

ÉTIENNE
KLEIN

Le facteur temps
ne sonne jamais
deux fois



Champs sciences

Extrait de la publication

ÉTIENNE KLEIN

Le facteur temps ne sonne jamais deux fois

Chose déroutante, décidément, que le temps. Nous en parlons comme d'une notion familière, évidente, voire domestique, «gérable». Nous parlons même d'un «temps réel» pour évoquer l'instantanéité, c'est-à-dire le temps sur lequel nous n'avons aucune prise. Les physiciens, eux, l'ont couplé à l'espace, en ont fait une variable mathématique, abstraite, qu'ils intègrent dans des théories audacieuses, spectaculaires, mais si complexes qu'elles sont difficiles à traduire en langage courant. Certains disent même avoir identifié le moteur du temps. Quant aux philosophes, ils ne cessent depuis plus de deux millénaires de soumettre le temps au questionnement : est-il une sorte d'entité primitive, originaire, qui ne dériverait que d'elle-même ? Ou procéderait-il au contraire d'une ou plusieurs autres entités, plus fondamentales : la relation de cause à effet, par exemple ? Le temps s'écoule-t-il de lui-même ou a-t-il besoin des événements qui s'y déroulent pour passer ? S'apparente-t-il au devenir, au changement, au mouvement ? Et au fait, le temps a-t-il eu un commencement ? Aucune discipline ne parvient à épuiser, à elle seule, la question du temps. C'est pourquoi nous avons croisé les regards des philosophes avec ceux des physiciens. Et que se passe-t-il ? Sans aucun doute de belles et troublantes choses...

Professeur à l'École centrale, docteur en philosophie des sciences, **Étienne Klein** dirige le Laboratoire de recherches sur les sciences de la matière du CEA. Il est notamment l'auteur aux éditions Flammarion de : *Petit voyage dans le monde des quanta* (2004), *Il était sept fois la révolution : Albert Einstein et les autres* (2005), *Galilée et les Indiens* (2008).

En couverture : *Le Funambule*
© Gilbert Garcin / courtesy Galerie
Les Filles du calvaire. Paris et Bruxelles.

Flammarion

editions.flammarion.com

Extrait de la publication

**LE FACTEUR TEMPS
NE SONNE JAMAIS
DEUX FOIS**

DU MÊME AUTEUR

- Conversations avec le sphinx. Les paradoxes en physique*, Paris, Albin Michel, coll. « Sciences d'aujourd'hui », 1991 ; Le Livre de Poche, 1994.
- Le Temps et sa Flèche*, avec M. Spiro (dir.), Gif-sur-Yvette, Frontières, 1995 ; Flammarion, coll. « Champs », 1996.
- L'Atome au pied du mur et autres nouvelles*, Paris, Le Pommier, coll. « Romans & plus », 2000.
- L'Unité de la physique*, Paris, PUF, coll. « Science, histoire et société », 2000.
- Moi, U235, atome radioactif*, avec B. Bonin et J.-M. Cavedon, Paris, Flammarion, 2001.
- La science nous menace-t-elle ?*, Paris, Le Pommier, coll. « Les petites pommes du savoir », 2003.
- Les Tactiques de Chronos*, Paris, Flammarion, 2003 (prix « La science se livre », 2004) ; Flammarion, coll. « Champs », 2004.
- Petit voyage dans le monde des quanta*, Paris, Flammarion, coll. « Champs », 2004 (prix Jean Rostand, 2004).
- Il était sept fois la révolution : Albert Einstein et les autres*, Paris, Flammarion, 2005 ; coll. « Champs », 2007.
- Les Secrets de la matière*, Paris, Plon, coll. « Raconté en famille », 2008.
- Galilée et les Indiens. Allons-nous liquider la science ?*, Paris, Flammarion, coll. « Café Voltaire », 2008.

Étienne Klein

**LE FACTEUR TEMPS
NE SONNE JAMAIS
DEUX FOIS**

Champs sciences

Extrait de la publication

© Éditions Flammarion, Paris, 2007
© Éditions Flammarion, Paris, 2009, pour la présente édition
ISBN : 978-2-0812-2022-5

Extrait de la publication

INTRODUCTION

*Dans l'air il y a le temps.
Par terre il y a l'histoire.*

Antonio Tabucchi

Étrange chose, vraiment, que le temps qui passe. Il y a quelques années, je m'étais déjà intéressé à lui, de très près, je lui ai même consacré un livre, *Les Tactiques de Chronos*. Je me rappelle qu'en écrivant la dernière phrase, « Il faut apprendre à aimer l'irréversible », j'ai eu l'impression très vive, presque la certitude, que j'en avais bel et bien fini, pour ce qui me concerne, avec la question du temps. J'avais dit tout ce que je pouvais en dire, j'allais pouvoir enfin passer à autre chose, à la question de l'espace, ou à celle du vide, voire à rien du tout...

