasion d'une visite qu'il effectua dans cette ville en 1921 :

Il avait très peu changé : il avait toujours l'air d'un violoniste virtuose en tournée, avec ce mélange d'enfantillage et d'assurance qui lui attirait les gens, mais qui parfois aussi les offusquait.

(FR 257)

Et c'est à bon escient que Frank utilise le mot « *culture* » quand il relève :

L'enthousiasme manifesté par le grand public lors de l'arrivée d'Einstein à New York est un événement dans l'histoire de la culture au XX^{ème} siècle.

(FR 270)

Le philosophe Bertrand Russel note que cet engouement souvent superficiel atteint aussi les milieux philosophiques :

Chaque philosophe a eu tendance, ce qui n'est pas rare à l'occasion d'une théorie scientifique nouvelle, à interpréter l'œuvre d'Einstein en accord avec son propre système métaphysique et à suggérer qu'il en résulte un grand renforcement des idées que le philosophe en question a jusqu'alors soutenues.

(B. Russel, cité in FR 364)

Einstein lui-même reconnaît l'ambiguïté de cet engouement : comme il le déclare avec humour à un journal britannique en novembre 1919 :

On me qualifie aujourd'hui en Allemagne de savant allemand et en Angleterre de juif suisse. Si je viens à être tenu pour une bête noire, les termes seront renversés : je deviendrai un juif suisse pour les Allemands et un savant allemand pour les Anglais.

(nov. 1919, Qu'est-ce que la théorie de la relativité, Interview au Times, CS 19)

Et comme Philippe Frank le note également :

Tout comme l'enthousiasme général pour sa théorie est un phénomène surprenant dans l'histoire des sciences, de même la persécution d'un homme qui promouvait de si abstraites théories reste très énigmatique.

(ibid.)

C'est que son origine juive ainsi que ses fortes convictions pacifistes et internationalistes vaudront à Einstein jusqu'à la fin de ses jours haines et insultes. Et celles-ci continuent, cinquante ans après sa mort, comme en témoigne un parcours parmi les sites nazis qui polluent Internet.

La première affirmation publique éclatante des convictions pacifistes d'Einstein remonte à octobre 1914. Après trois mois de guerre, l'hystérie nationaliste règne jusque dans les milieux scientifiques, comme en témoigne le *Manifeste des 93* signé par les intellectuels allemands les plus prestigieux, dont Röntgen, Nernst, Planck (qui le regrettera bientôt). Ce *Manifeste* nie les atrocités commises en Belgique par l'armée allemande contre des civils, rejette sa responsabilité dans l'incendie de la bibliothèque de l'université de Louvain, et proclame : « *La culture allemande et le militarisme allemand sont identiques* ». Einstein et trois (!) de ses collègues lui opposent un *Appel aux Européens* :

(...) Jamais une guerre n'a, comme celle que nous vivons, détruit la communauté culturelle née de la collaboration [entre nations]. (...)

Ceux chez qui on devrait pouvoir supposer un tel souci [de coopération internationale] – c'est-à-dire d'abord les savants et les artistes – ont jusqu'à présent prononcé presque exclusivement (...) des paroles de guerre, presque aucun d'entre eux n'a parlé pour la paix. Aucune passion nationale n'excuse un tel état d'esprit, indigne de ce que le monde entier a toujours compris sous le terme de civilisation (...).

Faut-il que l'Europe (...) s'épuise peu à peu et périsse dans des guerres fratricides ? (...)

L'Europe doit s'unir si elle veut protéger son territoire, ses habitants et sa civilisation.

(oct. 1914, Appel aux Européens, EP 14-15)

Dès sa création en novembre 1914, Einstein fut membre du *Bund Neues Vaterland*, précurseur de la Ligue allemande des Droits de l'Homme, qui militait pour le rétablissement de la paix. Le *Bund* fut interdit en 1916 mais continua clandestinement ses activités, et en 1918 Einstein faisait partie de son Comité exécutif.

Une fois la paix signée, Einstein accueillit d'abord favorablement le gouvernement social-démocrate, de même d'ailleurs qu'il voyait plutôt avec sympathie la révolution russe, sans pour autant s'y rallier.

Mais l'Allemagne connaît bientôt des troubles violents : soulèvement « spartakiste » de la gauche ouvrière, noyé dans le sang par le gouvernement social-démocrate ; tentative de putsch fasciste à Munich ; manifestations, règlements de comptes et affrontements de rue. Les nationalistes exploitent à fond le mécontentement provoqué par le marasme économique et les conditions implacables imposées à l'Allemagne par les pays de l'Entente, vainqueurs de la guerre ; les assassinats politiques se multiplient (354 assassinats imputables à l'extrême droite entre 1919 et 1922, qui vaudront en moyenne quatre mois de prison à leurs auteurs !). En juin 1922, le ministre juif des Affaires étrangères Walther Rathenau (1867-1922), qu'Einstein avait rencontré et appréciait, est assassiné dans un climat d'hystérie antisémite.

Einstein lui-même est harcelé et menacé. Il décrit ainsi la situation à Marie Curie :

On trouve ici parmi les intellectuels un antisémitisme indescriptible, renforcé par le fait d'une part que les juifs jouent dans la vie publique un rôle hors de proportion avec leur nombre effectif, et d'autre part que beaucoup d'entre eux (moi-même par exemple) militent pour les objectifs internationaux.

(juillet 1922, Lettre à Marie Curie, CF 79)

Et il confie à son ami Solovine :

Ici, nous vivons des jours agités depuis l'épouvantable assassinat de Rathenau. Moi aussi, je reçois sans cesse des mises en garde, j'ai cessé de faire cours et je suis officiellement

absent, mais en vérité je suis ici. L'antisémitisme est très fort. Les incessantes brimades de l'Entente, ce sont les juifs qui finiront par en faire les frais, une fois de plus.

(juillet 1922, lettre à Maurice Solovine, –CF 286)

Les travaux scientifiques d'Einstein eux-mêmes sont attaqués par les nationalistes. Déjà en février 1920, des étudiants nationalistes étaient venus chahuter son cours, et en août une grande réunion, regroupant plusieurs centaines de personnes, avait été organisée à la Philharmonie de Berlin contre la Relativité (l'un des agitateurs, appuyé par un financement important, était un certain Weyland, qui sera après la seconde guerre mondiale l'un des « informateurs » du FBI concernant les soi-disant activités communistes d'Einstein). Au grand dam de ses amis, Einstein s'était laissé aller à polémiquer, perdant même son sens de l'humour et révélant à quel point ces attaques l'avaient touché :

Chers amis,

Ne soyez pas sévères avec moi. Chacun doit apporter de temps en temps son offrande à l'autel de la bêtise, pour la joie de la divinité et des hommes. Je l'ai fait à fond avec mon article (...). Une de mes connaissances disait récemment, pleine d'esprit : tout est publicité chez Einstein ; son dernier truc, le plus astucieux, c'est la Weyland BmbH [sarl]. (...) Tout ce que je fais se change en clameurs journalistiques (...).

Au premier instant de l'attaque, j'ai probablement pensé à prendre la fuite. Mais bientôt j'ai mieux compris la situation et mon vieux flegme m'a repris. Je ne pense plus aujourd'hui qu'à m'acheter un voilier et une villa à Berlin, près d'un lac.

(sept. 1920, Lettre à Max et Hedi Born, EB 50)

Derrière ces manifestations se trouvait le physicien Philipp Lenard, prix Nobel en 1905, qui deviendra sous le nazisme, avec Johannes Stark, l'un des chefs de file de la « science aryenne » :

La science est, comme toute activité humaine, raciale et conditionnée par le sang.

(Ph. Lenard, cité in EF 238)

Nous devons reconnaître qu'il est indigne d'un Allemand d'être le suiveur intellectuel d'un juif. Les sciences de la nature proprement dites sont d'origine aryenne et les Allemands doivent aujourd'hui encore découvrir leur propre chemin à travers l'inconnu. Heil Hitler !

(Ph. Lenard, cité in FR 341)

Dans ce contexte de menaces et de violences en Allemagne, Einstein décide de prendre de la distance, et il entreprend d'octobre 1922 à mars 1923 une nouvelle tournée triomphale, qui le conduira au Japon puis en Palestine et en Espagne. Ce voyage, et aussi ceux qui le mèneront en Amérique du Sud en 1925, et aux Etats-Unis encore en 1930, 1931 et 1932, mobilisent non seulement les scientifiques mais aussi la presse et la foule. Einstein est une authentique vedette.

C'est alors qu'il était en route pour le Japon que le prix Nobel fut attribué à Einstein au titre de l'année 1921 (le prix n'avait pas été attribué cette année-là) « pour ses contributions à la physique théorique et particulièrement pour la découverte de la loi de l'effet photoélectrique » – et non pour la théorie de la relativité.

Il est amusant de noter que des journaux de droite rapporteront aussi maints détails précis, et purement imaginaires, sur la visite qu'Einstein aurait effectuée en septembre et octobre 1923 en URSS, voyage qui n'eut jamais lieu ! C'est que, non seulement la théorie de la relativité était considérée dans les milieux nationalistes comme une « théorie communiste », mais Einstein lui-même avait participé en 1923 à la fondation de l'Association des Amis de la Russie nouvelle.

Cependant, les scientifiques restaient déchirés par les haines de la guerre. En France, les milieux officiels mènent le « boycott » de la science allemande (boycott qui devait en pratique conduire les savants français à une désastreuse ignorance des développements de la mécanique quantique en Allemagne). Einstein lui-même est la victime de ce climat ultranationaliste. Quand en 1922 son ami Langevin l'invite à Paris pour donner des conférences et rencontrer diverses personnalités, il accepte dans l'intérêt du rapprochement entre scientifiques : il joue en quelque sorte à cette époque, en raison de son engagement pacifiste pendant la guerre, le rôle d'ambassadeur officieux de l'Allemagne en vue

de rétablir des relations internationales normales. Einstein parle au Collège de France et devant la Société de Philosophie, mais quand une trentaine d'académiciens font savoir qu'ils quitteront la séance si Einstein est reçu à l'Académie des Sciences, il préfère ne pas s'y rendre.

A Bruxelles, malgré les efforts de Lorentz, les savants allemands sont écartés du Conseil Solvay convoqué pour le printemps 1921. On s'interroge même pour savoir s'il convient d'inviter Einstein, sous prétexte qu'il est resté en Allemagne pendant la guerre. Il est pourtant, selon Emile Tassel, le collaborateur d'E. Solvay, « *de nationalité mal définie, suisse, je crois, et qui fut assez houspillé à Berlin pendant la guerre à cause de sentiments pacifistes qui n'ont varié à aucun moment* ». Rutherford écrit : « *Le seul allemand invité est Einstein, qui est considéré dans ce cas comme étant international* » (cité in SOLV 136). Mais son voyage aux Etats-Unis empêchera Einstein d'assister au Conseil.

En 1923, lorsqu'il apparaît que les savants allemands restent interdits pour le Conseil de l'année suivante, Einstein écrit à Lorentz, président du Comité scientifique :

A mon avis, il ne faut pas porter la politique dans les affaires scientifiques, sous peine que chaque individu soit considéré comme responsable des actes du pays auquel il appartient. Si je prenais part au Congrès, je deviendrais complice d'une action que je considère comme résolument injuste. (...) Je vous serais reconnaissant de veiller à ce que je ne reçoive plus d'invitation. J'espère qu'il me sera épargné de devoir décliner l'invitation, acte qui pourrait gêner le rétablissement progressif d'une collaboration amicale entre les physiciens de diverses nations.

(août 1923, Lettre à H.A. Lorentz, SOLV 137)

D'autant plus, ajoute-t-il en faisant probablement allusion à l'occupation militaire de la Ruhr par les troupes françaises et belges en 1923, que

les Français et les Belges ont assez péché ces dernières années pour ne plus jouer la vertu effarouchée.

(août 1923, Lettre à H.A. Lorentz, EP 59)

Einstein informe également Marie Curie de son refus de participer à ce Conseil

d'où les savants allemands sont exclus par principe, uniquement pour leur nationalité (...). N'est-il pas indigne de voir des hommes cultivés se traiter entre eux selon de tels critères, à l'instar de la populace hypnotisée par les manipulations de masse ?

Mais si c'est à cela que ressemble vraiment le monde, d'un côté aussi bien que de l'autre, alors je préfère rester tranquillement dans mon coin plutôt que de sortir et être dépité par le spectacle des hommes.

(déc. 1923, Lettre à Marie Curie, CF 80)

Pourtant, Einstein continue à œuvrer au rapprochement entre les Européens déchirés. Lors de son voyage en Argentine en 1925, il déclare à la presse :

En dépit de ses divisions politiques, l'Europe forme depuis l'Antiquité une unité culturelle. Un Américain qui observe l'Europe dans sa vie intellectuelle et économique voit très bien que notre continent, malgré ses particularités et ses égoïsmes nationaux, mène une vie internationale commune ; nos guerres ne peuvent lui apparaître que comme une folie, voire comme un suicide. L'histoire de la vie intellectuelle en Europe montre que les différentes nations de cette partie du monde n'ont jamais cessé de s'enrichir mutuellement. Les puissantes forces spirituelles qui ont au cours des siècles influencé sous diverses formes la vie scientifique et artistique ne se sont nullement souciées des frontières politiques de l'Europe. La diversité des phénomènes nationaux et leurs particularités individuelles ont culminé à chaque époque dans l'idée européenne, qui ne cesse de se renouveler.

(avril 1925, Article pour un journal argentin, EP 66)

On voit Einstein à des réunions pacifistes, notamment aux côtés de Langevin. Avec Lorentz et Marie Curie, il participe à la Commission de Coopération intellectuelle de la Société des Nations, dont

le but est de rapprocher les peuples. Cependant, les attermolements de la SDN, son impuissance et son manque de moyens le déçoivent :

Je ne peux pas me défaire de l'impression que la SDN, telle qu'elle fonctionne aujourd'hui, n'est sous un nom trompeur qu'un instrument docile aux mains du groupe de puissances qui dominent l'Europe sans frein grâce à leur puissance militaire.

(avril 1923, Lettre à P. Comert, EP 58)

Il est de plus en plus critique vis-à-vis de la politique des Etats et de la passivité des peuples :

Aucun événement de ces dernières années ne fait davantage honte aux Etats civilisés jouant actuellement un rôle essentiel que l'échec des conférences de désarmement qui se sont tenues jusqu'ici ; car cet échec ne repose pas seulement sur les intrigues d'hommes d'Etat ambitieux et sans scrupules, mais aussi sur l'indifférence et le manque d'énergie de tous les pays.

(juin 1931, L'Amérique et la Conférence du désarmement, EP 97)

Ceci le conduit à donner à son pacifisme une forme plus radicale. Il fait partie de l'Internationale de Résistance à la Guerre et soutient le mouvement des objecteurs de conscience. En 1931, il s'adresse à la foule depuis la plate-forme du train qui le ramène vers la côte Est des Etats-Unis :

L'évolution de ces dernières années a montré une fois de plus à quel point nous n'avons pas le droit d'abandonner aux gouvernements la lutte contre les armements et le bellicisme. (...)

La meilleure voie est à mon avis la voie violente, le refus du service militaire, soutenu par des organisations qui assistent matériellement et moralement les courageux objecteurs des différents pays. (...) C'est une lutte illégale, mais une lutte pour le véritable droit des hommes, contre les gouvernements, dans la mesure où ceux-ci exigent de leurs citoyens des actes criminels.

