

Le temps, ça n'existe pas : le physicien Carlo Rovelli nous explique pourquoi



"L'idée qu'il existe un «présent» défini à travers l'Univers est une extrapolation illégitime de notre expérience." (Ludwick Hernandez pour "L'Obs")

Dans son dernier livre, le physicien nous entraîne sur les rives vertigineuses des secondes s'étirant ou se contractant selon le lieu, du présent qui n'est qu'une illusion, des molécules hors de l'avant et l'après.

Par [Véronique Radier](#)

Publié le [09 juin 2018 à 10h03](#)

L'OBS. Nous habitons le temps comme, dites-vous, des poissons dans l'eau et celui-ci nous habite, pulse en chacune de nos fibres, scande nos existences, mais ce que nous croyons en savoir est une illusion?

Carlo Rovelli. La nature profonde du temps reste, à bien des égards, un grand mystère, peut-être le plus grand de tous. D'étranges liens le rattachent à d'autres énigmes fondamentales comme la nature de la conscience, l'origine de l'Univers ou le fonctionnement de la vie. La physique a déjà découvert des choses étonnantes à son sujet. La plus simple et la plus directe,

c'est que le temps ne s'écoule pas à la même vitesse selon l'altitude: il passe plus rapidement en haut d'une montagne qu'en plaine.

Voici plus d'un siècle, Einstein en avait eu l'intuition et nous sommes aujourd'hui capables, c'est très récent, de mesurer cette différence même sur quelques dizaines de centimètres d'écart en laboratoire. Il suffit pour cela de prendre deux horloges de grande précision, d'en placer une en haut et l'autre en bas d'une simple échelle par exemple, d'attendre un peu avant de les réunir et toutes deux n'afficheront plus la même heure.

["Dans la 'hiérarchie sans fin d'infinis', chaque infini est plus grand que l'infini précédent"](#)

Ni intangible, ni universel comme nous le croyons, le temps se distord, s'accélère ou se ralentit. Comment Einstein en est-il venu à entrevoir cet insoupçonnable paradoxe?

Einstein s'est demandé, peut-être comme tout lycéen qui étudie la gravité: comment la Terre et le Soleil peuvent-ils «s'attirer» alors qu'ils ne se touchent pas, qu'entre eux, on ne trouve «rien»? Il a imaginé qu'ils ne s'attiraient pas directement l'un l'autre mais que chacun agissait graduellement sur ce «rien» qui l'environne, à savoir de l'espace et du temps. Exactement de la même façon qu'un objet qui s'immerge déplace l'eau autour de lui, un corps modifie la structure du temps autour de lui, sa masse le ralentit.

Si la trotteuse de l'horloge en haut d'une montagne avance légèrement plus rapidement qu'en plaine, c'est qu'elle est plus éloignée du centre de la Terre. En bas, tous les processus sont plus lents, cette découverte en soi suffit à faire éclater nos évidences. J'ai été stupéfait en l'apprenant à l'université. Comprendre avant de voir, c'est au cœur de la pensée scientifique. La Terre paraît plate, avec le ciel évidemment «en haut», et le sol «en bas» mais c'est un globe flottant sans support dans l'espace, le philosophe grec Anaximandre l'avait perçu voilà vingt siècles, bien avant que des navires n'en fassent le tour. Le Soleil donne l'impression de tourner au-dessus de nos têtes, mais c'est nous qui tournons, de même, le temps nous semble une réalité universelle, un flux qui nous entraîne tous à la même vitesse mais c'est une illusion.

"La notion de présent n'est définie qu'autour de nous"

De cette géniale intuition d'Einstein a surgi un nouvel Univers où se mêlent l'espace et le temps?

Pour rendre compatibles la théorie de la gravitation de Newton et celle de la relativité restreinte, Einstein a écrit des équations d'où ont surgi non seulement la différence dans l'écoulement du temps selon l'altitude mais aussi les trous noirs, l'expansion de l'Univers, les ondes gravitationnelles. Dans une seule formule, toutes sortes de surprises étaient cachées. C'est là le prodige de la physique théorique, en mettant les idées sous une forme qu'on pourrait dire solide, précis, elle nous entraîne bien au-delà de ce que nous avons imaginé.

La philosophie l'avait prévu. Pythagore, Platon ont dit aux astronomes: «Utilisez la géométrie pour comprendre les mouvements du ciel et la science est née de cette intuition: il est possible de prévoir les phénomènes.» L'ouvrage écrit au Ier siècle par Ptolémée permet encore de prédire correctement les mouvements des planètes que nous voyons aujourd'hui dans le ciel. On s'appuie sur ce que l'on connaît, ce que l'on comprend, pour bondir, par analogie, vers le reste mais aussi critiquer le passé et nos évidences.

