

Le temps

Alain Haché

Département de physique et d'astronomie

Université de Moncton, Canada

© *www.unregardscientifique.com*

« Qu'est-ce que le temps? » nous demanda un jour un professeur de physique, ses yeux jonglant au loin comme s'il n'avait pas lui-même trouvé la réponse. Personne dans la classe n'osa répondre, peut-être par peur d'avoir l'air stupide. Le temps est une bête à la fois facile et difficile à comprendre; facile car tout le monde a une notion du temps, mais difficile car en essayant d'expliquer ce que c'est, on a tendance à se perdre ou à tourner en rond. Pourquoi est-il si difficile de définir quelque chose qui est partout et dans tout ce qu'on fait?

Explorons donc ce concept à multiples facettes.

Temps égale changement

Si nous étions dans un monde complètement statique où rien ne change et rien ne bouge, le temps ne servirait à rien. Dans un monde où tout est figé, incluant vos pensées, vous seriez toujours en train de vivre le même moment. On pourrait dire que si rien ne se passe, le temps ne passe pas non plus. Le concept du temps est autre façon de dire qu'il y a du changement, ne serait-ce que la position de l'aiguille d'une montre qui avance, ou les chiffres sur un cadran numérique qui déferlent. D'ailleurs, quand nous utilisons le mot 'temps', nous faisons invariablement appel à quelque chose qui bouge. Si je dis 'rencontre moi au café à 9h45, soit dans une demi-heure', ce que je dis c'est 'lorsque l'aiguille qui est maintenant au 3 sur ta montre sera au 9, je serai au café'. Le temps devient ainsi indissociable du mouvement de l'aiguille. (Bien sûr, le temps ne s'arrête pas si votre montre cesse de marcher, pas plus que le reste du monde.) À une autre époque, on aurait invoqué le mouvement du sable dans un sablier, ou celui de l'ombre du soleil, mais de nos jours, on comptabilise le temps avec des moyens beaucoup plus précis. Par exemple, les montres à quartz se basent sur le mouvement oscillatoire rapide d'un petit cristal de quartz. Au cœur de la montre se trouve un circuit électronique qui compte les oscillations, et ajoute 1 seconde à chaque nombre fixe d'oscillations (typiquement plusieurs milliers).

Le temps mesuré

En science, le temps est également indissociable du changement. Quand on mesure le temps on se réfère toujours à des choses qui bougent, qui oscillent de façon

régulière. La Nature contient des cycles naturels qui peuvent être utilisés comme unité de temps, comme la journée, le cycle lunaire de 28 jours et l'année. Mais même le cycle naturel le plus court, la journée, est trop longue pour bien des applications – il n'est pas commode d'exprimer la vitesse d'une balle de fusil en mètres par jour. Il faut donc des unités de temps plus courtes. D'autre part, certains cycles naturels ne sont pas réguliers. Par exemple, à cause des forces internes de frottement, la vitesse de rotation de la Terre diminue peu à peu, de sorte qu'aujourd'hui est plus long qu'hier d'environ 3 nanosecondes (ou 0.000000003 s). De nos jours, pour mesurer le temps de façon ultra-précise, on n'utilise plus les montres à ressort ou à quartz, mais plutôt l'oscillation de choses très rapides comme les atomes de césium. Ces horloges dites atomiques peuvent mesurer un intervalle de temps avec une précision d'une seconde sur 2 millions d'années, soit un peu mieux que l'horloge à coucou de votre grand-père. ¹

Mais comment sait-on si les cycles atomiques sont réguliers? On ne le sait pas. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'ils ont l'air régulier et qu'il n'y a pas de raison de croire qu'ils ne le sont pas. De ce point de vue, même si nos horloges sont plus précises, nous sommes toujours dans la situation de nos ancêtres préhistoriques qui ne savaient pas eux non plus si les jours et les années étaient de durée constante.

Une ressource également distribuée

Au début de chaque semaine, chaque personne dispose de 168 heures qui vont s'écouler au même rythme pour tous, et ce peu importe leurs intentions. L'expression 'gérer son temps' est un peu curieuse, car le temps refuse de se faire manipuler. On peut bien prioriser les activités qui vont remplir la semaine, mais le temps comme tel ne se prête à aucune modification. Imaginez si l'on pouvait réellement gérer son temps. On pourrait prendre 30 heures le mercredi et 18 heures le jeudi... plus d'excuses pour remettre un travail en retard.

Le temps comme luxe

Malgré les robots qui travaillent pour nous, notre civilisation a ironiquement créé une situation où le temps est un devenu un luxe. Même les plus riches ne peuvent se le payer. Les nouvelles opportunités créées par la richesse auraient, semble-t-il, rempli nos agendas à craquer. Quand on n'a pas assez de temps, il faut se dépêcher. Dans cette course à finir la liste des tâches, il devient difficile de trouver du temps pour soi-même, du temps pour rien faire, ou du temps pour faire ce qu'on aime. Donc si vous avez du temps d'extra, considérez-vous comme vivant dans un certain luxe!