(mars 1931, « Chicago Train Platform Speech », EP 92-3)

Sa réflexion sur la guerre et la paix le conduit à échanger une correspondance avec un autre géant du XX^{ème} siècle, Sigmund Freud :

Cher Monsieur Freud,

J'admire la façon dont, chez vous, l'aspiration à la découverte de la vérité a eu raison de toute autre aspiration. Vous montrez avec une netteté implacable à quel point les instincts de lutte et de destruction sont indissociablement liés, dans la psyché humaine, à ceux de l'amour et de la volonté de vivre. Mais vos explications, qui font autorité, laissent en même temps transparaître un profond désir de réaliser ce grand objectif : affranchir intérieurement et extérieurement l'homme de la guerre.

(1931, Lettre à Sigmund Freud, EP 105)

La correspondance avec Freud sur la guerre

Monsieur et cher ami,

Je suis heureux que l'initiative de la Société des Nations et de son Institut de Coopération intellectuelle de Paris, un échange de vues avec une personne de mon choix pour débattre librement du problème qu'il me plaira, me donne une occasion unique de m'entretenir avec vous de la question qui, en l'état actuel des choses, me paraît la plus importante de la civilisation : existe-t-il une façon de soustraire l'homme à la fatalité de la guerre ? Le progrès technique a rendu cette question vitale pour l'humanité civilisée et la conscience de cette réalité s'est communément imposée. Et pourtant, les efforts ardents déployés pour la résoudre ont échoué jusqu'ici dans des proportions effrayantes. (...)

Etant quant à moi dépourvu de tout sentiment nationaliste, le côté superficiel ou plus précisément organisationnel me semble facile à résoudre : les Etats créent une autorité législative et judiciaire pour arbitrer tous les conflits surgissant entre eux. (...)

[Mais] la soif de pouvoir de la couche sociale dominante de chaque Etat contrecarre une limitation de ses droits de souveraineté. (...)

Comment se fait-il que cette minorité puisse asservir à ses appétits la masse du peuple, pour qui la guerre n'entraîne que souffrances et pertes ? (...) La réponse la plus évidente semble être celle-ci : les minorités dirigeantes détiennent avant tout l'école, la presse et la plupart du temps également les organisations religieuses. Par ces moyens, elles dominent et dirigent les sentiments de la grande masse, dont elles font un instrument docile. (...)

Comment est-il possible que la masse se laisse entraîner jusqu'à la frénésie et au sacrifice par les moyens cités ? La seule réponse possible est celle-ci : il y a en l'homme un besoin de haine et de destruction. En temps ordinaires, cette disposition existe à l'état latent et elle ne se manifeste que chez l'individu anormal. Mais il est relativement facile de la réveiller et de la pousser jusqu'à la psychose collective. (...)

Et je ne songe pas, en disant cela, aux seuls êtres incultes, loin de là. Mon expérience de la vie me donne à penser que c'est bien plutôt la soi-disant « intelligentsia » qui succombe le plus aisément à ces funestes psychoses collectives, car elle n'a pas coutume de puiser directement aux sources du vécu et c'est au contraire par le truchement du papier imprimé qu'elle se laisse saisir le plus facilement et le plus complètement.

(juillet 1932, Lettre à Sigmund Freud, SEP 188-9)

Le mouvement pour la paix gonfle durant les années 1930 parmi les intellectuels de gauche. Avec la guerre menée par l'Italie en Ethiopie, l'attaque du Japon sur la Mandchourie, le renforcement du parti national-socialiste en Allemagne, cette lutte devient de plus en plus pressante, et s'identifie de plus en plus avec l'antifascisme.

Einstein reste cependant prudent, et émet en particulier de fortes réserves concernant le soutien à l'Union soviétique, souvent présentée à gauche comme un facteur de paix :

Je me suis donné beaucoup de mal, ces derniers temps, pour me forger un jugement sur la façon dont les choses évoluent là-bas [en URSS], et je suis arrivé à des résultats bien peu réconfortants.

En haut, le combat personnel de personnages avides de pouvoir avec les moyens les plus abjects et pour des motifs purement égoïstes. En bas, l'asservissement complet de la personne et les entraves à l'expression des opinions. Quelle valeur a donc encore la vie dans ces conditions ?

(juin 1932, Lettre à Henri Barbusse, CF 26)

La Palestine

En 1952, à la mort de Chaïm Weizmann, le premier ministre Ben Gourion proposa à Einstein de lui succéder comme président d'Israël. Einstein déclina la proposition, mais il fit cette profession de foi :

Ma relation avec le peuple juif est devenue le lien le plus puissant de mon existence depuis que j'ai pleinement pris conscience de la précarité de notre situation parmi les peuples.

(nov. 1952, Lettre à Abba Eban, EP 251)

Ce lien puissant n'était pas fondé sur la religion – d'ailleurs Einstein ne pratiquait aucune religion – mais sur une solidarité profonde, éveillée par le vécu de l'antisémitisme :

Les juifs sont une communauté de sang et de tradition, dont la religion ne constitue pas, de beaucoup, le seul lien. C'est ce que prouve du reste l'attitude des autres à l'égard des juifs.

(oct. 1929, Lettre à Willy Helpach, EP 78)

Enfant, Einstein avait connu à Munich des manifestations d'antisémitisme, et ce n'est sans doute pas par hasard que plusieurs de ses amis de jeunesse les plus proches, Besso, Solovine, Grossmann, étaient juifs. Mais

c'est en arrivant en Allemagne il y a quinze ans que je me suis découvert juif, et c'est une découverte que je dois plutôt aux non-juifs qu'aux juifs.

(ibid.)

L'Allemagne du début des années 1920 le démontrait :

L'aversion contre les juifs repose, selon moi, tout simplement sur le fait que les juifs sont différents des non-juifs. (...) Cette aversion est la conséquence de l'existence des juifs, pas de leurs particularités.

(avril 1920, Lettre à un correspondant, EP 36)

Mais pour Einstein, l'appartenance à la communauté juive était aussi fondée sur le partage de valeurs communes :

Ce qui est à l'origine de la communauté juive et ce qui la maintient unie, ce sont ses valeurs spirituelles et morales,

(mars 1937, Discours aux American Friends of the Hebrew University of Jerusalem, EP 160)

ou, comme il le précise aussitôt dans une déclaration de foi de haute valeur humaniste,

ou plus exactement sa quête incessante de ces valeurs.

(ibid.)

Dès après la première guerre mondiale, Einstein ne ménagera pas ses efforts pour aider les juifs opprimés, et pour que se construise en Palestine un foyer national juif conforme à son idéal. C'est la motivation de son voyage aux Etats-Unis en 1921 où, comme il l'écrit à Besso :

J'ai dû me laisser exhiber comme un bœuf primé, parler un nombre incalculable de fois dans de petites et de grandes assemblées et donner d'innombrables conférences scientifiques. J'ai tenu le coup par miracle. Mais c'est fini maintenant, et il me reste la bonne conscience d'avoir fait quelque chose de réellement utile et d'être intervenu courageusement pour la cause juive, sans tenir compte de l'opposition de juifs et de non-juifs – la plupart de nos congénères sont plus malins que courageux.

(mai 1921, Lettre à Michele Besso, BESS 164)

Et il est en effet l'objet d'incessantes sollicitations puisque, comme il l'écrit avec humour à son ami,

je suis devenu, comme tu le sais, un saint juif.

(déc. 1925, Lettre à Michele Besso, BESS 216)

Aux yeux d'Einstein, la création d'un foyer national juif en Palestine est importante non seulement d'un point de vue pratique, mais aussi pour la dignité des juifs parmi les peuples (c'est un thème très important chez lui) :

Il va de soi, évidemment, qu'on ne pourra jamais transplanter en Palestine plus qu'une minorité du peuple juif, mais (...) l'établissement d'un foyer national du peuple juif en Palestine ne peut qu'améliorer le statut et accroître la dignité de ceux qui resteront dans leur pays natal (...).

(oct. 1929, Lettre au Manchester Guardian Weekly, EP 81)

Le foyer national en Palestine est également important pour les valeurs qui y seront cultivées, et à cet égard le séjour d'Einstein en Palestine en février 1923, le seul qu'il y accomplît, a manifestement été émotionnellement marquant.

Même dans les circonstances tragiques qui font suite à la prise du pouvoir par Hitler, Einstein souligne la spécificité du sionisme et du judaïsme tels qu'il les conçoit :

De furieux ennemis se dressent de nouveau contre nous, alors que nous disposons pour notre défense d'aussi peu de moyens matériels que nos aïeux. Le peuple juif a déjà souvent traversé des situations semblables, voire plus graves, et il en est ressorti fortifié et purifié. Le secret de notre force vitale apparemment inébranlable réside dans une forte tradition de justice sociale et d'humble dévouement à la communauté (...).

(...) Gardons-nous bien de ne rien voir de plus grand dans cette œuvre [l'établissement d'un foyer national juif en Palestine] qu'un simple asile ! La jeunesse qui s'y est rendue (...) songeait à quelque chose de plus sublime : la création d'une communauté juive qui se rapprochât, davantage que les pays européens d'où ils venaient, des idéaux traditionnels de justice et d'amour désintéressé du prochain. Et ce sentiment fut partagé par les masses juives qui, en dépit de leur pauvreté et de leurs tourments, firent don de leurs quelques sous d'économie durement gagnés pour soutenir l'œuvre des colons.

(avril 1935, Message de Pâque au National Labor Committee for Jewish Workers in Palestine, EP 150)

L'œuvre de construction de la Palestine doit devenir en premier lieu une incarnation de l'idéal social de vie qui constitue l'élément principal de la tradition juive. La Palestine juive ne doit pas devenir un pays où règne l'exploitation ; l'égalité des droits et des devoirs de tous les individus ainsi que l'aide apportée au libre épanouissement de chacun doivent y être conservées vivantes.

(avril 1936, Message au National Labor Committee for Jewish Workers in Palestine, EP 157)

Qu'est-ce qu'un juif ?

Qu'est-ce qui caractérise le groupe juif ? De manière générale qu'est-ce qu'un juif ? A cette question il n'existe pas de réponse brève. La première réponse à laquelle on pense est la suivante : un juif est une personne qui confesse la religion juive. C'est une réponse superficielle. (...) Le juif qui abandonne (au sens formel du terme) sa religion (...) reste juif. (...)

Le lien qui a uni les juifs depuis des millénaires et qui les unit encore aujourd'hui, c'est en premier lieu l'idéal démocratique de justice sociale et l'idée du devoir d'entraide et de tolérance envers tous les hommes. Cet idéal juif est celui qui anime déjà les plus anciens écrits religieux des juifs, et il a exercé une influence puissante et bienfaisante, à travers la chrétienté et la religion musulmane, sur l'organisation sociale d'une grande partie de l'humanité. (...) Des personnalités comme Moïse, Jésus, Spinoza, Karl Marx, aussi différentes qu'elles puissent être, ont vécu et se sont sacrifiées pour l'idéal de justice

sociale. Sur ce chemin hérissé d'épines, ils ont été guidés par la tradition de leurs pères. (...).

Le deuxième trait caractéristique de la tradition juive est la haute valeur reconnue à toute aspiration spirituelle et à tout travail intellectuel. (...) En même temps, la prédominance de l'esprit critique empêche qu'on suive aveuglément aucune autorité humaine.

(nov. 1938, Paru dans Collier's, SEP 200-1)

Pour Einstein, le foyer national juif ne peut être le lieu d'un nouveau nationalisme. Il est très ferme sur ce point. Dès 1925, il l'affirme avec force dans le message qu'il envoie pour l'inauguration de l'Université hébraïque de Jérusalem :

L'université est le lieu où se manifeste l'universalité de l'esprit humain. La seule fin de la recherche et de la science, c'est la vérité. Aussi est-il naturel que les institutions au service de la science soient des éléments de liaison entre les peuples et entre les hommes. Malheureusement, les universités européennes sont aujourd'hui pour la plupart des conservatoires du nationalisme le plus abject et d'une intolérance aveugle à l'égard de tout ce qui est étranger à leur peuple et à leur race, ou qui en est différent. Les juifs en souffrent particulièrement, non seulement parce qu'on entrave leurs activités et qu'on les empêche de se cultiver, mais aussi parce que la plupart des juifs se sentent profondément étrangers à cet esprit étroitement nationaliste.

En ce jour de naissance de notre Université, je souhaite formuler le vœu que notre Université puisse rester toujours épargnée par ce mal, que les professeurs et les étudiants gardent toujours conscience qu'ils servent le mieux leur peuple quand ils le relient à l'humanité et aux valeurs humaines les plus élevées, qui n'ont plus rien de national.

(mars 1925, Message pour l'inauguration de l'Université hébraïque de Jérusalem, EP 65)

En 1929, après les émeutes antijuives et les affrontements avec les Arabes qui ont éclaté en Palestine, Einstein insiste :

Le sionisme n'aspire pas à priver qui que ce soit en Palestine de ses droits ou des biens dont il jouit. Au contraire, nous sommes persuadés que nous serons capables d'établir avec les Arabes, dont la race est apparentée à la nôtre, une coopération amicale et constructive pour le plus grand bien, matériel et spirituel, des deux parties de la population.

(oct. 1929, Lettre au Manchester Guardian Weekly, EP 82)

Et il est très net dans ses lettres privées :

Si nous ne parvenons pas à trouver dans l'avenir la voie d'une coopération honnête et d'un accord honnête avec les Arabes, alors c'est que deux millénaires de martyre ne nous ont rien appris, et nous mériterons le sort qui sera le nôtre.

(nov. 1929, Lettre à Chaïm Weizmann, EP 84)

En ce qui concerne la question palestinienne, mon souhait le plus cher est que les juifs parviennent, grâce à une politique conséquente, juste et soucieuse du respect légitime des Arabes, à prouver que le peuple juif a, au cours de sa douloureuse histoire, appris quelque chose.

(mai 1930, Lettre à Bernard Lecache, CF 191)

Au fond, Einstein était plutôt réfractaire à l'idée même d'Etat juif :

Je préférerais de beaucoup à la création d'un Etat juif la réalisation d'un accord raisonnable avec les Arabes sur la base d'une coexistence pacifique. Au-delà de considérations pratiques, ma conception de la nature du judaïsme répugne à l'idée d'un Etat juif avec des frontières, une armée et un pouvoir temporel, si modeste soit-il. (...) Je redoute particulièrement le développement dans nos propres rangs d'un nationalisme impitoyable (...).

(avril 1938, Message au National Labor Committee for Palestine, EP 165)

Pour décliner la proposition qui lui sera faite de devenir Président d'Israël, il avait invoqué son manque de qualification :

Ayant eu affaire, ma vie durant, à des données de nature objective, je n'ai ni l'aptitude ni l'expérience requises en matière de rapports humains dans l'exercice de fonctions officielles. C'est pourquoi, même si mes forces n'étaient pas dans une mesure croissante altérées par l'âge, je serais incapable d'accomplir cette haute tâche.

(nov. 1952, Lettre à Abba Eban, EP 251)

Mais sa belle-fille Margot raconte qu'il lui aurait ajouté : « *J'aurais été obligé de leur dire des choses qu'ils n'ont pas envie d'entendre* » (cité in EF 138). On raconte aussi que de son côté, tout en formulant l'offre, Ben Gourion aurait confié son appréhension au ministre Abba Eban : « *Et que faisons-nous s'il accepte ?* ».

