

## De l'antiquité à Einstein, l'expérience du temps

Jean-Marie Vigoureux

Les grands mythes nous parlent du temps. Mais qu'est-ce que le temps ? « Si on ne me le demande pas, je le sais, écrivait déjà Saint Augustin, mais si on me le demande, je ne le sais pas. » La question, posée par de nombreux philosophes est en effet ardue d'autant plus qu'elle se trouve de nos jours encore compliquée par le développement des sciences. À toutes nos questions, la physique en particulier en ajoute de nouvelles : L'écoulement du temps est-il réversible ? relatif ? peut-il varier en fonction d'autres grandeurs ? ...

Jusqu'au Moyen Âge, notre représentation du monde séparait le cosmos en deux parts totalement différentes et qui s'opposaient en tout : le monde céleste était le monde de Dieu et donc de l'éternité ; le monde terrestre était celui des vivants et donc du temps. Dans ce cosmos hérité de la Grèce antique, l'être humain était le seul à appartenir simultanément, par son corps et son âme, à ces deux mondes. Pour lui, dans le monde terrestre, tout est signe du divin et le temps est empli d'éternité.

Dans la culture du Moyen Âge, l'existence de ces deux mondes implique essentiellement deux façons de vivre le temps :

– Dans la vie monastique, « vie essentiellement privée d'impatience », le modèle temporel est celui du temps cyclique déjà pensé par Platon. Le mouvement des astres, mouvement éternellement semblable à lui-même et que rien ne peut jamais troubler est une image de l'éternité et de la plénitude ; il invite chacun à entrer « en présence du présent ».

– Mais le présent a aussi besoin du passé et du futur. L'être humain est également structuré par le temps. Un autre temps s'affirme ainsi, le temps linéaire qui trace un axe entre l'origine lointaine de la vie et la résurrection finale. Si le Christ est venu sur Terre, le futur ne peut pas être identique au passé. L'être humain est inséré dans la suite des générations et notre humanité n'apparaît plus comme un « donné » mais comme une proposition : nous ne naissons pas humains, nous pouvons choisir de le devenir. Il faut du temps pour faire d'un être un être humain. C'est là l'épanouissement de l'idée biblique et chrétienne d'un temps *historique* et d'une *évolution* non seulement possible mais nécessaire. L'humanité est inscrite dans un temps qui a sens ; l'histoire a une direction et une direction heureuse. L'idée de nouveauté est une idée nouvelle.

C'est sur ces deux mêmes pôles que se construit la science, tiraillée entre cette éternelle présence au présent et cette plongée dans l'histoire et le devenir. Comme pour notre propre cheminement humain, la physique naissante va d'abord chercher

(\*) Institut UTINAM du CNRS et Université de Franche-Comté.

jean-marie.vigoureux@utinam.cnrs.fr

l'éternel sous le temporel ... avant de découvrir la nécessité du temps linéaire, promesse de l'évolution.

La Lune tourne autour de la Terre ; la pomme tombe. Ces phénomènes sont inscrits dans le temps terrestre qui passe, mais, avec la naissance de la mécanique newtonienne, la physique ne cherche pas d'abord à rendre compte de cet aspect temporel des phénomènes ; tournée comme on l'était alors vers l'importance fondamentale de l'éternité céleste, elle s'est attachée au contraire à tenter de découvrir derrière les phénomènes temporels observables sur Terre, les lois éternelles du monde : c'est à cette recherche de l'immuable qu'elle se consacre avec Newton. Avec lui, le challenge semble avoir réussi au-delà de toute espérance : la loi de la gravitation universelle, comme plus tard la loi fondamentale de l'électrostatique, ne fait pas apparaître le temps ; à travers l'étude de phénomènes temporels, elle parvient à décrire le caractère intemporel d'un univers immuable.

Cette performance s'inscrit dans l'invention mathématique du concept d'instant. Avec lui, toute l'histoire de l'univers, de son plus lointain passé jusqu'à son plus lointain devenir, est contenue dans un instant sans épaisseur temporelle qui, à ce titre, échappe au temps. C'est là ce qui émerveillait Pierre Simon de Laplace qui soulignait dans un texte désormais célèbre : « Une intelligence qui, pour un *instant* donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation des êtres qui la composent (...) embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, *et l'avenir comme le passé serait présent à ses yeux* ».

Construite sur cette notion d'instant, la physique newtonienne échappe ainsi au temps qui n'y apparaît jamais comme une grandeur physique mais seulement comme un simple paramètre : le temps est pour elle un cadre *extérieur* à l'univers, un axe qui nous sert à repérer « où nous en sommes » : aujourd'hui, nous en sommes là sur cet axe, hier, nous étions ici et demain nous en serons là. Le temps de la physique classique n'est pas dans l'univers ; c'est l'univers qui est *dans le temps*.