¹ Pour mettre votre montre à l'heure juste à partir d'une horloge atomique, voir le texte et les services offerts par le site http://inms-ienm.nrc-cnrc.gc.ca/time_services/time_services_f.html

Temps court, temps long

Au laboratoire d'optique de l'Université de Moncton, nous utilisons des lasers pour mesurer des événements qui ne durent que 100 femtosecondes. Le préfixe 'femto' est rarement utilisé, et avec raison, car il représente un minuscule 10^{-15} , ou 0.000000000000001. Pendant 100 femtosecondes, vous pouvez vous imaginer qu'il n'y a pas grand-chose qui peut se produire. Si vous roulez sur l'autoroute à 100 km/h, pendant une 'microseconde', votre voiture se déplace sur une distance équivalente à l'épaisseur d'un cheveu. Considérez maintenant ceci : une microseconde contient 1 milliard de femtosecondes. Ca vous donne une idée. À quoi peut bien servir un tel instrument? Au cœur de la matière, les atomes vibrent et se cognent les uns contre les autres à une vitesse folle. Pour mesurer ces phénomènes clairement, il faut utiliser des équipements très rapides.

À l'autre extrémité de l'échelle du temps, nous avons des phénomènes cosmiques qui sont beaucoup plus longs. Notre Soleil, par exemple, effectue une rotation autour du centre de notre galaxie, la Voie Lactée, en 200,000 ans. Il en a effectué 25 000 depuis sa naissance. L'Univers entier, quant à lui, aurait 14 milliards d'années. Cet âge gigantesque a été calculé par plusieurs méthodes indépendantes.

Le temps relatif

En vous disant tout à l'heure que le temps s'écoule au même rythme pour tout le monde, j'ai commis une erreur sans conséquence pratique, mais une erreur quand même. En réalité, le temps s'écoule à une vitesse variable: plus vite vous bougez, moins le temps passe vite. Ainsi, un monsieur qui prend une marche vieillit plus vite que son chien qui va-et-vient sur le trottoir, et celui-ci vieillit plus vite que sa queue qui bat à toute vitesse. Quoique techniquement vrai, la différence est très minime en pratique, car cet effet de dilatation du temps n'est appréciable que lorsque les vitesses s'approchent de celle de la lumière dans le vide, et à 7 tours de Terre par seconde, cette vitesse est encore bien plus grande que celle d'un Beagle excité. La dilatation du temps est un curieux phénomène, mais elle a été vérifiée expérimentalement à maintes reprises. D'ailleurs, votre GPS doit en tenir compte pour calculer votre position par rapport aux satellites à quelques centimètres près.

En somme, la dilatation du temps provient du lien qui existe entre l'espace et le temps. Les deux ne sont pas indépendants. Ce qui se passe dans l'espace (le mouvement par exemple) affecte le temps. De ce principe, Einstein a introduit le concept d'espace-temps, une sorte d'espace à quatre dimensions, la 4^{ième} étant le temps. Contrairement aux dimensions spatiales, l'axe du temps est une dimension un peu spéciale: on ne peut s'y déplacer que dans une direction. Avec l'âge, on trouverait bien commode de pouvoir

renverser cette flèche, mais on ne peut rien y faire. C'est comme si nous vivions tous sur une rue qui est à la fois à sens-unique et un cul-de-sac.

Le concept d'espace à 4 dimensions est bien plus qu'une simple curiosité mathématique. Selon la théorie de la relativité générale, la force de gravité serait causée par les masses qui courbent cet espace-temps. Ca peut paraître étrange comme théorie, mais elle a survécu le test de l'expérience jusqu'à ce jour.

Le temps granulaire

Malgré la lumière jetée par Einstein sur la gravité, elle reste un mystère. Elle peut bien être la plus vieille des forces fondamentales que nous connaissons, mais elle demeure un casse-tête pour les physiciens car elle ne s'accorde pas avec les autres théories qui expliquent très bien les autres forces de l'Univers. Pour mettre de l'ordre dans cette famille dysfonctionnelle des forces fondamentales, les physiciens sont présentement à la recherche d'une grande théorie unificatrice. C'est l'un des défis scientifiques les plus importants de l'heure et, incidemment, l'un des objectifs du fameux *Large Hadron Collider* en France.

Une idée issue de la physique quantique pourrait régler le problème: le temps pourrait être granulaire. Selon cette idée, il existerait une unité de temps qui serait indivisible. L'aiguille de votre montre serait à un certain endroit au moment T, et au moment suivant elle apparaîtrait instantanément un peu plus loin, sans avoir passé par des positions intermédiaires. Mais la granulation requise pour unir la force gravitationnelle aux autres forces de l'Univers est extrêmement fine, de l'ordre de 10^{-43} secondes. Il reste à voir si cette théorie passera le test en laboratoire -- si jamais on arrive à mesurer le temps sur une aussi si courte échelle!