Un mince indice peut nous amener à des conclusions majeures: l'ombre projetée par la Terre pendant les éclipses de Lune, toujours ronde quelle que soit l'heure et l'orientation de notre

planète, a suffi pour convaincre tout le monde, cinq siècles avant Jésus-Christ que nous vivons assis sur un gros caillou rond! Le moteur, c'est toujours la surprise et la curiosité, comme l'a dit Aristote: «*L'étonnement est à l'origine de notre désir de connaissance.*»

Hubert Reeves : "Nous sommes nés des étoiles et le big bang est notre histoire"

La lumière d'étoiles lointaines nous parvient alors que celles-ci ont cessé d'exister à cause de leur éloignement, mais pas seulement. Les physiciens ont fait une autre découverte renversante: le présent, au sens où nous l'entendons, n'existe pas...

Chaque corps, chaque phénomène dans l'Univers, produit son propre temps, son rythme déterminé par l'effet des masses voisines mais aussi, comme l'avait également compris Einstein, selon la vitesse à laquelle celui-ci se déplace: le mouvement lui aussi ralentit les phénomènes, il contracte le temps.

Dans le film «Interstellar», lorsque le héros retourne sur Terre après être passé à proximité d'un trou noir, il retrouve sa fille. Il l'avait laissée enfant, elle est devenue bien plus âgée que lui. Ce n'est pas de la science-fiction mais une présentation exacte de la réalité que nous n'avons pas encore eu l'opportunité d'observer. C'est le prix Nobel de physique Kip Thorne, spécialiste des trous noirs et des ondes gravitationnelles, engagé comme conseiller technique qui a calculé l'âge qu'elle aurait.

Ainsi, lorsque nous disons «maintenant», c'est une vue de l'esprit, dans la réalité, rien ne se produit simultanément ici et ailleurs dans l'Univers?

C'est l'une des conséquences des distorsions du temps: la notion de «présent» n'est définie qu'autour de nous. Se demander: que se passe-t-il en ce moment, par exemple, sur Proxima b – l'exoplanète la plus proche de nous, à quatre années-lumière de la Terre – n'a juste aucun sens. Si nous pouvions observer cette planète avec un télescope, nous y verrions ce qui se passait il y a quatre ans.

La théorie de la relativité générale montre que l'Univers n'est pas régi selon un ordre unique, mais selon une nébuleuse de temps «locaux». Ses équations permettent de calculer la différence qui existe entre eux et leur évolution les uns par rapport aux autres. Ce que nous appelons «maintenant», n'est qu'une bulle de temps autour de la Terre, si on la définit, par exemple en nanosecondes, elle s'étend seulement sur quelques mètres, en millisecondes sur quelques kilomètres.

L'idée qu'il existe un «présent» défini à travers l'Univers est une extrapolation illégitime de notre expérience. Ce qu'Einstein a découvert peut-être de plus étrange, c'est que certains événements ne se situent ni entièrement dans le passé, ni entièrement dans le futur mais dans un intervalle entre les deux, une espèce de «présent étendu» dont la durée peut-être très longue: trente minutes sur Mars, huit années sur Proxima b...

"Seule la thermodynamique connaît la direction du temps"

Mais l'Univers n'en avance-t-il pas moins universellement du passé vers l'avenir?

C'est ce qui nous importe le plus, ce courant éternel qui va du passé survenu auquel on ne peut plus rien changer vers l'avenir incertain, les causes qui précèdent les effets. La physique du XIXe et du XXe siècle s'est heurtée à une découverte déconcertante: les lois élémentaires qui décrivent les mécanismes du monde – mécanique, gravité, électricité, magnétisme – ne

distinguent pas le passé du futur, leurs équations ne connaissent pas le temps.

Une seule connaît la direction du temps, stipule un sens dans le déroulement des phénomènes. Énoncée par le scientifique allemand Rudolf Clausius, c'est la deuxième loi de la thermodynamique, elle stipule que: «*La chaleur ne peut pas passer spontanément d'un corps froid à un corps chaud.*» Une balle qui tombe, par exemple, peut rebondir, aller de haut en bas ou l'inverse, mais, en l'absence d'un changement extérieur, la chaleur d'un corps ne peut, elle, «remonter» du chaud au froid. La différence entre le passé et l'avenir ne tient qu'à cela, ce passage du chaud au froid. Clausius a nommé «entropie» la mesure de cette quantité de mouvement irréversible de la chaleur.

La chaleur n'augmente donc jamais d'elle-même dans l'espace?

Pour créer la chaleur du feu par exemple, il faut détruire le bois et il n'est pas possible de revenir ensuite en arrière, c'est irréversible, on ne peut pas ramener la cendre à l'état de bois. C'est là ce qui sépare le passé et le futur mais il s'agit d'une différence subtile, parce que la nature de la chaleur est complexe, liée à une description encore imprécise du monde. Nous ne savons pas encore pourquoi, en définitive, nous allons du passé vers le futur. Dans le passé, les choses étaient plus en ordre, plus froides mais à que cela tient-il, nous l'ignorons, cela reste un mystère.

"Les météorites sont des messagères du passé"

Nous avons, expliquez-vous, une vision «floue» du temps et de la matière qui nous empêche d'en comprendre mieux le fonctionnement.