Le grand débat de la mécanique quantique

Einstein avait été l'un des grands précurseurs de la mécanique quantique, avec ses articles de 1905 sur le rayonnement et de 1906 sur les chaleurs spécifiques. Dans son âge mûr, il apporta encore trois contributions de première importance.

En 1916-1917, il découvre que, pour retrouver la loi du rayonnement de Planck et les nouveaux résultats présentés par Bohr sur les niveaux d'énergie de l'atome et le rayonnement, il doit faire appel à un processus purement quantique, qui n'avait jamais été entrevu jusque là : l'« émission induite » de lumière par un rayonnement. Un rayonnement lumineux est en effet émis lorsqu'un électron, qui a été préalablement amené à un niveau d'énergie supérieure, « excité », « retombe » vers son niveau le plus bas, en émettant un quantum de lumière correspondant à la différence des niveaux d'énergie. Ce processus de « désexcitation » peut se produire spontanément, selon la même loi aléatoire que pour la désintégration radioactive, mais il peut aussi être provoqué, *induit*, quand un atome qui est déjà excité est frappé par un *nouveau* quantum dont l'énergie, correspond exactement à la différence des niveaux. Ce phénomène est à la base du fonctionnement des lasers.

Ce travail conduit en outre Einstein à franchir un pas supplémentaire décisif dans l'approche atomiste, proprement *quantique* du rayonnement : non seulement *l'énergie* lumineuse est quantifiée, comme il l'avait proposé en 1905, mais également *l'impulsion*, la quantité de mouvement. Il faut donc considérer le quantum de lumière véritablement comme une *particule* à part entière – Einstein lui-même était encore bien loin de cette conception dans son article de 1905, quoi qu'on en dise souvent. Le physicien américain Arthur Compton (1892-1962) mettra expérimentalement en évidence cette nature corpusculaire de la lumière en 1922-1923 grâce à la diffusion de rayons X par des électrons atomiques dans une chambre à brouillard, et ce n'est qu'en 1926 que le nom de « photon » sera attribué à la particule de lumière par G. Lewis.

La troisième contribution d'Einstein remonte à 1924 et prolonge les travaux du physicien indien Satiendranath Bose (1894-1974), qui avait découvert une nouvelle dérivation de la formule du corps noir de Planck. Einstein applique cette approche non plus à des photons en nombre variable, mais à des atomes dont le nombre est conservé. Il montre que ceux-ci peuvent s'accumuler dans un état d'énergie nulle, ce qui leur confère des propriétés particulières : ce sont les « condensats de Bose–Einstein », qui ont été mis en évidence récemment au niveau atomique. A cette époque, Einstein croit que cette propriété s'applique à tous les atomes, mais en fait elle ne vaut que pour ceux dont le « spin » est entier. Par contre, les objets quantiques de spin demi-entier, comme les électrons et les protons, obéissent au « principe d'exclusion » énoncé par Wolfgang Pauli (1900-1958), et ne peuvent se trouver simultanément au même endroit et dans le même état d'énergie et de spin.

C'est précisément sur le thème « *Electrons et photons* » que se réunit à Bruxelles du 24 au 29 octobre 1927 le cinquième Conseil de physique Solvay.

Cette fois, les savants allemands ont été invités, suite à l'entrée de l'Allemagne à la Société des Nations et avec l'accord du roi Albert. Charles Lefébure, le secrétaire administratif des Instituts de Physique et de Chimie Solvay, écrit à Lorentz :

Cher Monsieur Lorentz,

L'approbation du Roi (...) est fort précieuse. (...)

Si M. Einstein veut bien accepter d'être membre de la Commission scientifique, il rendra certes un service pour l'apaisement progressif des esprits, quelles que soient les difficultés épisodiques, locales et passagères auxquelles cela pourrait donner lieu. Il faut aussi donner l'occasion aux professeurs allemands, victimes de l'esprit chauviniste d'un temps de guerre, de revenir sur une malheureuse erreur de psychologie collective.

(avril 1926, cité in ACA 20-21)

Mais surtout, ce Conseil s'ouvre dans un contexte scientifique absolument exceptionnel.

Depuis quelques années, en effet, la compréhension du monde quantique a accompli des progrès extraordinaires.

Vers 1913, peu après la découverte du noyau de l'atome par Rutherford, le jeune savant danois Niels Bohr (1885-1962) avait été capable de décrire les propriétés du rayonnement lumineux par les atomes en faisant appel aux quanta, dans une approche qu'Einstein qualifia de la manière suivante en la rapprochant de ses propres efforts :

Toutes mes tentatives (...) avaient complètement échoué. C'était comme si le sol se dérobaît sous moi ; et, dans ces sables mouvants, impossible de trouver un coin de terre ferme sur quoi bâtir quelque chose. Que cette base si fragile et contradictoire ait suffi à Bohr, avec son instinct et sa sensibilité extraordinaires, pour découvrir les grandes lois des raies spectrales et de la structure électronique des atomes, ainsi que l'impact de ces lois sur la chimie, voilà qui, pour moi, tenait du miracle – et m'apparaît encore aujourd'hui tenir du miracle. C'est la plus belle manifestation de musicalité qu'on puisse imaginer dans les sphères de la pensée.

(1949, Notes autobiographiques, SEP 35)

L'innovation révolutionnaire de Bohr avait été d'attribuer l'émission de rayonnement non pas au mouvement des électrons, comme dans l'électromagnétisme classique, mais au saut d'un électron d'un niveau énergétique (une « orbitale ») à l'autre. Mais l'« ancienne théorie des quanta » de Bohr était encore bien loin d'une théorie mathématique solide.

Celle-ci naîtra dans les années 1925-1927 de la conjonction de nombreux travaux différents, et d'une refonte conceptuelle profonde de la physique elle-même.

Louis de Broglie (1892-1987), qui avait été amené à la physique par la lecture chez son frère Maurice des Comptes-rendus du premier Conseil Solvay, avait été frappé par la double nature de la lumière, à la fois onde et corpuscule quantique. Son intuition géniale fut de suggérer que les corpuscules matériels comme les électrons aient également une nature ondulatoire. Celle-ci fut effectivement mise en évidence en 1927 indépendamment par Clinton J. Davisson (1881-1958) et son collaborateur L.H. Germer, et par George Paget Thomson (1892-1975), dans des expériences de diffraction d'un faisceau d'électrons par un cristal – ce qui conduisit bientôt à la construction du premier microscope électronique.

Langevin, qui était membre du jury de thèse de de Broglie, avait communiqué celle-ci à Einstein, qui la cita dans un article de 1925 et la porta ainsi à la connaissance d'Erwin Schrödinger (1887-1961), professeur à Zurich. En 1926, celui-ci proposait, pour décrire le comportement des objets microscopiques, sa fameuse « équation d'onde », qui permettait de retrouver de manière parfaitement correcte les résultats de Bohr.

Parallèlement, une approche toute différente était développée en 1925-1926 à Göttingen par Max Born (1882-1970) et Werner Heisenberg (1901-1976). Pour rendre compte des propriétés mystérieuses des objets atomiques, ils s'inspiraient en quelque sorte de l'approche qu'avait suivie Einstein pour formuler la théorie de la Relativité, en travaillant exclusivement sur les quantités observables et mesurables, – à savoir ici les différences de niveau d'énergie des électrons dans l'atome. Ce sera le point de départ de la « théorie des matrices », caractérisée par la non-commutativité du produit ($A.B \neq B.A$), puis de l'introduction de la notion d'« opérateurs » quantiques. L'insistance sur l'utilisation exclusive de quantités mesurables, sans préjuger d'une « réalité » qui se situerait au-delà de l'expérience, aura une grande importance épistémologique en mécanique quantique. Bohr se ralliera avec enthousiasme à cette approche, et contribua grandement à la développer.

Enfin, à Cambridge, Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984) avait su partir des premiers résultats de Heisenberg pour construire dès 1925 une théorie élégante, fondée sur une algèbre non-commutative qui la rapprochait de certaines formalisations de la théorie classique.

Toutes ces approches paraissaient très différentes, peut-être même incompatibles, surtout si l'on considérait leurs soubassements philosophiques. Une crise violente opposa les tenants de l'abstraite théorie des matrices, groupés autour de Bohr, et ceux à qui la fonction d'onde introduite par

Schrödinger semblait expliquer de manière plus « naturelle » le caractère discontinu du monde quantique. Mais Schrödinger put bientôt démontrer l'équivalence mathématique des deux théories.

L'édifice mathématique de la mécanique quantique ainsi construit, il restait cependant encore à l'interpréter physiquement !

Deux apports décisifs allaient y contribuer, fournissant la base de ce qui deviendra, grâce à l'esprit subtil de Niels Bohr, l'interprétation la plus généralement acceptée de la mécanique quantique – et sera au centre des prochains affrontements avec Einstein : l'interprétation « de Copenhague ».

En 1927, Heisenberg montrait comment la non-commutativité des matrices est liée à la précision maximale avec laquelle peuvent être effectuées simultanément les mesures de deux grandeurs « complémentaires », telles que la position et l'impulsion d'une particule, ou encore l'énergie mise en œuvre lors d'une interaction et sa durée. Cette précision maximale découle de la double nature, ondulatoire et corpusculaire, de la lumière et de la matière et de l'existence d'un quantum minimum d'action, h ; elle s'exprime par les fameuses relations d'« incertitude » ou d'« indétermination ».

D'autre part, Born fournit une interprétation révolutionnaire de la fameuse « onde » introduite par Schrödinger : celle-ci doit se comprendre non pas comme décrivant la propagation d'un champ matériel mais comme gouvernant le comportement *probabiliste* des objets microscopiques – c'est une onde « de probabilité ».

Photo Conseil Solvay 1927

Peu avant le Conseil Solvay de 1927, la plupart des protagonistes s'étaient retrouvés à Côme en septembre, pour une conférence organisée à l'occasion du centenaire de Volta. Mais Einstein avait refusé de se rendre dans l'Italie fasciste.

Comme Bohr le racontera bien plus tard, chacun se demandait donc, en arrivant à Bruxelles, quel serait le jugement d'Einstein sur la nouvelle théorie :

Depuis leur fondation, Einstein avait été l'une des figures les plus marquantes des Conseils Solvay et plusieurs d'entre nous vinrent à cette conférence anxieux de connaître ses réactions aux derniers développements qui, à notre avis, avaient apporté une vive clarté aux problèmes qu'il avait lui-même, à l'origine, posés avec tant de pénétration.

(N. Bohr, Discussion with Einstein, in Albert Einstein : Philosopher-Scientist, ed. P.A. Schilpp, New York 1949, 211-2)

Eh bien, Einstein réagirait par le refus et l'affrontement ! Un affrontement de titans, qui deviendrait aussi mythique dans l'histoire de la physique que la révélation des quanta au Conseil de 1911.

Tout en reconnaissant les succès de la nouvelle théorie, Einstein ne pouvait accepter l'interprétation statistique qu'en offraient les tenants de l'Ecole de Copenhague. Pour eux, le monde quantique, gouverné par les relations d'indétermination de Heisenberg, est *intrinsèquement* et irréductiblement probabiliste. Einstein, par contre, voyait dans la description statistique non pas le reflet d'une loi de la nature mais l'indication que la description des phénomènes fournie par la théorie actuelle est incomplète. Pour lui, une théorie *complète* du monde atomique ne peut être que déterministe, et l'aléatoire ne peut être que le reflet des insuffisances de la théorie ou de l'instrumentation.

Déjà en 1924, dans une lettre à son ami Max Born, il avait écrit :

L'avis de Bohr sur le rayonnement m'intéresse fort. Mais je ne voudrais pas me laisser entraîner à renoncer à la causalité stricte (...). L'idée qu'un électron exposé à un rayonnement choisit en toute liberté le moment et la direction où il veut sauter m'est insupportable. S'il en était ainsi, j'aimerais mieux être cordonnier ou même employé dans un tripot que physicien. Mes tentatives pour donner aux quanta une forme concevable ont,

il est vrai, toujours échoué, mais je n'abandonnerai pas tout espoir avant longtemps. Et si rien ne marche, je pourrai toujours me dire pour me consoler que l'échec ne tient qu'à moi.

(avril 1924, Lettre à Max Born, EB 98)

Et dans une autre lettre, en 1926 :

La mécanique quantique force le respect. Mais une voix intérieure me dit que (...) la théorie nous apporte beaucoup de choses, mais elle nous rapproche à peine du secret du Vieux. De toute façon, je suis convaincu que lui, au moins, ne joue pas aux dés.

(déc. 1926, Lettre à Max Born, EB 107)

A James Frank, il déclara :

Je pourrais, si le pire devait arriver, admettre que Dieu ait pu créer un monde dans lequel il n'y ait pas de lois naturelles. En bref, le chaos. Mais qu'il y ait des lois statistiques avec des solutions déterminées, c'est-à-dire des lois qui forcent Dieu à jeter les dés pour chaque cas particulier, je trouve cela extrêmement désagréable.

(cité in CENT 6)

Pas de réelle surprise donc si les débats furent des plus vifs à Bruxelles, en octobre 1927 !

2 photos Einstein – Bohr chez Ehrenfest

Bohr raconte :

Dans les discussions très vives (...), les ambiguïtés de la terminologie présentaient de grandes difficultés pour se mettre d'accord sur les problèmes épistémologiques. Cette situation fut exprimée de manière humoristique par Ehrenfest qui écrivit au tableau la phrase de la Bible décrivant la multitude des langues qui empêchèrent la construction de la tour de Babel. Les échanges commencés aux sessions étaient passionnément poursuivis lors des soirées, et de plus longues discussions avec Einstein et Ehrenfest furent pour moi une très heureuse expérience. La réticence à renoncer à une description déterministe en principe était particulièrement exprimée par Einstein, qui nous défia avec des arguments suggérant la possibilité de considérer plus explicitement l'interaction entre les objets atomiques et les instruments de mesure.

(N. Bohr, The Solvay Meetings and the Developments of Quantum Physics, Comptes-rendus du XIIème Conseil Solvay, 1961, SOLV 205)

Einstein ne put convaincre Bohr, mais Bohr ne put convaincre Einstein.

L'esprit acéré d'Einstein contribua, par ses objections et son analyse des contextes expérimentaux, à clarifier les concepts de la mécanique quantique et – indirectement – à la conforter : après tout, elle parvenait à résister au feu roulant de la critique d'Einstein lui-même !

Bien que nos réponses quant à la futilité d'une telle approche ne convainquissent pas Einstein, qui revint avec ce problème lors du Conseil suivant, les discussions furent une inspiration pour continuer à explorer la situation en ce qui concerne l'analyse et la synthèse en physique quantique, ainsi que ses analogies dans d'autres domaines de la connaissance humaine où la terminologie quotidienne demande une considération des conditions sous lesquelles l'expérience est faite.

(Bohr, ibid.)

La discussion se poursuivit en effet au sixième Conseil Solvay, en octobre 1930.

Une fois de plus, Einstein avait construit avec subtilité une expérience de pensée, celle de la « boîte à photon », qui allait désarçonner Niels Bohr. Mais Bohr allait trouver la parade, en utilisant ... la Relativité générale ! Pour Bohr, « la physique était sauvée ».

Dans les rues de Bruxelles

Le physicien belge Léon Rosenfeld (1904-1974) a décrit la discussion entre Einstein et Bohr lors du sixième Conseil Solvay, en 1930. La scène se déroule au Club de la Fondation Universitaire, rue d'Egmont :

Einstein pensait avoir trouvé un contre-exemple au principe d'indétermination avec sa fameuse boîte de laquelle un photon est émis à un moment déterminé, et dont la pesée avant et après l'émission détermine l'énergie du photon émis.

