

Rüdiger Vaas

# EINSTEIN *(presque)* FACILE!

TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR  
SUR SES TRAVAUX

Jouez  
aux quiz  
EINSTEIN!



DELACHAUX  
ET NIESTLE

Rüdiger Vaas

# EINSTEIN *(presque)* FACILE!

TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR  
SUR SES TRAVAUX



Illustrations  
Gunther Schulz

  
DELACHAUX  
ET NIESTLÉ

Traduction et adaptation  
Claude Checconi



## Sommaire

- 4 › UN CATALYSEUR INTELLECTUEL DE GÉNIE
- 10 › ESPACE, TEMPS ET  $E = mc^2$
- 34 › GRAVITATION ET GÉOMÉTRIE
- 62 › EINSTEIN AU BANC D'ESSAI
- 88 › MODÈLES COSMOLOGIQUES
- 108 › CURIEUX MONDE QUANTIQUE
- 126 › Pour en savoir plus sur l'univers d'Einstein
- 128 › Crédits photographiques

# UN CATALYSEUR INTELLECTUEL DE GÉNIE

« L'important est de ne jamais cesser de s'interroger. La curiosité a sa propre raison d'être. On ne peut que s'émerveiller avec respect devant les mystères de l'éternité et de la vie, ou devant la magnifique structure de la réalité. Il suffit de tenter de comprendre chaque jour ne serait-ce qu'une petite partie de ces mystères. Cette curiosité sacrée ne doit jamais nous quitter. »



## Des débuts difficiles

Au printemps 1902, les perspectives sont peu réjouissantes pour Albert Einstein, alors âgé de 23 ans : il est au chômage, sans ressources, loin de son enfant et en échec universitaire.

L'espoir qu'il entretient d'occuper un poste d'assistant à l'École polytechnique de Zurich, où il avait étudié la physique et les mathématiques, ne se concrétise pas. Ses demandes en Allemagne, en Hollande et en Italie restent infructueuses. Sa thèse est refusée. Son avenir universitaire semble bien sombre. Un emploi dans le secondaire est aussi un échec. Victime de plusieurs faillites, son père ne peut plus guère l'aider et meurt peu de temps après. Aussi se voit-il contraint, pour survivre, de donner des cours de soutien à domicile.

Encore étudiant, Einstein avait confié à sa sœur n'être « rien d'autre qu'un poids pour la famille. Ce serait certainement mieux [s'il n'était] pas en vie ». À cela s'ajoute une tragédie. Mileva Marić, camarade de classe et compagne d'Einstein, rate pour la deuxième fois son examen alors qu'elle est enceinte. L'insécurité liée à sa situation professionnelle et financière précaire, ainsi que l'opposition farouche des parents d'Albert rendent un mariage impossible. Mileva met au monde dans la maison de ses parents, près de Novi Sad, une enfant que son père ne verra jamais : la fillette restera en Hongrie. On pense qu'elle serait décédée très jeune ou aurait été confiée à des parents adoptifs.

## Révolution au Bureau fédéral de la propriété intellectuelle

Mais le sort finit par tourner. En juin 1902, Einstein obtient au Bureau fédéral de la propriété intellectuelle de Berne un poste de « vénérable pisseur de lignes confédéral », comme il le dit lui-même. Il parvient à louer un meilleur logement, à épouser Mileva et à se replonger dans la physique. Il est alors soutenu par les échanges intellectuels de ses amis Maurice Solovine, Conrad Habicht et Michele Besso. Bien qu'il ne puisse se prévaloir d'aucun mérite académique, cinq de ses articles sont publiés en 1904 dans *Annalen der Physik* (*Annales de la physique*), célèbre revue scientifique allemande. En 1905 – *annus mirabilis* (année miraculeuse) pour Einstein selon les historiens des sciences –, il écrit à 26 ans cinq autres articles en seulement cinq mois. Rétrospectivement, ces coups d'éclat ont changé pour toujours, voire ont contribué à fonder, trois domaines de la physique.

Einstein démontre que la matière est constituée de petites particules (atomes et molécules), un sujet alors vivement controversé.

Il découvre que le rayonnement et l'énergie ne sont pas continus, mais scindés en petites parties – seule découverte qu'il estimait « radicale ».

Avec la théorie de la relativité restreinte, il recadre toutes les théories de la physique, révolutionne les conceptions courantes et physiques du temps et de l'espace, et découvre que la masse et l'énergie ne sont pas foncièrement différentes, mais de nature semblable et, d'une certaine manière, les deux faces d'une même médaille. Jamais personne n'avait encore élargi la physique de façon aussi rapide et complète. Il l'a repositionnée sur des bases nouvelles – toujours aussi solides aujourd'hui.