Mais dans les mois, dans les années qui ont suivi la publication de cet ouvrage, la question du temps m'a rattrapé, troublé à nouveau, reconquis. Et aussi celle, toute proche, en apparence la même, de l'irréversibilité. Un peu comme ces vieux alpinistes qui, deux ou trois jours après une belle course dont ils avaient juré haut et fort qu'elle serait la dernière, l'ultime, se surprennent à réaiguiser furieusement leurs crampons, le regard une nouvelle fois tourné vers quelque sommet enneigé. On ne prend pas si facilement congé de la haute montagne.

Pourquoi la question du temps m'a-t-elle emballé, voire embastillé à nouveau ? Parce que partout, dans les conférences publiques, les colloques de spécialistes, j'entends utiliser les mots changement, mouvement, irréversibilité, causalité, cours du temps, flèche du temps, pour rendre compte du temps, comme si ces notions, qui lui sont certes liées, étaient presque interchangeables. Il faut dire que le temps ne laisse guère de choix : invisible, il réclame qu'on l'illustre concrètement, à l'aide d'autre chose que lui-même, quelque chose qui soit perceptible.

Le changement est sans doute le phénomène qui suggère le mieux l'idée de temps, et l'on comprend pourquoi : dans notre expérience quotidienne, nous ne rencontrons jamais une réalité particulière, directement saisissable, et qui serait le temps ; nous ne voyons autour de nous que des choses *en devenir*. C'est sous cet aspect, celui du changement affectant une chose, une personne, une institution, un système physique, que le temps nous apparaît d'abord. De là à supposer que temps et devenir sont une seule et même chose, il n'y a qu'un pas... qu'on franchit vite. Souvent, aussi, on dit que le temps s'arrête ou disparaît quand plus rien ne se passe, comme si la dynamique du temps était liée aux êtres et aux objets qui s'y déplacent, qui évoluent. Ainsi nous confondons le temps avec les phénomènes qui s'y déroulent. À l'ambivalence du signifié, nous répondons par la prolifération des métaphores. Néanmoins, tous ces mots, mouvement, changement, causalité, etc., n'ont pas vocation à demeurer des signifiants flottants. Je vais tenter de penser le temps pour ce qu'il est, selon la physique et avec elle. Et, quand cela me sera possible, avec un peu de philosophie.

Un examen approfondi des théories physiques, aussi bien les formalismes conventionnels que les travaux les plus spéculatifs actuellement, me permet de préciser les choses et d'affirmer que ces apports sont spectaculaires. Depuis quelques années, les physiciens tentent d'aller « au plus profond des choses », là où physique et métaphysique se frôlent, en viennent presque à se toucher. Évidemment, plus on y regarde de près, plus l'affaire est troublante... Ces avancées pourraient chambouler de fond en comble notre représentation du temps. Et, au passage, prolonger, voire relativiser certaines conclusions que j'ai pu formuler dans *Les Tactiques de Chronos*.

Les travaux des physiciens m'ont conduit à me pencher sur deux questions fondamentales, que les philosophes avaient déjà posées. La première est celle de la nature du temps : de quoi est-il fait ? Est-il une substance ? Une sorte d'entité primitive, originaire, qui ne dériverait de rien d'autre que d'elle-même ? Ou, au contraire, une entité secondaire qui procéderait d'une ou de plusieurs autres entités plus fondamentales : la relation de cause à effet, par exemple ? les relations de succession entre les événements ? En d'autres termes, le temps se suffit-il à lui-même ou a-t-il besoin des événements pour prendre corps ? Est-il de nature substantielle ou relationnelle ? Et au fait, le temps a-t-il eu un commencement ?

La seconde question est celle du « moteur » du temps : d'où vient que le temps passe ? S'écoule-t-il de lui-même ou a-t-il besoin de nous pour passer ? Le moteur du temps est-il de nature physique, objective, ou n'est-il qu'une illusion, une impression, en somme le produit de notre subjectivité ? Y aurait-il, au sein de l'écoulement temporel lui-même, un principe actif qui demeure et ne change point ?

Pour répondre à ce questionnement, j'examinerai dans la première partie comment les formalismes de la physique, qu'ils soient conventionnels (physique classique, physique quantique, relativité restreinte, relativité générale) ou en construction (théorie des supercordes, théories de la gravité quantique), reprennent à leur compte la question du temps. Les nouveaux formalismes n'opèrent plus dans un espace-temps donné *a priori*, mais créent plutôt leur propre arène spatio-temporelle à partir de configurations qui sont, elles, dénuées de temps et d'espace. Il se pourrait donc qu'un jour prochain l'espace des petits oiseaux et le temps de la pendule, pourtant si familiers, deviennent des concepts sans véritable contrepartie dans la réalité : ils se contenteraient d'émerger de structures ne les contenant pas...