Bohr fut secoué par ce problème dont il ne voyait pas de solution immédiate. Pendant toute la soirée, il était extrêmement malheureux, allant de l'un à l'autre et essayant de les persuader que cela ne pouvait être vrai, que cela signifierait la fin de la physique si Einstein avait raison ; mais il ne parvint pas à trouver de réfutation.

Je n'oublierai jamais la scène des deux protagonistes quittant le Club : Einstein, grande et majestueuse silhouette, marchant calmement, avec une sorte de sourire ironique, et Bohr trottant auprès de lui, très excité, plaidant sans succès que si l'astuce d'Einstein marchait, ce serait la fin de la physique.

Le lendemain matin Bohr triomphait et la physique était sauvée; Bohr avait trouvé la réponse : le déplacement de la boîte dans le champ gravitationnel utilisé pour la peser perturberait la fréquence de l'horloge présidant à l'émission du photon d'une quantité juste suffisante pour respecter les relations d'incertitude entre énergie et temps.

(L. Rosenfeld, Concluding Remarks and Reminiscences, Comptes-rendus du 14^{ème} Conseil de Physique Solvay, 1967, SOLV 207)

+ **photo** rues de Bxl

Photo Conseil Solvay 1930

Einstein continua cependant à exprimer ses réserves :

Malgré tous les succès remportés par la mécanique quantique, je ne crois pas que cette méthode puisse donner à la physique un fondement valable. Je vois en elle quelque chose d'analogue à la mécanique statistique classique, avec cette seule différence que nous n'avons pas encore trouvé ici l'équivalent des équations de la mécanique classique.

(oct. 1935, Lettre à Paul Langevin, CF 180)

En 1935, établi à Princeton, il allait encore forger avec Boris Podolsky et Nathan Rosen le fameux « argument EPR », qui contestait en profondeur l'interprétation « orthodoxe » de la mécanique quantique, c'est-à-dire le point de vue de Bohr : soit la mécanique quantique est une théorie incomplète, soit elle doit nier ses propres fondements quant à la définition même de ce que sont les quantités physiques observables. Et, une fois de plus, paradoxalement, l'argumentation d'Einstein devait faire progresser notre compréhension de la mécanique quantique. L'étude de l'argumentation EPR menée en 1964 par John Bell allait conduire dans les années 1980 à des mesures qui devaient à la fois conforter l'interprétation de Copenhague et affiner notre compréhension de la théorie.

Peu importe finalement qu'Einstein n'ait pas eu raison dans ces critiques. La vérité peut naître de l'erreur, mais elle ne peut naître de la confusion. Dans la naissance et les développements de la mécanique quantique, la force extraordinaire d'Einstein ne fut pas seulement d'avoir réalisé de très grandes avancées, mais aussi d'avoir su poser avec précision et rigueur des questions qui se révélèrent exceptionnellement fertiles.

L'argument EPR

Le fond de l'argumentation d'Einstein, Podolsky et Rosen est que la description « orthodoxe » de la mécanique quantique est incomplète. Einstein l'explique de la manière suivante :

Considérons un système mécanique constitué de deux systèmes partiels A et B qui agissent l'un sur l'autre pendant un temps limité. Soit Ψ la fonction d'onde avant leur interaction. L'équation de Schrödinger fournira alors la fonction Ψ après l'interaction. Déterminons maintenant par des mesures l'état physique du système partiel A, d'une manière aussi complète que possible. La mécanique quantique nous permet de déterminer la fonction d'onde Ψ du système partiel B d'après les mesures faites [sur A] et d'après la fonction Ψ du système total. Cette détermination, cependant, donne un résultat qui dépend des grandeurs de A qui ont été mesurées (p. ex. les coordonnées ou les quantités de mouvement). Comme il ne peut y avoir qu'un seul état physique de B après l'interaction, et qu'il ne peut pas raisonnablement être considéré comme dépendant de la mesure particulière qui a été effectuée sur le système A – qui est séparé de B –, ceci montre que la fonction Ψ n'est pas en correspondance biunivoque avec l'état physique. Cette correspondance de plusieurs fonctions Ψ au même état physique de B montre que la fonction Ψ ne peut être interprétée comme une description complète d'un état physique d'un système individuel.

(1936, Physique et Réalité, CS 65-66)

Il est à remarquer que l'argument EPR fait intervenir une hypothèse implicite, celle de « localité ». Celle-ci est liée à l'impossibilité de l'action instantanée à distance : deux systèmes ne peuvent s'influencer ou échanger de l'information à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Cependant, on considère aujourd'hui, sur base précisément des axiomes de la mécanique quantique, que certains systèmes physiques peuvent être « non-locaux ». Ainsi, deux particules corrélées (qui ont interagi dans le passé) se comportent comme formant un tout indivisible, possédant une certaine extension spatiale, et cela sans que l'on doive invoquer d'action à distance.

Certains physiciens ont également élaboré des théories à « variables cachées ». Ces théories visent à rencontrer l'ambition d'Einstein de décrire « complètement » la réalité : l'indétermination dans les résultats des expériences serait due à des effets statistiques sur la distribution aléatoire d'un ensemble de variables que l'on n'observe pas directement.

En 1964, J.S. Bell montra que toute théorie quantique locale à variables cachées doit satisfaire à certaines inégalités. Par ailleurs, le formalisme de la théorie quantique conduit à la violation de ces inégalités. Des expériences ont été menées afin de vérifier les inégalités de Bell, notamment par A. Aspect dans les années 1980. Leurs résultats sont conformes à la théorie quantique. Elles peuvent être interprétées selon le point de vue « orthodoxe » (fonction d'onde non-locale), ou encore dans le cadre de théories à variables cachées non-locales.

Dans une lettre adressée en 1954 à Louis de Broglie, Einstein résume ce que fut l'effort des trente dernières années de sa vie : la recherche d'une théorie de champ unifiant la gravitation et l'électromagnétisme, fondée sur un principe d'universalité. En même temps, il exprimait sous une forme étonnamment affective son rapport à la théorie quantique :

Je dois ressembler à l'oiseau du désert, l'autruche, qui sans cesse se cache la tête dans le sable relativiste pour éviter d'avoir à faire face aux méchants quanta. En vérité, je suis, exactement comme vous, convaincu qu'il faut chercher une substructure, une nécessité que la théorie quantique actuelle cache habilement par l'application de la forme statistique.

Mais depuis longtemps je suis convaincu qu'on ne pourra pas trouver cette substructure par une voie constructive en partant du comportement empirique connu des choses physiques, car le saut conceptuel nécessaire dépasserait les forces humaines. Ce n'est pas seulement par la futilité de nombreuses années d'efforts que je suis arrivé à cette opinion, mais aussi par mon expérience en théorie de la gravitation. Les équations de la gravitation pouvaient être découvertes seulement sur la base d'un principe purement formel (la covariance générale) c'est-à-dire sur la base de la conviction que les lois de la

nature ont la plus grande simplicité logique imaginable. Comme il était évident que la théorie de la gravitation ne constitue qu'un premier pas vers la découverte de lois générales de champ les plus simples possibles, il me semblait que d'abord cette voie logique devait être poursuivie jusqu'au bout avant de pouvoir espérer arriver également à une solution du problème quantique. C'est ainsi que je suis devenu un adepte fanatique de la méthode de la « simplicité logique ».

Les physiciens de la génération présente sont convaincus, il est vrai, qu'on ne peut pas arriver de cette façon à la théorie de la structure atomique et quantique. Peut-être ont-ils raison sur ce point. Peut-être n'y a-t-il pas de théorie de champ des quanta. Dans ce cas mes efforts ne peuvent pas mener à la solution du problème de l'atomistique et des quanta, peut-être même pas nous rapprocher d'une solution. Mais cette conviction négative est fondée sur une base seulement intuitive et non pas objective. En outre, je ne vois aucune autre voie clairement distincte vers une théorie logiquement simple.

(févr. 1954, Lettre à Louis de Broglie, CF 60-61)

Comme il l'écrivait en 1940 :

Il est permis à chacun de choisir la direction de ses efforts, et tout homme peut tirer consolation de la belle maxime de Lessing, que la recherche de la vérité est plus précieuse que sa possession.

(1940, Les Fondements de la Physique théorique, CS 96)

Face à la barbarie

Durant l'hiver 1930-31, ainsi que lors des deux suivants, Einstein et son épouse passèrent trois mois au Caltech, l'Institut californien de Technologie à Pasadena.

C'est pendant ce troisième séjour qu'Einstein apprit l'arrivée de Hitler au pouvoir en Allemagne : bien que le parti nazi ne disposât pas de la majorité parlementaire, son chef avait été désigné comme chancelier du Reich le 30 janvier 1933 par le président conservateur Hindenburg, avec le soutien des milieux industriels et financiers. La division de la gauche, la lâcheté et l'aveuglement anti-communiste de la droite avaient mené au pire.

Le 10 mars 1933, Einstein fait savoir qu'il a décidé de ne pas regagner l'Allemagne :

Tant que j'en aurai la possibilité, je ne résiderai que dans un pays où règnent la liberté politique, la tolérance et l'égalité devant la loi. (...) Ces conditions ne sont pas remplies actuellement en Allemagne.

(mars 1933, Interview au New York World Telegram, EP 122)

Le 20 mars, les nazis perquisitionnent sa villa près de Berlin.

Le 28 mars, à bord du paquebot *Belgenland* qui le ramène en Europe, Einstein adresse une lettre de démission de l'Académie des Sciences de Prusse (laquelle déclarera le 1^{er} avril, malgré l'opposition de Planck et von Laue, n'avoir aucune raison de regretter cette démission) :

La situation qui est actuellement celle de l'Allemagne m'amène à renoncer par la présente au poste que j'occupe à l'Académie des Sciences de Prusse. L'Académie m'a permis pendant dix-neuf ans de me consacrer à mes travaux scientifiques en n'étant soumis à aucune obligation professionnelle. Je suis conscient de la très grande reconnaissance que je lui dois. C'est à regret que je la quitte, en ayant présentes à l'esprit les stimulations et les belles relations humaines dont j'ai pu bénéficier pendant tout ce temps où j'en étais membre, et que j'ai toujours appréciées au plus haut point.

Il m'est cependant devenu insupportable dans la situation actuelle de dépendre du gouvernement prussien, ainsi que mes fonctions m'y obligent.

(mars 1933, Lettre à l'Académie des Sciences de Prusse, EP 123)

Le 28 mars au soir, Einstein et son épouse débarquent à Anvers, où ils sont accueillis par le bourgmestre Camille Huysmans, des professeurs d'université dont Th. De Donder, des représentants des organisations juives, des journalistes.

Le 1^{er} avril, ils s'installent au Coq-sur-Mer, à la côte belge, dans la « Villa savoyarde ».

Peu après, Einstein se rend à l'ambassade d'Allemagne à Bruxelles pour renoncer officiellement à la nationalité allemande qui lui avait été accordée en sus de sa nationalité suisse lors de sa désignation à Berlin. Dans toute l'Allemagne les intellectuels juifs et progressistes sont persécutés. Dès 1933, 1200 professeurs de l'enseignement supérieur sur 8000 perdent leur emploi, et 8000 étudiants sont chassés des universités. Einstein est bien conscient de la veulerie de beaucoup d'intellectuels allemands :

Il ne faut pas oublier que les sociétés savantes allemandes ont toléré en silence qu'on anéantisse par des moyens économiques les savants juifs et libéraux.

(avril 1933, Lettre à G. E. Halle, EP 128)

Einstein est personnellement l'objet d'une campagne violente, incluant perquisitions, confiscation de ses biens et menaces sur sa vie. Il prend cependant la situation avec calme et philosophie, ainsi qu'en témoignent les difficultés des gendarmes belges à assurer sa sécurité...

Rapports de la Sûreté belge concernant les mesures de surveillance destinées à assurer la sécurité du professeur Einstein et de son épouse :

Il [Einstein] est en principe adversaire de mesures spéciales de protection à son égard et semble trouver négligeables les lettres de menace dont il est l'objet ; il ne prend personnellement aucune mesure de protection ; il travaille très tard dans la nuit et laisse souvent ouverte la porte de sa villa. L'accès de celle-ci est très aisé, le bureau du professeur est au rez-de-chaussée à front de l'avenue Shakespeare et une agression pourrait s'y perpétrer avec facilité. Dans ces conditions, il n'est guère possible d'assurer d'une façon absolue la sécurité du savant.

(12 avril)

Le savant est sorti plusieurs fois sans prévenir, vers 2 ou 3 heures de la nuit, pour faire une promenade seul sur la digue.

(10 août)

[Il] ne facilite guère notre mission de surveillance en ne nous donnant pas les éléments voulus à cette fin. Madame Einstein, par contre, ne dissimule pas son inquiétude sur les dangers que court son mari (...).

(10 août)

Jusqu'à nouvel ordre, un gendarme, en tenue bourgeoise, dormira – ou plutôt passera la nuit – dans la villa occupée par la famille Einstein.

(8 septembre)

(ACA 36-37)

En Belgique, Einstein se trouve accueilli dans un pays neutre, tout proche de l'Allemagne, où il jouit de nombreuses amitiés, au premier rang desquelles celles de la famille royale.

Depuis une première visite en mai 1929, il a passé plusieurs après-midi au palais de Laeken à jouer du violon avec la reine Elisabeth. Il raconte à Elsa en 1930 :

La chaleur de leur accueil m'a touché. Ces deux-là [le roi et la reine] sont d'une pureté et d'une gentillesse rares. Nous avons d'abord bavardé pendant une heure environ. Puis [la reine et moi] avons joué des quatuors et des trios [avec une musicienne anglaise et une dame d'honneur]. Gaiement, nous avons continué ainsi pendant plusieurs heures. Puis tout le monde est parti, et je suis resté seul à dîner – menu végétarien, pas de domestiques. Des épinards, des œufs frits et des pommes de terre, un point c'est tout (on n'avait pas prévu que je resterais pour le dîner). Je me suis bien plu chez eux, et je suis sûr que cette sympathie est réciproque.

(cité in HOF 180)

En outre, Einstein connaît diverses personnalités belges. A Spa, en 1932, il s'est entretenu avec le dirigeant socialiste Emile Vandervelde, qu'il apprécie et qu'il félicitera en 1937 pour son soutien à l'Espagne républicaine. Il connaît également Jules Destrée, membre de la Commission de Coopération intellectuelle.

Photos Albert, Vandervelde + autres

A l'été 1933, la Belgique est agitée par la préparation du procès de deux objecteurs de conscience, Hem Day, du Comité International de Défense Anarchiste, et Léo Champion, de l'Internationale des Résistants à la Guerre. Le roi Albert – qui, faisant allusion aux après-midi de violon avec la reine Elisabeth, se présente comme « *le mari du second violon* » (ACA 35) – écrit à Einstein pour lui demander de le rencontrer. Suite à l'entrevue, Einstein lui adresse le 14 juillet un courrier où il explique pourquoi il n'interviendra pas directement en faveur des deux hommes :

Majesté,

L'affaire des objecteurs de conscience ne cesse de me préoccuper. (...)

J'ai déjà fait allusion aux raisons pour lesquelles je ne devais pas intervenir, en dépit de mes liens étroits avec les opposants au service militaire.