### Cet ouvrage...

...raconte l'aventure des découvertes d'Einstein. Sérieuse sans être dépourvue d'humour, cette présentation n'exige pour ainsi dire aucune connaissance scientifique préalable (pour obtenir plus de détails ou des informations concernant les débats actuels sur les fronts de la recherche en physique fondamentale et en cosmologie, ou sur l'héritage encore non concrétisé d'une « formule du tout », consultez les autres ouvrages de l'auteur). La situation historique et la personnalité d'Einstein restent au cœur de la narration.

Ce scientifique de génie manie la langue avec art, comme en témoignent ses mots d'esprit. Ses citations ont même été rassemblées dans des recueils. Mais ce n'est pas tout, ni l'essentiel. Einstein précise et enrichit également le langage – notamment celui qui décrit l'Univers. La langue de la physique formulée avec une précision mathématique est un outil puissant pour saisir les caractéristiques et la systématique des processus naturels découverts à travers l'observation et l'expérience. Elle prend une forme généralisée, condensée,



aussi exacte que possible et de préférence chiffrée. Ce code n'est pas simple ; il faut l'apprendre comme tous les autres.

Ce langage n'est pas figé, il évolue et doit être adapté aux nouvelles exigences par de multiples traductions. Celles-ci contribuent à mieux saisir les plus importantes découvertes d'Einstein, qui ont ébranlé les bases de la physique et modifié à jamais les conceptions de l'espace, du temps, de la matière, de l'énergie et de la pesanteur.

On peut considérer la théorie de la relativité restreinte comme la traduction et la réunion de deux langues, celle de la physique et celle de l'électromagnétisme, jusqu'ici inconciliables. Cela s'accompagne de nouvelles significations pour des concepts apparemment familiers mais en réalité étranges, tels que le temps et l'espace, la simultanéité et le présent ou l'énergie et la masse (à partir de la page 10). Avec la théorie de la relativité générale, qui compte parmi les plus importantes

créations de l'esprit humain, Einstein chamboule la langue de la physique tout en la précisant et en la complétant (à partir de la page 34).

On ne peut alors plus comprendre la scène du monde hors des spectacles qui s'y déroulent. Pour la première fois, l'Univers peut être décrit dans sa globalité, un élargissement incroyable de perspective (à partir de la page 88). Tout n'est pas que mots et formules, ces résultats ont en effet brillamment fait leurs preuves confrontés au feu croisé de la critique et des essais expérimentaux. La théorie de la relativité reste la plus précise – et donc la meilleure – de l'histoire de l'humanité (à partir de la page 62), s'invitant même dans notre quotidien. Aussi est-il d'autant plus étonnant que la langue de la relativité soit incompatible avec une autre, également forgée par Einstein, destinée à l'étude du règne de l'infiniment petit, à l'étrange monde des quanta (à partir de la page 108). Jusqu'à sa mort, Einstein a tenté de développer une sorte de vocabulaire universel – et nul n'a su jusqu'ici exploiter cet héritage.

## Une énigme, grande et éternelle

Malgré tout son savoir, Einstein reste toujours modeste et très conscient des limites de ses découvertes. « Il me suffit d'entrevoir avec émerveillement ces secrets et de tenter humblement d'imaginer une pâle représentation de la sublime structure de l'existant », dit-il. Et il doit admettre, malgré la confiance qu'il fonde en une structure fondamentale rationnelle du cosmos : « Le plus incompréhensible dans l'Univers, c'est en fait que nous le comprenions. » Dans une lettre de 1951, il déclare même :

« Une chose apprise au cours d'une longue vie : tout notre savoir, comparé à la réalité, est primitif et enfantin – pourtant, il s'agit de notre bien le plus précieux. »



Einstein n'est pas seulement un catalyseur intellectuel de génie. Il est aussi tenace, voire entêté, et individualiste (il se dit « fait pour être attelé seul »), aimant la réflexion solitaire. Il déteste la suffisance et le nombrilisme – ainsi que tout le battage autour de sa personne lorsqu'il devient mondialement célèbre. « J'ai toujours été gêné par tout ce qui touche au culte de la personnalité », écrit-il dans une lettre l'année de son décès. Dès sa prime jeunesse, il essaie de se délivrer de son « petit moi », d'une existence dominée par les désirs, les espoirs et les réactions primitives. Il se souvient, en 1946, dans ses notes autobiographiques :



« 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. »

Einstein est parfaitement conscient que tout le monde ne partage pas sa vision du quotidien, des relations (a)sociales et de la tolérance. Par ailleurs, il s'engage dans la vie publique et politique. Il défend l'idée selon laquelle la fuite individuelle dans l'objectivité peut très concrètement enrichir et améliorer le monde. Einstein l'exprime ainsi en 1920 :