Le prix de cette extraordinaire prouesse de découvrir l'immuable dans la finitude des phénomènes temporels en ramenant toute connaissance à celle d'un seul instant éternel sera pourtant bien lourd ; on s'apercevra bientôt que cette description instantanée de l'univers fait perdre à la physique la possibilité de comprendre l'irréversibilité des phénomènes qui nous entourent. En ignorant le temps qui dévore, la physique classique avait ainsi perdu la possibilité d'en trouver le sens. Il fallut alors admettre que la description de l'univers ne pouvait pas se déduire du seul instant présent, et reconnaître que la physique avait, elle aussi, besoin du passé et du futur. Elle dut alors apprendre à regarder le temps en face, sans le fuir ni le nier.

C'est la thermodynamique qui devait oser la première approche physique du temps et ouvrir la voie à la compréhension de l'irréversibilité des phénomènes. Avec Boltzmann, elle nous apprit que le sens du temps est lié à la structure de la matière et à l'agitation désordonnée de ses constituants. Si l'énergie se conserve au cours du temps, manifestant de cette façon son caractère immuable, elle se dégrade aussi de façon inexorable. Fasciné par cette science nouvelle, Einstein devait à sa suite faire

du temps une véritable grandeur physique : si pour la physique classique, *ce n'est pas le temps qui est dans l'univers mais l'univers qui est dans le temps*, Boltzmann et Einstein renversent complètement la situation : avec eux, le temps entre dans l'univers ; il n'est plus un cadre extérieur aux phénomènes mais devient un acteur à part entière en prenant le statut alors inimaginable de « grandeur physique ». Une telle découverte, chacun le sait, devait bouleverser notre représentation du monde en ouvrant notre pensée à des questions que personne n'avait encore pu imaginer :

– Tant que le temps est extérieur à l'univers, le physicien ne peut s'y intéresser autrement qu'à une simple lettre «  $t$  » utile dans certains de ses calculs.

– Si le temps est considéré au contraire comme une véritable grandeur physique, alors il devient possible de se poser tout un ensemble de questions nouvelles : une grandeur physique est par définition susceptible de variations ; elle possède des « propriétés » qui elles-mêmes sont reliées à celles des autres grandeurs. Il est donc possible d'agir sur elle et de la faire interagir avec d'autres... Des questions jusque là impensables surgissent : peut-on ralentir l'écoulement du temps ? Peut-on « remonter » le temps ? l'écoulement du temps peut-il dépendre du lieu où l'on se trouve ? ... comment les autres grandeurs physiques pourraient-elles influencer sur lui ? Les « relativités », restreinte et générale, ont commencé à répondre à de telles questions en démontrant par exemple que l'écoulement du temps est d'autant plus lent que l'on se trouve plus proche d'une masse et que l'on vieillit donc moins vite au rez-de-chaussée d'un immeuble qu'à l'étage<sup>(1)</sup>...

Ainsi, suivant nos propres détours (comment pourrait-elle faire autrement ?), la physique est en train d'apprendre à apprivoiser le temps, à l'appréhender et donc à l'entrevoir tel qu'il est. S'il est devenu aujourd'hui la grandeur physique que nous savons mesurer avec la plus grande précision, il reste, malgré tout, une grandeur dont nous ne connaissons que peu de choses. Ainsi, dans la description qu'elle donne du monde où nous vivons, la physique fut d'abord tentée de s'arracher au temps pour se fonder sur l'immuable en privilégiant « l'instant éternel ». Elle fut peu à peu obligée de l'accepter malgré les redoutables questions qu'il pose. Sa réticence à s'ancrer dans le mouvant et l'irréversible est bien compréhensible. Ce temps qui passe et dont nous commençons tout juste à comprendre qu'il possède des propriétés est en effet le nôtre : temps de nos cellules, temps de nos vies, temps de nos sociétés. Comme les physiciens de jadis, nous hésitons à le regarder en face, lui qui dévore ses enfants. Il nous faut pourtant l'apprivoiser, apprendre à l'appréhender et donc à l'entrevoir tel qu'il est. Comme l'univers, nous avons, nous aussi, besoin du passé et du futur, et la richesse de cette dimension temporelle de nos vies et du monde est encore très largement sous-estimée.

(1) Précisons toutefois que sur la Terre dont la masse est faible cet effet reste négligeable bien que mesurable : la variation d'écoulement du temps entre le sol et un lieu situé 22 m plus haut n'est que d'une seconde sur 13 millions d'années.

Le texte de la conférence de Marie-Hélène Salin « Enseignement et apprentissage à l'école primaire et au début du collège : le facteur temps » paraîtra dans le prochain bulletin.