1) Dans la situation actuelle, et face à la menace que représentent les événements en Allemagne, il est certain que les forces armées belges ne sont qu'un moyen de défense et nullement l'instrument d'une action offensive. Mais, pour une action défensive, c'est justement maintenant que l'on a de toute urgence besoin de cette armée.

2) S'il y a quelqu'un qui doit intervenir dans cette affaire, cela ne doit pas être une personne qui jouit de l'hospitalité de ce pays.

J'aimerais ajouter à ceci une autre remarque. S'il y a des hommes qui se voient contraints, par leurs convictions morales et religieuses, de refuser le service militaire, on ne devrait pas les traiter en criminels.

(juillet 1933, Lettre au roi Albert, EP 131)

Le roi répond d'Ostende, le 24 juillet :

Mon cher Professeur,

J'ai reçu avec un extrême plaisir la lettre que vous m'avez si aimablement écrite, et je vous adresse mes plus vifs remerciements. Je suis très sensible à ce que vous me dites de la Belgique et de l'honnêteté de sa politique étrangère. (...) Comme vous le dites si bien, notre armée a un caractère défensif (...).

Nous nous sommes réjouis quand vous êtes venu sur notre sol. Il y a des hommes qui, par leurs travaux et la supériorité de leur esprit, appartiennent plus à l'humanité qu'à un pays, mais le pays qu'ils choisissent comme terre d'asile en conçoit une vraie fierté. (...)

(juillet 1933, Lettre du roi Albert à Einstein, PMJ 402)

Les deux objecteurs seront condamnés à trois mois de prison, puis rapidement rayés de l'armée et libérés.

On le voit, l'évolution dramatique de la situation politique en Allemagne, les menaces que le régime nazi fait peser sur la paix mondiale ont conduit Einstein à revoir sa position sur le désarmement. Lui qui récemment encore prônait l'opposition radicale et le refus de tout service militaire, il appelle désormais, face au danger allemand, au renforcement de la défense.

Le 20 juillet, Einstein écrit en ce sens à un objecteur de conscience français réfugié en Belgique :

Vous allez être fort étonné de ce que je vais vous dire. (...) Dans les circonstances actuelles, citoyen belge, je ne refuserais pas le service militaire.

(juillet 1933, Lettre à Alfred Nahon, CF 240)

Le 28 août, il s'explique auprès du secrétaire de l'Internationale des Résistants à la Guerre :

Il y a quelques années (...) j'ai défendu l'objection de conscience à peu près en ces termes : « Je veux bien admettre qu'un certain nombre de tribus africaines courraient un grand danger à se détourner des armes. Mais il n'en va pas de même pour les peuples civilisés d'Europe... ». Je n'ai, depuis lors, certainement pas changé d'avis, mais la situation de l'Europe, elle, a bien changé : elle s'est rapprochée de la situation africaine.

Aussi longtemps que l'Allemagne, par une politique systématique d'équipement en matériel et d'endoctrinement des citoyens, préparera une guerre de revanche, la seule et unique solution pour les pays de l'Europe occidentale sera malheureusement la défense armée. J'irai même jusqu'à affirmer que, s'ils sont intelligents et prudents, ils n'attendront pas d'être attaqués, et qu'ils feront bien, au contraire, d'empêcher l'adversaire de se préparer. Et ils n'y parviendront qu'à condition d'être suffisamment armés.

J'ai peu de plaisir à dire cela, car, au plus profond de moi-même, je hais toujours autant la violence et le militarisme. Mais il m'est impossible de ne pas regarder la réalité en face.

(août 1933, Lettre à E. Lagot, CF 160)

L'objection de conscience

Lettre d'Einstein à Alfred Nahon, objecteur de conscience français réfugié en Belgique, datée du 20 juillet 1933 :

(...) Vous allez être fort étonné de ce que je vais vous dire.

Nous vivons il y a peu de temps encore dans une époque où l'on pouvait espérer combattre efficacement le militarisme en Europe par une résistance individuelle. Mais aujourd'hui, nous nous trouvons en présence d'une situation tout à fait différente. Au centre de l'Europe, il y a une puissance (l'Allemagne) qui ouvertement, par tous les moyens, travaille à la guerre. Les pays romans, en particulier la Belgique et la France, se trouvent ainsi gravement en danger et sont absolument dépendants de leur armée. (...)

C'est pourquoi je vous le dis sans détour : dans les circonstances actuelles, citoyen belge, je ne refuserais pas le service militaire ; je l'accepterais de bon gré, avec le sentiment de contribuer à la sauvegarde de la civilisation européenne.

Cela ne signifie pas une renonciation de principe à la position que j'avais prise précédemment. Je n'ai pas d'espoir plus grand que de pouvoir retrouver des temps où le refus du service militaire sera de nouveau un moyen de lutte efficace au service du progrès de l'humanité.

(juillet 1933, Lettre à Alfred Nahon, CF 240)

Le 5 août 1933, Nahon répond à Einstein :

Votre lettre m'a beaucoup peiné. Elle peinera tous les pacifistes sincères et donnera prise à tous les découragements possibles. Avec le plus grand respect pour votre génie, cher Einstein, et avec la prudence que me commandent mon âge ainsi que ma raison, je crie à la trahison. (...)

(août 1933, Lettre d'Alfred Nahon, CF 241)

Après une nouvelle lettre d'Einstein le 14 août, Nahon lui adresse le courrier suivant le 2 mai 1934 :

Mon cher Einstein,

Vous vous rappelez très certainement la lettre que vous m'avez écrite le 20 juillet 1933 à Uccle - Bruxelles.

A la suite des longues réflexions qu'elle m'a inspirées, j'ai pris la ferme et loyale décision de faire ma soumission devant l'autorité militaire, le 3 avril 1934, en retard de quatre mois sur mon ordre d'appel. Je suis en prison, en prévention de conseil de guerre. Mon procès aura lieu le 15 mai.

(mai 1934, Lettre d'Alfred Nahon, CF 242)

Sur le plan scientifique, Einstein donne en mai à la Fondation universitaire de Bruxelles plusieurs conférences, auxquelles assistent Th. De Donder, G. Lemaître et L. Rosenfeld. En juin, il se rend en Grande-Bretagne, pour donner des conférences à Oxford (conférences Herbert Spencer) et à Glasgow.

L'université de Madrid lui offre un poste de professeur, et le gouvernement français lui attribue une chaire au Collège de France. Il est reconnaissant mais embarrassé par ces différentes offres ; il s'explique auprès de Langevin, en traçant de lui-même un portrait à la fois lucide et teinté d'humour :

Pour ce qui est de la chaire que l'on envisage de me confier au Collège de France, mes réserves viennent simplement de ce que je ne suis pas en mesure de donner un nombre important de conférences qui auraient assez de valeur pour les jeunes gens de là-bas.

J'ai beaucoup travaillé, certes, mais j'ai aussi rejeté la plus grande partie de ce que j'ai fait ; et je ne sais nullement encore si l'avenir me donnera raison sur ce qui reste. En fait, je ne possède ni une compétence ni un savoir particuliers, mais seulement la passion de la

recherche. Quant aux choses que j'ai trouvées et qui se sont avérées justes, n'importe quel étudiant ordinaire les connaît et il serait ridicule que je les expose. En fait, je me fais un peu l'effet d'un vieux chat qui aurait à tirer une jolie petite voiture alors qu'il ne sait rien faire d'autre que de chasser la souris. Ou encore d'un violoneux tzigane incapable de lire une partition et qui serait appelé à devenir premier violon dans un orchestre symphonique.

(juin 1933, Lettre à Paul Langevin, CF 178)

Photos Elisabeth Comité scientifique

En juillet 1932, Einstein avait participé à la réunion du Comité scientifique des Conseils Solvay, présidé depuis la mort de Lorentz en 1928 par son ami Paul Langevin.

Le septième Conseil, consacré au thème *Structure et propriétés des noyaux atomiques* s'ouvrit à Bruxelles le 22 octobre 1933. Quarante savants de tout premier plan y participaient, dont 6 avaient reçu le prix Nobel et 14 allaient le recevoir.

Mais Einstein n'en était pas : le 9 septembre, il était parti aux Etats-Unis pour un exil définitif.

Avec son épouse, il s'installa à Princeton, à l'*Institute for Advanced Studies* récemment créé. En novembre, il écrit à la reine Elisabeth :

Princeton est un merveilleux petit morceau de terre, et avec cela un endroit extraordinairement amusant et cérémonieux, peuplé de demi-dieux chétifs montés sur des échasses. Mais on peut aussi, grâce à quelques manquements voulus au bon ton, se procurer une belle tranquillité – c'est mon cas.

(nov. 1933, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 396)

Sa belle-fille Margot les rejoindra en 1934, puis en 1939 sa sœur Maja, après le décès d'Elsa en 1936. En 1940, Einstein prêtera solennellement serment en tant que citoyen américain, avec Margot et sa secrétaire Hélène Dukas.

Jamais Albert Einstein ne reviendra en Europe. Et jamais il ne pardonnera aux Allemands les atrocités qu'ils ont fait subir aux juifs.

Lettres à la reine Elisabeth

A l'annonce de la mort du roi Albert :

Vénérée Reine,

Il semblerait que dans ces années chargées de mal, le sort s'acharne à pulvériser tout ce qui reste de grande valeur humaine et de serviteurs soucieux du bonheur de l'humanité. Il ne m'est pas arrivé souvent, dans la vie, d'être bouleversé comme je le fus après la nouvelle du coup si lourd qui a subitement ruiné votre harmonieuse existence et qui a fait une brèche, impossible à combler, dans ce petit groupe de lutteurs dévoués qui s'efforcent d'arrêter la chute lugubre de l'Europe.

Le Roi a abandonné la vie d'une façon merveilleuse, en pleine force « imbrisée », et s'est plongé dans l'inconsciente nature qu'il aimait avec une telle passion. Mais pour la nation belge, et au-delà d'elle pour l'Europe, sa main qui savait aplanir avec douceur, son œil clair et net de tout préjugé sont irremplaçables.

Je sais ce qu'éprouvent ceux qui voient l'objet de leur amour appartenir irrévocablement au passé. Mais je sais aussi que pour les êtres forts, dont vous êtes, se mettre au service des choses immatérielles et en particulier se consacrer aux arts emplit leur vie d'une douceur qui échappe, dans une certaine mesure, à la brutalité des coups que porte l'aveugle destin.

En vous disant la part que je prends de tout cœur à votre peine, je vous serre les mains.

Votre Albert Einstein, le 20 février 1934

(févr. 1934, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 407)

Le 16 février 1935 :

(...) Je languis parfois après les belles heures passées, elles appellent à un voyage en Europe, mais tant de devoirs m'attendraient là-bas que je ne puis pas trouver le courage de pareille entreprise. En outre, faire de la voile dans les baies désertes des côtes de ce pays ne manque pas d'attrait non plus. Si vous étiez de ces mortels qui s'imaginent qu'ils sont libres de l'entreprise de la vie publique, j'essayerais de vous donner le courage de venir de ce côté, et cela en été. Je possède maintenant, comme un marin, un compas qui brille dans le vent. Mais mon art de navigateur ne va pas aussi loin et je suis déjà satisfait lorsque j'arrive à me séparer du banc de sable auquel je reste parfois enlisé, un peu comme pendant notre quatuor de Beethoven. (...)

(févr. 1935, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 399)

Le 20 mars 1935 :

(...) Il m'est donné de vivre ici à Princeton sur un îlot du destin qui a des affinités avec le délicieux parc de Laeken. Les voix égarées de la lutte humaine pénètrent à peine ici, dans cette petite ville universitaire. J'ai presque honte de vivre dans une quiétude aussi contemplative, pendant que tout lutte et souffre.

Mais finalement c'est encore ce qu'il y a de mieux à faire que de s'occuper de l'Eternel, parce que c'est de là que jaillit tout esprit qui peut redonner la tranquillité à la terre des hommes. (...)

Ce qui peut vivifier d'une manière rafraîchissante les gens plus âgés, c'est la joie d'observer l'activité des jeunes, joie qui est obscurcie par des pressentiments inquiétants.

Et pourtant, le soleil de printemps éveille la vie comme autrefois, et nous pouvons nous en réjouir et contribuer à son épanouissement. Et Mozart est resté aussi beau et aussi délicat qu'il l'a toujours été et le sera. Il y a tout de même quelque chose d'éternel, qui reste à l'écart des agissements du sort et de tout aveuglement humain. (...)

(mars 1935, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 399)

Le 9 janvier 1939 :

Vénérée Reine,

Un long temps a passé depuis que j'ai reçu votre dernière lettre. Elle a été pour moi une joie, et c'est pourquoi je n'ai pu répondre. La décadence morale que nous vivons et les souffrances qui s'y rattachent sont si oppressantes que l'on ne peut que s'enfuir entièrement dans le travail. (...)

Il y a des heures durant lesquelles on est libre de ses attaches intérieures, de l'insuffisance humaine. On reste alors accroché à n'importe quel endroit de notre petite planète, et l'on observe la beauté froide mais tellement saisissante de l'Eternel dans son impénétrable profondeur. Vie et mort se rejoignent, et il n'y a aucun « devenir », ni aucun destin, seulement un être.

Je travaille avec plusieurs jeunes confrères, paisiblement mais sans défaillance. Cela conduit-il vers la vérité ou vers l'égarément ? Peut-être ne pourrai-je plus le démêler avec quelque sûreté dans le peu de temps qui me reste. Mais je suis reconnaissant au destin pour le contenu de ma vie, qui me tient en haleine et donne un sens à mon existence. (...)

(janv. 1939, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 397)

Le 12 août 1939 :

Chère et vénérée Reine,

(...) à la lecture de votre lettre pâlissent les sentiments amers qui sont inséparables de toute pensée de l'Europe. Mon désir de fouler à nouveau le sol familial devient très fort. Mais je suis comme une vieille femme qui porte une traîne si compliquée qu'elle n'ose plus se lever après s'être assise.

En été, je suis toujours dans cette île tranquille et je navigue dans mon petit bateau muni d'une seule voile. Le vendredi soir viennent des amis amateurs de musique, et le quatuor se poursuit tard dans la nuit. La musique a pris partout racine, et un petit monde d'amateurs en vit. L'étranger qui ne perçoit de l'Amérique que ses dehors tapageurs ne se doute pas de pareille chose. Durant l'année je travaille avec mes jeunes collègues à nos problèmes de physique.

S'il n'y avait le journal et les innombrables lettres que je reçois, je ne serais pas conscient de vivre en cette époque où la cruauté humaine se propage et s'élève de manière si angoissante. (...)

Pour finir, j'aimerais vous recommander un trio de Beethoven pour deux violons et alto (opus 87), un morceau gai dont je ne savais rien jusqu'à hier soir. Je suis tellement heureux que vous viviez toujours dans l'amour de la musique et que vous restiez fidèle à ce petit cercle. Comme j'aimerais partager encore avec vous un Mozart, ne fût-ce qu'une fois ! (...)

(août 1939, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 397)

Le 6 janvier 1951 :

(...) Malgré tout mon désir, il ne me sera sans doute pas donné de revoir Bruxelles. A cause de la bizarre popularité que j'ai acquise, tout ce que je fais a de fortes chances de se transformer en une comédie ridicule. Cela signifie pour moi une condamnation aux arrêts, qui m'oblige à rester à Princeton.

J'en ai assez de jouer du violon. Au fil des années, il m'est devenu de plus en plus intolérable de m'entendre jouer. J'espère qu'il ne vous est rien arrivé de semblable. Il ne me reste que mon travail inlassable sur de difficiles problèmes scientifiques, la fascinante magie de ce travail qui se poursuivra jusqu'à mon dernier souffle. (...)