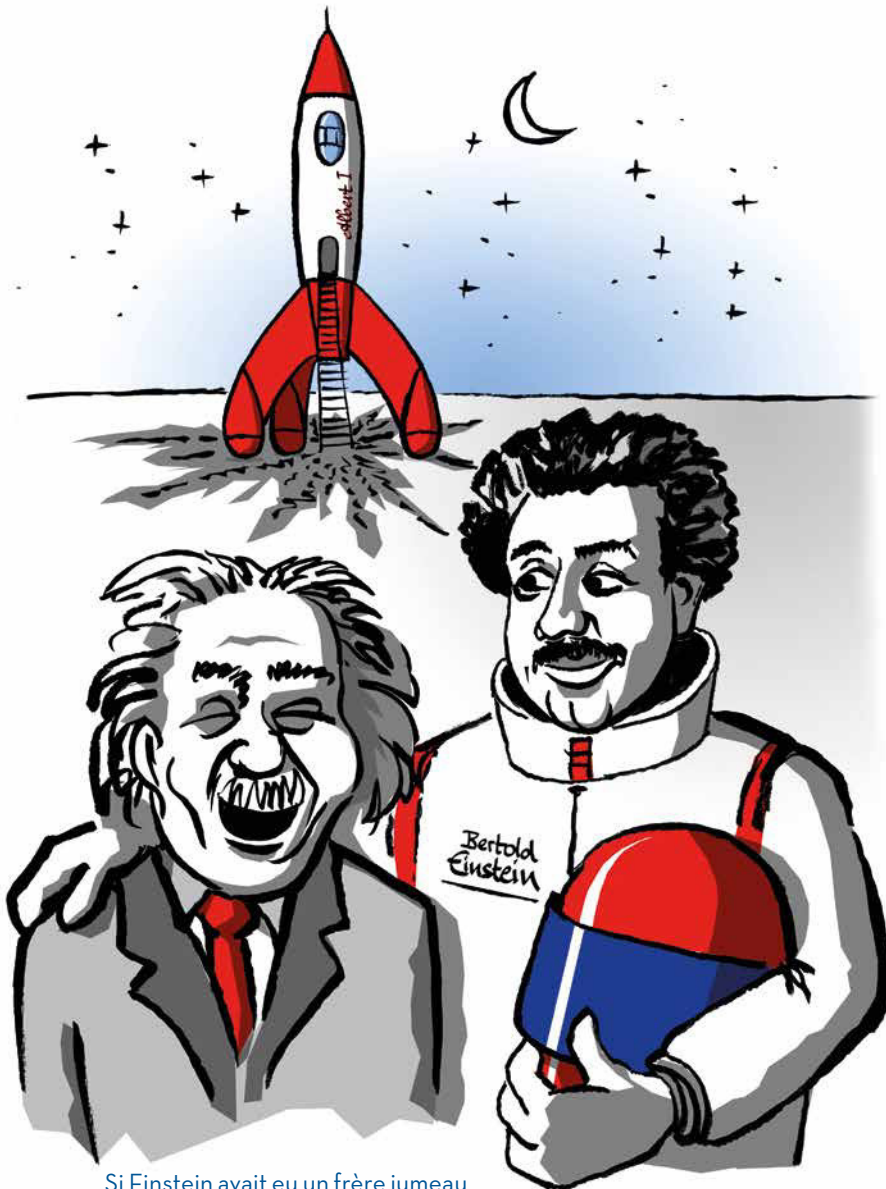


« La contribution essentielle des intellectuels à la réconciliation entre les peuples et la fraternisation durable de l'humanité réside à mon avis dans leurs réalisations scientifiques et artistiques, parce qu'elles élèvent l'esprit de l'homme au-dessus des objectifs personnels et nationaux égoïstes. »

# ESPACE, TEMPS ET $E = mc^2$



« Placez votre main sur un poêle une minute et cela vous semble durer une heure. Asseyez-vous une heure auprès d'une jolie fille et cela vous semble durer une minute ; c'est ça la relativité. »



Si Einstein avait eu un frère jumeau parti faire un petit tour dans le cosmos à une vitesse proche de celle de la lumière, le temps serait passé beaucoup moins vite pour lui que pour Albert resté sur Terre.

Derrière les phénomènes du quotidien se dissimulent des lois naturelles bizarres et des relations troublantes. Selon les prédictions de la théorie de la relativité restreinte, des masses minuscules libèrent une énergie incroyable à une vitesse proche de celle de la lumière, les centimètres rétrécissent et les secondes s'étirent à l'infini. Avec cette théorie, Albert Einstein révolutionne la description physique du monde. Il surmonte les contradictions tenaces entre les théories de la mécanique classique et de l'électromagnétisme, redéfinit les relations entre espace, temps, rayonnement et matière, puis remet en cause l'idée d'une simultanéité universelle. Avec sa formule  $E = mc^2$ , Einstein a en outre découvert que l'énergie et la masse formaient une entité – prémisses à la compréhension de la fission et de la fusion nucléaires, ainsi que de l'antimatière. Une limite fondamentale apparaît clairement : il est impossible d'accélérer la matière normale à une vitesse égale ou supérieure à celle de la lumière car il faudrait pour cela une énergie infinie.