La grande intuition de Ludwig Boltzmann et de ses contemporains, c'est que la chaleur n'est pas un fluide. Ce scientifique et philosophe autrichien de la fin du XIXe siècle a montré de façon claire qu'elle est le produit de l'agitation microscopique de particules. Lorsque nous regardons un verre d'eau, nous le voyons comme les astronautes voient la Terre depuis la Lune: une paisible bille bleutée, ils ne devinent rien de l'exubérante agitation de la vie, des plantes, des animaux. Dans les reflets d'un verre d'eau immobile se dissimule l'activité tumultueuse de myriades de molécules, bien plus nombreuses que tous les êtres vivants sur Terre.

Cette agitation mélange tout, si une partie des molécules sont immobiles et froides, elles sont entraînées par les autres, l'agitation se diffuse, les molécules se heurtent et se poussent et se réchauffent. La différence entre passé et futur ne se trouve ni dans les lois élémentaires du mouvement, ni dans la grammaire profonde de la nature mais dans ce désordre naturel qui se propage depuis la naissance de l'Univers. Pourtant, si l'on regarde individuellement des molécules en mouvement, il nous est encore impossible de distinguer le passé et le futur à cette échelle, nous ne connaissons pas ce qui les différencie.

"Une erreur de l'évolution"

Les savants dès l'Antiquité, pourtant, en avaient déjà découvert beaucoup sur la nature du temps.

Pour Aristote, le temps, c'est la mesure du changement continu des choses, du passage entre un événement et un autre. Là où rien ne se passait, le temps, en somme, n'existe pas. Newton a lui supposé au contraire l'existence d'un temps absolu qui s'écoule indépendamment du monde et de ses phénomènes. Einstein a montré que tous deux avaient raison à la fois.

La définition générale donnée par Aristote est pertinente, mais comme Newton en avait eu l'intuition, il existe bien une trame indépendante qui tisse le temps: c'est le champ gravitationnel qui interagit avec tous les autres champs. Einstein l'appelait «la méduse». Mais ce champ n'est ni absolu, ni uniforme. Il se plisse comme les autres. Si les horloges ralentissent c'est parce que là où la gravité est différente, ce champ se déforme, il est élastique et s'étire là où le temps est plus long, se contracte là où il est plus rapide.

Et comme pour la matière, il existe en quelque sorte, des particules élémentaires de temps...

C'est là mon domaine de travail, celui de la gravité quantique. Nous cherchons encore à comprendre la nature quantique du temps. Nous pensons que le champ gravitationnel n'échappe pas aux propriétés des atomes, que comme la matière, il n'est pas continu mais formé de «grains», de quantas et qu'il existe un intervalle minimal, une sorte de particule élémentaire du temps impossible à diviser. Nous avons une idée assez précise de sa valeur. Et en écrivant ce livre, je me suis rendu compte que d'une façon assez extraordinaire, c'est une idée ancienne, évoquée déjà par certains savants au Moyen Age.

["Les mathématiques n'ont rien d'inhumain"](#)

Le passage des heures, des secondes, c'est aussi un rapport à soi, vous dites que notre cerveau est une machine à voyager dans le temps qui nous fait craindre, à tort, la mort?

Le temps que nous vivons n'est pas seulement celui de la physique. Proust a écrit à partir de cette intuition que confirment les neurosciences: ce que nous percevons comme le temps provient de notre mémoire, de la structure de notre cerveau. Le temps nous fait, nous défait et il est chargé d'émotions. Notre espèce possède une mémoire plus développée mais aussi une très grande capacité d'anticipation qui nous a conduits à prendre conscience de notre finitude et à la peur de mourir.

Il me semble que c'est une sorte d'erreur de l'évolution. Le danger immédiat, la proximité de la mort déclenchent des réactions violentes chez les mammifères dont l'intérêt dans l'évolution est très clair. Elles galvanisent leurs forces pour s'échapper, déclenchent un sursaut. Mais ce moment d'extrême alerte ne dure pas. Sitôt le danger passé, la vie normale reprend son cours.

Chez nous, la prise de conscience de fait que nous allons mourir a provoqué une sorte de court-circuit cognitif avec l'instinct de survie immédiat. Un grand nombre de mécanismes dans le vivant vont vers la mort, les cellules ont des processus d'autodestruction pour que nous puissions continuer à exister. Nous-mêmes, nous mourrons pour que la vie puisse se poursuivre. Notre réaction émotive très spécifique, très humaine est une maladie. Je pense que nous devrions guérir en reconnaissant que c'est la mortalité qui nous rend la vie précieuse.

Propos recueillis par Véronique Radier

Carlo Rovelli, bio express

*Le physicien **Carlo Rovelli** est un spécialiste de la gravité quantique, directeur de recherche au CNRS et à l'université d'Aix-Marseille. Auteur de «Sept Brèves Leçons de physique» (Odile Jacob 2015), vendu à plus d'un million d'exemplaires dans le monde, il publie «l'Ordre du temps» chez Flammarion.*