(janv. 1951, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 399)

*

* *

En exil, les combats politiques d'Einstein s'amplifient et prennent de nouvelles formes : appels à résister au nazisme, soutien à l'Espagne républicaine et à la résistance chinoise face à l'invasion japonaise, efforts pour aider les réfugiés européens, pour leur procurer aux Etats-Unis des garants, pour leur faire obtenir un passeport, leur fournir des fonds, leur trouver un emploi – ce qui est particulièrement difficile dans cette époque de chômage, où tant d'intellectuels sont chassés des universités allemandes. Dans une lettre à Solovine, il met sa situation confortable à Princeton en contraste avec le sort difficile des autres réfugiés :

Moi, c'est vrai, on m'apprécie hautement, parce que je suis une véritable antiquité, une curiosité qui a sa place dans les musées.

(avril 1938, Lettre à Maurice Solovine, CF 292)

En 1937, Einstein salue « le combat héroïque du peuple espagnol pour la liberté et la dignité humaine », tout en déplorant que les démocraties n'agissent pas

conformément aux lois de la morale et de l'instinct de conservation (...). Les peuples libres comprendront-ils à temps qu'ils doivent être aussi solidaires que le sont aujourd'hui les ennemis de l'humanité ?

(nov. 1937, Message au Comité mondial contre la guerre et le fascisme, EP 163)

Lui-même se fait membre des Amis de la Brigade Lincoln, la brigade des combattants américains en Espagne (ce qui sera, parmi beaucoup d'autres choses, retenu contre lui par le FBI sous l'ère Mac Carthy).

Les démocraties capitulent systématiquement devant Hitler : abandon de l'Espagne, acceptation de l'annexion de l'Autriche au Reich, abandon de la Tchécoslovaquie. Ces reculades successives ne font qu'encourager Hitler, qui se montre de plus en plus menaçant. Einstein, comme beaucoup de démocrates, comprend que la guerre est inévitable, et que ce sera une guerre sans merci.

En août 1939, il est approché par le physicien nucléaire d'origine hongroise Leo Szilard (1898-1964), avec qui il a déposé plusieurs brevets, dont en 1930 un brevet pour une machine frigorifique. Szilard est accompagné d'Eugène Wigner (1902-1995), lui aussi réfugié juif hongrois. Ils l'informent que, selon certains indices, dont l'interdiction imposée par le Reich d'exporter le minerai d'uranium de Tchécoslovaquie, il semblerait que les nazis travaillent à la préparation d'une bombe atomique.

Le pacifiste Einstein va alors jusqu'au bout de son engagement. Szilard et lui envisagent d'abord de s'adresser à la reine Elisabeth de Belgique, afin qu'elle intervienne pour éviter que l'uranium congolais ne tombe lui aussi dans les mains des Allemands. Mais c'est finalement au président Franklin D. Roosevelt qu'Einstein enverra la célèbre lettre, rédigée avec Szilard, pour attirer son attention sur ce danger sans précédent et l'appeler à prendre les mesures appropriées.

La lettre à Roosevelt

Des travaux récents de physique nucléaire ont rendu probable la transformation de l'uranium en une importante source d'énergie nouvelle. (...) Cela ouvrirait la possibilité non négligeable, sinon la certitude, de fabriquer des bombes qui, sans doute, seraient trop lourdes pour être transportées par des avions, mais pas trop lourdes pour des navires ; or une telle bombe explosant dans un port serait sans doute tout à fait suffisante pour faire exploser ce port et toute la région avoisinante.

Dans ces conditions, il serait souhaitable que le Gouvernement entretienne des contacts permanents avec le groupe de physiciens qui travaillent dans ce pays sur la réaction en chaîne. (...) Pour autant que je sache, l'Allemagne a interdit l'exportation de minerai d'uranium, ce qui peut s'expliquer par le fait que le fils du secrétaire d'Etat von Weizsäcker travaille comme physicien au Kaiser Wilhelm Institut de Berlin, où les travaux américains sur l'uranium sont repris actuellement.

Les Etats-Unis ne disposent que de minerais d'uranium très pauvres, la principale source d'uranium est au Congo belge.

(août 1939, Brouillon de la lettre à Franklin D. Roosevelt, EP 175)

Une fois les Etats-Unis entrés en guerre, Einstein sera consultant pour le département de recherche sur les explosifs de la Navy (il se vantera d'avoir été accepté à la Navy sans avoir dû se couper les cheveux !). Mais en raison de ses prises de position politiques, il sera tenu à l'écart des travaux sur la bombe atomique et des services de l'Armée de Terre, lui dont les compétences ont pourtant été sollicitées indirectement par le conseiller du Président, Vannevar Busch, sur la question de la séparation isotopique par diffusion gazeuse, mais dans des termes trop vagues pour qu'il puisse répondre utilement.

Malgré son soutien à Roosevelt, Einstein est d'ailleurs critique à l'égard de la politique américaine :

Pourquoi Washington a-t-il aidé à étrangler l'Espagne loyaliste ? Pourquoi a-t-il un représentant officiel dans la France fasciste ? Pourquoi ne reconnaît-il pas le gouvernement français en exil ? Pourquoi garde-t-il des relations avec l'Espagne franquiste ? Pourquoi aucun effort n'est-il fait pour aider la Russie qui en a le plus grand besoin ? Ce gouvernement est largement dominé par des financiers dont la mentalité est

proche de l'état d'esprit fasciste. Si Hitler n'était pas en plein délire, il aurait pu avoir de bonnes relations avec les puissances occidentales (...).

(sept. 1942, Lettre à Frank Kingdom, cité in EF 58)

Le soutien d'Einstein, comme celui de très nombreux scientifiques antifascistes – Leo Szilard, Enrico Fermi, Robert Oppenheimer, Niels Bohr, Hans Bethe, et tant d'autres – à l'effort de guerre et particulièrement à la construction de la bombe atomique, était motivé par la crainte que l'Allemagne nazie n'ait accès la première à cette arme terrifiante.

Mais, comme de nombreux scientifiques également, Einstein désapprouva l'utilisation de la bombe sans avertissement contre les civils d'Hiroshima et Nagasaki, alors qu'à son avis une démonstration dûment documentée aurait suffi à « *prouver à l'ennemi son existence et sa puissance de destruction massive* » (1946, *Interview au London Express, cité in EF 81*).

La responsabilité des scientifiques

Les physiciens se trouvent aujourd'hui placés dans une situation qui rappelle fortement le dilemme d'Alfred Nobel. Alfred Nobel avait découvert un explosif d'une puissance destructrice plus forte que tout ce qu'on connaissait jusque-là. Pour expier cet « exploit » et soulager sa conscience, il fonda un prix de paix.

Aujourd'hui, les physiciens qui ont aidé à construire l'arme la plus puissante du monde sont tourmentés par un même sentiment de responsabilité, pour ne pas dire de culpabilité.

En tant que scientifiques, nous devons sans relâche mettre en garde contre les dangers de cette arme. Sans relâche, nous devons mettre sous les yeux des peuples et surtout des gouvernements du monde l'épouvantable catastrophe qu'ils provoqueront s'ils ne savent pas modifier les rapports qu'ils ont entre eux et reconnaître la responsabilité qui leur incombe quant au visage que prendra l'avenir.

Nous avons poussé à la construction de cette nouvelle arme pour empêcher les ennemis de l'humanité de nous devancer dans cette voie ; quand on songe à ce qu'était la mentalité des nazis, on peut imaginer quelles indescriptibles destructions, quel asservissement du monde en auraient résulté s'ils avaient pu construire la bombe avant nous. Cette arme a été remise aux mains du peuple américain et du peuple anglais pour qu'ils s'en servent au nom de toute l'humanité, en combattants de la paix et de la liberté.

(déc. 1945, Allocution au dîner de l'American Nobel Center, EP 190-1)

Einstein insista toujours sur la distinction à opérer entre la responsabilité des scientifiques en tant que citoyens, et la mise en accusation de la science elle-même, ou inversement les illusions non fondées à son propos :

La science est un outil puissant ; l'usage qu'on en fait, soit pour le salut de l'homme soit pour sa malédiction, dépend de l'homme, pas de l'outil ; avec un couteau, on peut tuer ou servir la vie.

Ce n'est donc pas de la science que nous devons attendre le salut, mais de l'homme. Tant qu'il sera éduqué en vue du crime contre l'homme, la mentalité ainsi façonnée apportera sans cesse de nouvelles catastrophes. Seul peut aider le refus de toute action au service de la guerre et de sa préparation.

(1930, Publié dans le journal pacifiste The New World, SEP 174)

Dans les heures sombres de 1941, voici comment il s'exprimait encore :

Quelles espérances et quelles craintes la science implique-t-elle pour l'humanité ? A mon avis, cette façon de poser le problème n'est pas correcte. Ce que cet instrument pourra produire dans les mains des hommes, cela dépend entièrement des buts qui animent

l'humanité. Une fois que ces buts sont fixés, la science fournit les moyens de les atteindre. Mais elle ne peut fournir les buts eux-mêmes.

(1941, Le langage commun de la science, Conférence radiodiffusée, CS 100)

Encore à la toute fin de sa vie, il répondait à l'historien français Jules Isaac, qui l'interpellait sur sa responsabilité dans le cataclysme nucléaire :

Et vous pensez que la misérable créature que je suis, pour avoir découvert et publié la relation existant entre la masse et l'énergie, a fondamentalement contribué à amener cette situation lamentable. Vous pensez que j'aurais dû alors [1905] prévoir le développement des bombes atomiques. Mais cela n'aurait pas été possible, car la possibilité de provoquer des « réactions en chaîne » repose sur des données empiriques que l'on ne pouvait alors pas encore soupçonner. Mais même si cet obstacle n'avait pas existé, il aurait été ridicule de tenter de passer sous silence cette conséquence de la théorie de la relativité restreinte. La théorie une fois là, la conséquence en découlait d'elle-même et ne pouvait rester longtemps cachée. Or la théorie elle-même est née de la tentative faite pour découvrir les propriétés de l'« éther lumineux ». On n'y pouvait voir aucune trace d'une quelconque possibilité d'implication technique.

(févr. 1955, Lettre à Jules Isaac, CF 134)

Quant à la fameuse lettre à Roosevelt, certains historiens pensent qu'elle eut en fin de compte peu d'influence sur le cours des choses : en 1939, Roosevelt se contenta de créer un comité consultatif de trois personnes – le jour même, il est vrai, où il répondit à Einstein. Et ce n'est qu'en 1941 que fut lancé l'effort colossal de l'Amérique pour construire la bombe, connu sous le nom de « Projet Manhattan ».

Mais cet épisode fait irrévocablement partie du destin d'Einstein.

Dernières pensées, derniers combats

A Princeton, Einstein se consacra jusqu'à son dernier jour à la tentative de construction d'une théorie du champ unifiant gravitation et électromagnétisme.

Certes, on n'est pas en droit d'affirmer aujourd'hui que ce fondement [de la physique] consiste nécessairement en une théorie de champ au sens de Maxwell. Mais l'autre possibilité conduit, j'en suis persuadé, à l'abandon du continuum d'espace-temps et à une physique purement algébrique. Du point de vue de la logique, ceci est tout à fait possible (le système est complètement décrit par une série de nombres entiers ; le « temps » n'est qu'un point de vue possible sous lequel d'autres « observables » peuvent être considérées – une observable logiquement coordonnée à toutes les autres). (...) Mais pour le moment l'instinct s'insurge contre cette idée.

(oct. 1935, Lettre à Paul Langevin, CF 180)

Mais cet effort même le mit en position marginale par rapport au courant principal de la physique, en raison à la fois de ses réticences face à la mécanique quantique et de son désintérêt envers la physique nucléaire et des particules élémentaires, en plein essor.

Les tentatives d'Einstein sont vaines pour l'essentiel : alors que dans ses travaux précédents il avait pu s'appuyer fermement sur un principe physique clairement dégagé (invariance de la vitesse de la lumière, égalité entre masse inerte et masse pesante), un tel principe lui fait ici défaut, et il est obligé de tâtonner dans l'obscurité, en se battant avec des mathématiques épouvantablement compliquées.

Mais il garde sa passion insatiable pour la recherche et son acharnement au travail, qui peuvent le conduire à négliger sa famille et ses amis, mais qui également le protègent :

Ta dernière exhortation [Besso lui a adressé plusieurs lettres sans réponse] a bien fini par amollir ma conscience, qui s'était hélas ! tellement endurcie. Aujourd'hui j'ai écrit également au pauvre Tetel [son fils cadet Eduard], qui ne va pas bien du tout. Tout ce silence, pendant si longtemps, provient du fait que le lutin mathématique me harcèle sans cesse, de sorte que je parviens rarement, en dépit de mes cheveux blancs, à un instant de détente. Et il est bon qu'il en soit ainsi, car les affaires humaines sont de nos jours moins que réjouissantes, sans parler des fous qui se trouvent en Allemagne.

(févr. 1936, Lettre à Michele Besso, BESS 309)

Il est bon d'être tellement plongé dans son dada et de se séparer ainsi dans une certaine mesure des autres hommes, car autrement il serait difficile de garder la joie de vivre.

(juin 1937, Lettre à Michele Besso, BESS 314)

Einstein savait aussi se considérer, lui et son œuvre, avec distance et philosophie. Il répond à son ami Solovine qui le félicite à l'occasion de son 70^{ème} anniversaire :

Je suis tout à fait touché de votre gentille lettre, qui tranche tellement sur les innombrables lettres qui se sont abattues sur moi comme la grêle en cette funeste occasion.

Vous vous imaginez que je regarde l'œuvre de ma vie avec une calme satisfaction. Mais vue de près, la chose se présente tout autrement. Il n'y a pas un seul concept dont je sois convaincu qu'il résistera, et je me demande même si je suis sur la bonne voie. Les contemporains voient en moi un hérétique et un réactionnaire qui s'est, pour ainsi dire, survécu à lui-même. Il est vrai que cela vient de la mode et de la myopie, mais le sentiment d'insuffisance vient de l'intérieur. Eh bien, il ne peut sans doute en être autrement quand on a l'esprit critique et qu'on est honnête, et l'humour et la modestie nous maintiennent en équilibre, en dépit des influences extérieures.

(mars 1949, Lettre à Maurice Solovine, SOLO 95)

Hermann Weyl dira :

Pour moi, Einstein n'est pas seulement un chercheur de tout premier plan qui a acquis le droit de faire abstraction du travail quotidien des autres physiciens, mais aussi un homme d'une extraordinaire force de caractère. Il ne craint pas de consacrer quinze années de sa vie à une tâche qui s'avère finalement infructueuse. Aussi serein qu'au départ, lorsqu'il était convaincu de son succès, il peut dire : « Une fois de plus, je m'en suis détaché ».

(cité in CENT 116)

Les années de Princeton furent également pour Einstein celles d'une réflexion épistémologique approfondie, fondée particulièrement sur son expérience de la naissance de la Relativité. Il sortira de cette réflexion plusieurs livres qui modèleront en profondeur, jusqu'à aujourd'hui, l'image que des générations de physiciens se sont faites de leur science. C'est ce dont témoigne encore le volume qui lui fut offert pour son 70^{ème} anniversaire, intitulé « *Albert Einstein : Philosopher-Scientist* ».

Science et théorie de la connaissance

La relation réciproque de la théorie de la connaissance et de la science est d'un genre remarquable : elles dépendent l'une de l'autre. La théorie de la connaissance sans contact avec la science n'est qu'un schéma vide. La science sans théorie de la connaissance – pour autant qu'elle soit concevable – est primitive et confuse ; mais dès que le théoricien de la connaissance, dans sa recherche d'un système clair, y est parvenu, il est enclin à interpréter le contenu de pensée de la science dans le sens de son système et à écarter tout ce qui n'y est pas conforme.

Le savant, pour sa part, (...) accepte avec reconnaissance l'analyse conceptuelle de la théorie de la connaissance ; mais les conditions extérieures que lui imposent les faits d'expérience ne lui permettent pas de se laisser trop restreindre, dans l'édification de son univers conceptuel, par son attachement à une théorie systématique de la connaissance.

Il doit donc apparaître aux yeux du théoricien systématique comme une sorte d'opportuniste sans scrupule. Il apparaît comme réaliste dans la mesure où il cherche à se représenter un monde indépendant des actes de la perception ; comme idéaliste dans la mesure où il considère les concepts et les théories comme de libres inventions de l'esprit humain (non dérivables logiquement du donné empirique) ; comme positiviste dans la mesure où il considère ses concepts et théories comme fondés seulement pour autant qu'ils procurent une représentation logique des relations entre expériences sensorielles. Il peut même apparaître comme platonicien ou pythagoricien dans la mesure où il considère le point de vue de la simplicité logique comme un outil indispensable et efficace de sa recherche.

(1949, Réponse aux critiques, in : Albert Einstein : Philosopher-Scientist, SEP 164)

Mais les années de Princeton furent aussi celles d'un triple combat politique : pour la paix mondiale, pour l'égalité des droits des Noirs américains, et pour la défense de la liberté aux Etats-Unis mêmes.

En fait, le bombardement d'Hiroshima et de Nagasaki avait constitué la première action de la Guerre froide, une mise en garde à l'Union soviétique. Et c'est dans les termes suivants qu'Einstein poursuivait le discours où il avait justifié par la recherche de la paix et de la liberté la participation des scientifiques à la construction de la bombe atomique :

Mais à ce jour, ni la paix, ni aucune des libertés promises dans la Charte de l'Atlantique ne sont assurées. La guerre est gagnée – mais pas la paix. (...)

On a promis au monde qu'il serait libéré de la peur. Mais, depuis la fin de la guerre, la peur qui règne entre les nations du monde a augmenté dans des proportions extraordinaires.

On a promis au monde qu'il serait libéré du besoin. Mais, dans de grandes parties du monde, des hommes ont faim, pendant qu'ailleurs des peuples vivent dans le superflu.

On a garanti aux nations du monde la liberté et la justice. Mais ces jours-ci précisément, nous avons sous les yeux le triste spectacle d'armées « de libération » [l'armée française en Indochine] tirant sur des hommes qui réclament l'indépendance et la justice sociale (...).

(déc. 1945, Allocution au dîner de l'American Nobel Center, EP 190-1)

En 1946, il fonde avec notamment Harold Urey, Hans Bethe, Linus Pauling, Victor Weisskopf, le Comité d'urgence des savants atomistes, qu'il préside, et dont l'objectif immédiat est de collecter des fonds pour financer un programme d'éducation du public et d'information sur les problèmes nucléaires. En un an, 11000 donateurs répondent à ses appels. Einstein donne des interviews, écrit des articles, participe à des émissions de radio. Il dénonce la course aux armements, le climat de terreur nucléaire, le danger mortel qui pèse sur l'humanité, et il plaide pour

un gouvernement mondial, c'est-à-dire une organisation qui, sur une base juridique et grâce aux moyens militaires dont elle disposera, garantira la sécurité des nations.

(juillet 1947, Interview sur le réseau ABC, EP 210)

Il s'en expliquera inlassablement, n'hésitant pas à mettre en cause la politique étrangère des Etats-Unis :

L'évolution de la technique et celle des armes de guerre ont eu pour conséquence une sorte de rétrécissement de notre planète. Les multiples liens économiques rendent, à un degré bien plus grand qu'auparavant, les destins des peuples dépendants les uns des autres. Les armes offensives disponibles sont telles qu'aucun lieu sur terre n'est à l'abri d'une destruction subite et totale.

La seule protection que l'on puisse espérer réside en une paix qui soit garantie par des instances supranationales. Il faut créer un gouvernement mondial qui soit en mesure de résoudre les conflits entre les nations par des décisions fondées sur le droit.

(...) Beaucoup vont dire que, dans la situation actuelle, une entente sur le fond avec l'URSS est impossible. Une telle affirmation serait justifiée si, au cours de la dernière année, l'Amérique avait entrepris une tentative sérieuse dans cette direction.

(mai 1946, Message à des étudiants de Chicago, EP 200)

Il s'excuse une fois de plus auprès de Besso pour n'avoir pas répondu plus tôt à ses lettres, en invoquant la double urgence de sa recherche et de son combat pour un gouvernement mondial :

La mauvaise conscience que me donne mon long silence est presque insupportable. Cela provient tout simplement du fait que le démon de la recherche me laisse à peine une minute de liberté, ce qui fait que je perds mes dernières dents en m'acharnant sur des difficultés mathématiques. (...)

Si tu vois, une fois ou l'autre, mon nom mêlé à des affaires politiques, ne crois pas que je consacre beaucoup de temps à de telles questions, car ce serait triste de gaspiller ses forces sur le sol aride de la politique. Mais parfois le moment arrive où l'on ne peut pas faire autrement, par exemple lorsqu'il s'agit d'expliquer au public la nécessité de créer un gouvernement mondial, sans lequel toute notre orgueilleuse supériorité humaine disparaîtrait en peu d'années.

(avril 1946, Lettre à Michele Besso, BESS 377)

Règne de la raison ou règne des instincts ?

(...) C'est le vieux problème qui a tellement préoccupé Platon, avant tous les autres : règne de la raison, ou règne des instincts et des passions ataviques ? Pour les Grecs, la pensée rationnelle à elle seule semblait suffisante pour produire dans toutes les relations entre les hommes un état satisfaisant. Mais nous avons dû faire la douloureuse expérience que la pensée rationnelle à elle seule n'est aucunement en mesure de résoudre les problèmes de la vie sociale. Les fruits d'un travail sagace de recherche ou de réflexion se sont souvent révélés funestes pour les hommes.

La recherche a entraîné des découvertes qui, d'un côté, ont largement libéré les hommes des travaux physiques pénibles mais qui, d'un autre côté, sont devenues des moyens permettant de réduire les hommes en esclavage ou de les anéantir massivement. Ce sont aussi ces découvertes qui facilitent et enrichissent la vie de l'individu, mais qui en même temps introduisent dans son existence une dangereuse insatisfaction et un affairement absurde, sources de dégénérescence nerveuse, de superficialité et de dépendance psychique.

D'une façon générale, le tragique de l'homme moderne tient à ceci : il a créé pour lui-même des conditions d'existence que, compte tenu de son évolution phylogénétique, il n'est pas à même de maîtriser. La crainte, la haine, l'agressivité, la cupidité qui, aux stades primitifs de la vie, servaient à l'homme à affirmer son existence, menacent maintenant celle-ci à cause des conditions d'existence qu'il a lui-même contribué à établir, avec une rapidité sans cesse croissante. Après de tels changements, l'héritage psychique de l'homme représente pour lui une menace d'anéantissement soudain. (...)

Si l'on observe le comportement des hommes dans une communauté plus restreinte [que la scène internationale], par exemple une ville, on voit une image moins sombre. Là aussi, les tendances égoïstes l'emportent largement sur les tendances altruistes, mais beaucoup moins cependant que dans la politique internationale. La tradition et l'éducation ont exercé leur influence modératrice sur les individus ; la police rend pratiquement impossibles les actes de violence directs. Des rapports à peu près supportables entre les hommes sont possibles. On voit se former des institutions dont l'action bénéfique sur la vie de tous profite à chacun. Tout cela serait impossible si les instincts sociaux, bénéfiques, de notre héritage psychique n'étaient pas, dans une proportion considérable, déterminants pour les actions humaines.

(...) C'est seulement dans le domaine des rapports des Etats entre eux que règne une anarchie presque totale. (...)

Un effort considérable est nécessaire. S'il échoue, le gouvernement mondial naîtra, bien plus tôt qu'on ne le croit, sur les décombres de la plus grande partie de l'humanité actuelle. Puissions-nous ne pas avoir à payer la fin de l'anarchie internationale au prix d'une telle catastrophe mondiale, dont nous serions responsables.

(août 1948, Message au Congrès mondial des intellectuels, EP 229)

En fait, dans la course aux armements, Einstein était sans illusion quant au rôle des idéologies, camouflant les égoïsmes des couches dirigeantes :

Les différences actuelles entre les Etats-Unis et l'Union soviétique ne s'expliquent pas en premier lieu, j'en ai la conviction, par des différences idéologiques. (...)

Même si la Russie et les Etats-Unis étaient tous deux capitalistes (ou communistes, ou monarchistes), je suis convaincu qu'on aboutirait aux mêmes conflits d'intérêts et aux mêmes susceptibilités que l'on voit aujourd'hui entre les deux Etats.

(oct. 1947, Lettre ouverte à l'Assemblée générale de l'ONU, EP 216)

Et dans son dernier texte, inachevé, il écrivait :

Le problème majeur, aujourd'hui, prend la forme d'une division du monde entre deux camps adverses, le prétendu free world et le communist world. Comme je ne saisis pas bien ce que l'on veut dire ici par « libre » et « communiste », j'aime mieux parler d'une lutte pour le pouvoir entre l'Est et l'Ouest (...).

Il ne s'agit au fond que d'une lutte pour le pouvoir d'un genre ancien qui, à l'instar de combats de même nature appartenant au passé, se présente aux hommes sous une apparence semi-religieuse. Mais, par suite du développement des armes atomiques, cette lutte a pris un tour effrayant.

Les passions politiques allumées de toutes parts réclament leurs victimes.

(mars 1955, Brouillon d'un discours en vue de l'anniversaire de l'Etat d'Israël, EP 263)

Son dernier acte public fut la signature, quelques jours avant sa mort, de l'*Appel* rédigé par Bertrand Russel, qui recueillit les signatures des plus grands savants. Ceux-ci mettaient en garde contre les conséquences effroyables d'une guerre nucléaire, et appelaient les gouvernements à mettre en œuvre des moyens pacifiques pour régler leurs différends.

*

* *

Einstein était également lucide quant aux effets désastreux de la course aux armements et du climat de guerre froide, à l'extérieur et à l'intérieur même des Etats-Unis. Répondant en 1950 à une interview conduite sur la toute jeune télévision par Eleanor Roosevelt, la veuve du président, il déclare avec son terrible accent allemand :

La maxime qui a formé la conviction absolue de ces cinq dernières années se résume à ceci : la sécurité avant tout, quelle que soit la dureté de la contrainte, quel qu'en soit le prix.

Voici la conséquence inévitable de cette attitude mécanique, technico-militaire et psychologique : toute question de politique extérieure n'est envisagée que sous un seul angle : « Comment agir pour avoir la plus grande supériorité possible sur l'adversaire en cas de guerre ? ». Installation de bases militaires sur tous les points du globe d'importance stratégique. Fourniture d'armes et d'un soutien économique aux alliés potentiels. A l'intérieur, concentration d'une puissance financière fabuleuse aux mains des militaires, militarisation de la jeunesse, surveillance du loyalisme civique des citoyens et particulièrement des fonctionnaires par une police de jour en jour plus puissante, intimidation des gens pensant différemment en politique, influence sur la mentalité de la population par la radio, la presse, l'école ; censure de domaines croissants de la communication sous prétexte de secret militaire.

(févr. 1950, Réponse à une question d'Eleanor Roosevelt à la télévision, CJVM 107)

L'action politique d'Einstein aux Etats-Unis est celle d'un homme profondément concerné par les injustices et les atteintes à la démocratie et aux droits de l'homme qui affectent son pays d'adoption.

C'est ainsi que, dès son arrivée à Princeton, il héberge chez lui des artistes écartés des hôtels « blancs » par le racisme ordinaire. A de nombreuses reprises, Einstein manifeste son horreur du racisme à l'encontre des Noirs :

Il existe (...) un point noir dans la vision sociale des Américains. Leur sens de l'égalité et de la dignité humaine se limite essentiellement aux gens de peau blanche. Même parmi ces derniers, il existe des préjugés dont, en tant que juif, je suis particulièrement conscient ; ils sont pourtant sans importance si on les compare à l'attitude des Blancs à l'égard de leurs concitoyens de couleur plus foncée, particulièrement les Noirs. (...)

Plus je me sens américain, plus cette situation m'afflige. Je ne puis échapper au sentiment d'être complice qu'en dénonçant cette tare.

(janv. 1946, Publié dans Pageant, cité in EF 96)

Les relations entre les races sont l'un des problèmes les plus importants qui se posent à ce pays. (...) [Elles constituent] comme un signe de maladie dans un pays qui, à bien d'autres égards, est à juste titre fier de son haut degré d'évolution.

(sept. 1946, Message à la conférence annuelle de la National Urban League, EP 203)

A la fin de la guerre, les pires violences s'exercent contre les Noirs, en particulier des anciens combattants. Einstein s'engage alors très vigoureusement, malgré sa santé qui se dégrade : il est coprésident de la « Campagne américaine pour mettre fin au lynchage », il signe plusieurs appels et est membre de divers comités, il dénonce l'impunité dont jouissent les coupables et les complots montés contre des innocents.

L'humanisme d'Einstein s'exprime aussi dans le message qu'il adresse au premier ministre indien Nehru à l'occasion de l'abolition du statut d'« intouchable » :

Je sais la part importante que vous avez prise aux diverses étapes de la lutte de l'Inde pour son émancipation et à quel point les amis de la liberté doivent vous être

reconnaissants, à vous aussi bien qu'à votre illustre maître le Mahatma Gandhi. De par le monde, les hommes se sont sentis plus libres et plus forts du fait de l'acte de libération accompli par l'Inde.

(juin 1947, Lettre à Nehru, EP 206)

Mais bientôt, l'engagement d'Einstein se manifeste également dans un nouveau combat. Dans le climat de la guerre froide commencent en effet les persécutions contre les communistes (ou supposés tels), menées au nom de la lutte contre le « péril rouge ». Les premières victimes seront d'ailleurs de grands militants noirs comme l'historien Du Bois ou le baryton Paul Robeson, à la défense desquels Einstein contribuera de tout son poids.

Le socialisme d'Einstein

Les moyens de travail (capital) sont propriété privée, et les possédants disposent librement de l'utilisation des moyens de travail. (...)

Les travailleurs ont réussi, grâce à de longues luttes politiques, à obtenir pour certaines catégories d'entre eux une forme moins dure du « libre contrat de travail ». Mais, en gros, notre économie ne se distingue que peu du « capitalisme pur ».

On produit pour le profit, non pour satisfaire les besoins. On ne veille pas à ce que toute la population capable de travailler participe au processus de production. Il y a toujours l'« armée de réserve » des chômeurs. Tous ceux qui ont un travail peuvent craindre de le perdre. En général, produire pour les chômeurs et les mal-payés ne vaut pas la peine. Il en résulte beaucoup de misère et une forte diminution de la production des biens de consommation. Le progrès technologique a pour conséquence d'augmenter le chômage au lieu de diminuer la charge de travail de tous. (...) La concurrence effrénée aboutit à un gaspillage démesuré de la force de travail et à la mutilation (...) de la composante sociale dans l'équilibre des personnalités individuelles. C'est cette mutilation que je tiens pour le pire des maux dont le « capitalisme » est l'origine. Un mal qui prospère dès l'école, où l'on inculque au jeune individu un esprit de compétition excessif et une admiration pour la réussite sociale, valeurs censées le préparer à sa vie professionnelle future.

A mon sentiment, il n'y a qu'un seul moyen de venir à bout de ce mal, c'est d'établir une économie socialiste, tout en mettant en place un système éducatif à finalité sociale : les moyens de travail deviendront propriété de la société et seront utilisés dans le cadre d'une économie planifiée. (...) L'éducation de l'individu visera à développer les capacités individuelles, mais aussi à susciter un idéal d'entraide qui remplacera la glorification de la puissance et du succès.

L'économie planifiée n'est pas le socialisme. L'économie planifiée peut aller de pair avec un asservissement complet de l'individu. Le socialisme doit résoudre un difficile problème politique et social : comment faire, alors que le pouvoir politique et économique est largement centralisé, pour éviter que la bureaucratie ne devienne pléthorique et ne prenne trop de puissance, pour empêcher que l'individu ne perde tout pouvoir politique, cessant de jouer son rôle de contrepoids face à la toute-puissance de la bureaucratie ?

(mai 1949, Publié dans Monthly Review, SEP 185-6)

Pour sa part, Einstein n'a jamais été communiste, même s'il n'a pas craint d'exposer en 1949 ses convictions socialistes dans une revue de gauche, et même si le FBI montera contre lui un dossier qui ne visait à rien de moins qu'à le faire passer pour un espion soviétique, le priver de sa nationalité américaine, et le faire expulser !

Mais dès 1947, il avait mis en garde :

En Allemagne, j'ai pu voir à quel point un excès de nationalisme peut se propager comme une maladie, provoquant une tragédie pour des millions de gens. Actuellement, (...) je repère dans ce pays-ci des signes de la maladie.

(mai 1947, Déclaration d'Einstein, cité in EF 132)

Et ce sont bientôt des milliers d'intellectuels communistes et progressistes, et aussi des syndicalistes et des militants des droits civils qui seront victimes de la « chasse aux sorcières » maccarthyste : dans un climat de terreur et de délation, dénoncés par leurs voisins ou leurs collègues, ils perdent leur emploi, sont traînés devant les tribunaux, poussés au désespoir, à la prison ou à la mort, comme les époux Rosenberg.

Einstein se dépense pour soutenir les accusés, les encourager, leur accorder son appui matériel, leur fournir un témoignage ou une simple preuve d'amitié, pour alerter la presse en leur faveur.

Et en juin 1953, le *New York Times* publie, avec son accord, la lettre qu'il a adressée au jeune professeur William Fraenglass, qui est poursuivi devant le Congrès. Cette lettre retentissante, qui témoigne d'un grand courage intellectuel en raison des risques encourus tant par lui-même que par ceux qui suivraient son appel, sera publiée en première page sous le titre : « 'Refusez de témoigner', conseille Einstein aux intellectuels convoqués par le Congrès » :

Les politiciens réactionnaires ont réussi, en agitant le spectre d'un danger extérieur, à exciter l'opinion publique contre toutes les activités des intellectuels. Après ce premier succès, ils essaient maintenant de supprimer la liberté de l'enseignement et de chasser de leur poste les récalcitrants. Cela s'appelle réduire quelqu'un par la faim.

Que doit faire la minorité intellectuelle contre ce mal ? Je ne vois qu'une voie possible : celle, révolutionnaire, de la désobéissance, celle du refus de collaborer, celle de Gandhi. Chaque intellectuel cité devant un comité doit refuser de répondre. Ceci équivaut à être prêt à se laisser emprisonner, à se laisser ruiner financièrement, en bref à sacrifier ses intérêts personnels pour les intérêts culturels du pays.

(...) Un citoyen irréprochable n'accepte pas de se soumettre à une telle inquisition. Si assez de gens sont assez courageux pour choisir cette voie difficile, ils triompheront. Sinon, les intellectuels de ce pays ne méritent pas mieux que l'esclavage qui leur est promis.

(juin 1953, Lettre publique à W. Fraenglass, CJVM 27)

En 1954 encore, il dénonce dans les investigations du fameux Comité des activités antiaméricaines du Congrès

un danger incomparablement plus grand pour notre société que ne pourrait jamais l'être la présence de ces quelques communistes dans le pays. Ces investigations ont déjà détruit en profondeur le caractère démocratique de notre société.

(mars 1954, Lettre à Félix Arnold, cité in EF 177)

Dans ce nouveau combat, comme dans celui contre l'oppression des juifs et des Noirs, contre le fascisme, contre le danger de guerre, Einstein a joué sur sa notoriété, avec constance mais avec prudence, en veillant à ne pas gaspiller son crédit. Il a mis son nom au service « de la bonne cause », comme il l'avait écrit avec humour à Besso trente ans plus tôt :

Depuis les expéditions solaires anglaises, mon nom est coté en bourse et peut servir la bonne cause.

(déc. 1919, Lettre à Michele Besso, EP 31)

Il est sans illusions cependant :

La populace est facile à conduire vers le mal, et elle n'aime pas qu'on lui prêche la raison. Je suis plus ou moins tombé en discrédit, et cela me donne l'impression réconfortante de n'avoir pas trop négligé mon devoir (comme quelquefois, jadis, dans le bienheureux bureau des brevets.)

(déc. 1951, Lettre à Michele Besso, BESS 454)

Et en 1954, il confie à la reine Elisabeth :

Je suis devenu un « enfant terrible » dans ma nouvelle patrie parce que je suis incapable de tenir ma langue et de digérer tout ce qui s'y passe.

(cité in HOF 264)

*

* *

Depuis de nombreuses années, la santé d'Einstein est affaiblie. Il sent peser la vieillesse, mais il en goûte également la qualité. A la reine Elisabeth, il écrit :

(...) Ce qu'il y a de curieux quand on devient vieux, c'est que petit à petit on cesse de s'identifier étroitement au « hic et nunc ». On se sent transposé dans l'infini, plus ou moins seul. On n'espère plus, on n'a plus peur, on se contente d'observer.

Le beau côté de la chose est que l'attachement à l'impersonnel et à l'extratemporel augmente.

L'expérience du monde agit de façon semblable. Dans la jeunesse, chaque individu et chaque événement paraissent uniques en leur genre. Avec l'âge, on devient plus conscient de la répétition d'événements semblables. Avec l'avance du temps, on est moins transporté et étonné, mais aussi moins souvent désillusionné que dans le jeune âge. (...) On devient un observateur plein d'indulgence et un distributeur de réconforts. (...)

(1953, Lettre à la reine Elisabeth, PMJ 400)

A Besso, il confie :

C'est malgré tout une belle chose que notre vie individuelle ait une fin, avec toutes ses tensions et ses problèmes. L'instinct repousse cette solution, mais la raison lui donne son accord. Ceux qui ont inventé la croyance à une vie individuelle après la mort ont dû être des gens misérables !

(juillet 1952, Lettre à Michele Besso, BESS 474)

Et à la même époque, il répond à un enquêteur :

Avoir peur quand on songe à la fin de sa vie, c'est quelque chose d'assez général chez les êtres humains. C'est l'un des moyens utilisés par la nature pour conserver la vie de l'espèce. Mais, prise sous son angle rationnel, cette peur est la moins justifiée de toutes, car celui qui est mort ou pas encore né ne risque aucun accident. En bref, c'est une peur stupide, mais on ne peut pas l'empêcher.

(cité in HOF 281)

Le 18 avril 1955, à l'âge de 76 ans, s'est éteint Albert Einstein, d'une rupture d'anévrisme.

A sa demande, il fut incinéré et ses cendres furent dispersées en un endroit gardé secret : il ne voulait pas qu'on lui rendît de culte.

En 1935, il avait écrit lors de la disparition de Marie Curie :

Au moment où une très haute personnalité comme Madame Curie est arrivée à la fin de sa vie, il ne faut pas nous contenter seulement de rappeler ce qu'elle a donné à l'humanité par les fruits de son œuvre. Les qualités morales de ces personnalités sont peut-être d'une plus grande signification pour une génération et pour le cours de l'histoire que les accomplissements purement intellectuels. Même ces derniers dépendent à un plus haut degré qu'on ne le croit communément de la grandeur du caractère.

(nov. 1935, A la mémoire de Marie Curie, CS 165)

Et voici les paroles qu'il prononça à la mémoire de son cher ami Paul Langevin :

La nouvelle de la mort de Paul Langevin m'a plus douloureusement frappé que la plupart des événements de ces années funestes, si fertiles en déceptions. Pourquoi en est-il ainsi ? N'a-t-il pas joui d'une longue vie, remplie d'une œuvre créatrice féconde – la vie d'un homme en harmonie avec lui-même ? N'est-il pas largement vénéré pour sa pénétrante connaissance des problèmes intellectuels, universellement aimé pour son dévouement à la bonne cause, pour sa bienveillance intelligente envers tous les êtres ? N'y a-t-il pas une certaine satisfaction dans le fait que des limites naturelles soient posées à la vie de l'individu, de sorte qu'à sa fin elle apparaisse comme une œuvre d'art ?

Le chagrin que m'a causé la mort de Paul Langevin a été particulièrement vif parce qu'il m'a donné le sentiment de rester tout à fait seul et désolé. Il y a si peu d'hommes dans une génération qui réunissent une claire intelligence de la nature des choses, un sentiment intense des exigences véritablement humanistes et une capacité d'action militante ! Quand un tel homme s'en va, il laisse un vide qui paraît insupportable à ceux qui lui survivent. (...)

Pendant toute sa vie, Langevin a souffert de voir les déficiences et les injustices de nos institutions sociales et économiques. Il croyait cependant fermement au pouvoir de la raison et de la connaissance. Son cœur était si pur qu'il était convaincu que tous les hommes devraient être prêts à un renoncement personnel complet, une fois qu'ils ont reconnu les lumières de la raison et de la justice. La Raison était sa croyance – une croyance qui devait apporter non seulement la lumière mais aussi le salut. Son désir d'aider tous les hommes à jouir d'une vie plus heureuse était peut-être encore plus fort que celui de la pure connaissance intellectuelle. Il arriva ainsi qu'il sacrifiait beaucoup de son temps et de son énergie à éclaircir les questions politiques. Personne ne le quitta les mains vides après avoir fait appel à sa conscience sociale. La grandeur morale de sa personnalité lui attira également la haine de beaucoup d'intellectuels bornés. Mais lui, en retour, les comprenait, et dans sa bonté il ne nourrissait de ressentiment contre qui que ce soit.

Je ne peux qu'exprimer ma gratitude d'avoir personnellement connu cet homme pur et éclairé.

(mai 1947, A la mémoire de Paul Langevin, CS 171-73)

Ces nobles paroles s'appliquent tout entières à Albert Einstein.

Nous les lui adressons avec reconnaissance, cinquante ans après sa disparition.

Le peintre, le poète et le savant

L'homme essaie de se faire, de la façon qui lui convient le mieux, une image simplifiée et intelligible du monde : il essaie donc, dans une certaine mesure, de remplacer par un cosmos à lui le monde de l'expérience, et de surmonter ainsi celui-ci.

C'est ce que font, chacun à sa manière, le peintre, le poète, le philosophe dans ses spéculations, et le savant.

Chacun fait de la construction d'un tel univers l'axe de sa vie émotionnelle, et cherche à trouver par là la paix et la sécurité qu'il ne peut trouver dans le domaine trop étroit et trop remuant de la vie personnelle.

Quelle place l'image du monde du physicien occupe-t-elle parmi les différentes images possibles du monde ?

Elle place très haut les exigences de rigueur et d'exactitude dans la manière de représenter les relations entre choses, ce que seul l'emploi du langage mathématique peut lui conférer.

Mais pour cela le physicien doit réduire d'autant son domaine et se contenter de représenter les processus les plus simples parmi ceux qui peuvent être rendus accessibles à l'expérience, les processus plus complexes ne pouvant être reconstitués par l'esprit humain avec toute la précision et la cohérence qu'exige la physique théorique.

La pureté la plus extrême, la clarté et la certitude, aux dépens de l'exhaustivité. Quel charme peut-on trouver à ne saisir avec exactitude qu'une toute petite fraction de la nature et à laisser peureusement, frileusement, de côté tout ce qui est plus subtil et plus complexe ?

Le résultat d'efforts aussi peu ambitieux mérite-t-il le beau nom d'« image du monde » ?

Je crois que ce beau nom n'est pas usurpé ; car les lois générales sur lesquelles repose l'édifice conceptuel de la physique théorique ont la prétention de valoir pour tous les phénomènes naturels. (...)

Pour un physicien, la tâche la plus élevée consiste donc à rechercher ces lois élémentaires générales à partir desquelles on accède, par pure déduction, à une image du monde.

(1918, Discours prononcé pour les 60 ans de Max Planck, cité in HOF 240).

Origine des citations :

- QUANT A. Einstein, *Quanta*, Œuvres choisies, sous la dir. de F. Balibar, vol. 1, Seuil – CNRS, Paris 1989
- REL A. Einstein, *Relativités I*, Œuvres choisies, sous la dir. de F. Balibar, vol. 2, Seuil – CNRS, Paris 1989
- CF A. Einstein, *Correspondance française*, Œuvres choisies, sous la dir. de F. Balibar, vol. 4, Seuil – CNRS, Paris 1989
- SEP A. Einstein, *Science, Ethique, Philosophie*, Œuvres choisies, sous la dir. de F. Balibar, vol. 5, Seuil – CNRS, Paris 1991
- EP A. Einstein, *Ecrits politiques*, Œuvres choisies, sous la dir. de F. Balibar, vol. 6, Seuil – CNRS, Paris 1991
- CJVM A. Einstein, *Comment je vois le monde*, Flammarion, Paris 1979
- CS A. Einstein, *Conceptions scientifiques*, Champs Flammarion, Paris 1990
- BESS A. Einstein, M. Besso, *Correspondance 1903-1955*, Traduction, notes et introduction de Pierre Speziali, Histoire de la pensée, Hermann, Paris 1972
- EB A. Einstein, M. Born, *Correspondance 1915-1955*, Le Seuil, Paris 1972
- SOLO A. Einstein, *Lettres à Maurice Solovine*, Gauthier-Villars, Paris 1956
- ACA Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, *Einstein et la Belgique*, catalogue de l'exposition tenue au Palais des Académies, Bruxelles 1979
- CENT Comm. intern. pour l'enseignement de la physique, *Einstein, le livre du centenaire*, sous la direction de A.P. French, Hier et Demain, 1979
- EF F. Jerome, *The Einstein File*, trad. fr. : *Einstein, un espion pour le FBI*, Ed. Frison-Roche, Paris 2005
- FR Philippe Frank, *Einstein, sa vie, son temps*, Champs Flammarion, Paris 1991
- HOF B. Hoffmann, *Albert Einstein, créateur et rebelle*, Points-Sciences S19, Le Seuil, Paris 1975
- PAIS A. Pais, *Albert Einstein, la vie et l'œuvre*, InterEditions, Paris 1993
- PMJ Princesse Marie José, *Albert et Elisabeth de Belgique, mes parents*, Plon, Paris 1971
- SOLV P. Marage et G. Wallenborn éd., *Les Conseils Solvay et les débuts de la physique moderne*, Bruxelles 1995