Dans ce droit fil j'aborderai le statut du présent. Car se situer dans le temps, être aujourd'hui dans le temps, c'est avoir une histoire, c'est-à-dire un passé et un avenir. C'est dans le présent que nous sommes et ressentons, pourtant il semble qu'il nous échappe. Ce paradoxe – le présent serait tout et rien à la fois – est vieux comme la pensée humaine. Existe-t-il un présent du monde, un présent universel, ou le présent n'est-il que la marque de notre présence au monde, soit un présent relatif ?

Dans la deuxième partie, j'analyserai comment les différentes théories articulent la question du temps et celle du devenir. Il apparaît que la physique les distingue, dans ses formalismes conventionnels du moins. Elle les distingue même radicalement.

Le temps n'est pas le changement, mais il n'est pas sans changement. Tout comme le temps n'est pas le mouvement, mais n'est pas sans mouvement. Difficile de défi-

nir le changement sans faire référence au temps. Pour la physique, il en va autrement. Le temps semble pouvoir exister sans le changement. À supposer, par exemple, une espèce de mort thermique de l'univers, où plus rien ne bougerait ni ne changerait, le temps serait-il pour autant aboli ? Cela n'aurait-il aucun sens de se demander *depuis combien de temps* rien ne change ? L'invariance, l'immobilité ne pourraient-elles donc durer ? Mais alors comment perdureraient-elles ?

La physique nous permet de sortir de l'ambiguïté, en distinguant deux sortes de changement trop souvent confondues : d'une part, le *cours du temps*, soit le renouvellement irréversible de l'instant présent – le facteur temps ne sonne jamais deux fois ; d'autre part, la *flèche du temps*, c'est-à-dire l'évolution irréversible des phénomènes temporels. En donnant un statut homogène à tous les instants du temps, la physique est parvenue à rendre compte du devenir à partir de lois qui lui échappent, parce qu'elles sont les mêmes à tout instant.

Pour finir, j'ai voulu comprendre pourquoi cette confusion si ancienne entre temps et devenir était si durable. Il m'a fallu revenir dans la troisième partie sur un épisode historique, une controverse qui remonte au XIX^e siècle entre le physicien atomiste Ludwig Boltzmann et le chimiste Wilhelm Ostwald. Grâce à François Xavier Demoures, qui a été l'un de mes étudiants, j'ai pu approfondir l'enquête. L'affaire s'est nouée autour d'un paradoxe devenu célèbre, celui de la flèche du temps : comment des équations physiques, qui ne font pas de différence formelle entre le passé et l'avenir, peuvent-elles rendre compte de l'évolution *irréversible* de la plupart des systèmes physiques qui, au cours du temps,

s'éloignent toujours plus de leur état initial ? Par exemple, lorsque nous projetons le film de nos vacances à l'envers, comment se fait-il que nous nous en apercevions dès les premières images, alors que, selon la physique, les phénomènes doivent pouvoir se dérouler dans un sens aussi bien que dans l'autre ?

Bien sûr, toutes ces questions excèdent le cadre de la physique, et obligent à ouvrir grand les fenêtres. Brusquement, joyeusement, c'est l'air du large qui souffle. La philosophie vient déconfiner la physique. Et, en retour, il arrive que la physique produise des résultats qui constituent des « découvertes philosophiques négatives », pour reprendre l'expression de Maurice Merleau-Ponty¹. Des résultats qui viennent modifier les termes en lesquels certaines questions philosophiques se posent, et apporter des contraintes à la réflexion. Il arrive ainsi que la physique s'invite dans des débats qui lui sont *a priori* étrangers. Qui oserait aujourd'hui traiter de la question du réel sans tenir compte des leçons de la physique quantique, si révolutionnaire à maints égards² ?

1. Maurice Merleau-Ponty, *La Nature*, Notes – Cours du Collège de France, textes établis et annotés par Dominique Ségler, Paris, Éditions du Seuil, coll. « Traces écrites », 1995, p. 68.

2. Il est étonnant de constater que l'expression « découverte philosophique négative » se trouve aussi sous la plume de deux des pères fondateurs de la physique quantique, Fritz London et Edmond Bauer. En conclusion de leur article de 1939, « La théorie de l'observation en mécanique quantique », ils écrivaient ceci : « La physique en tant que science empirique ne peut pas aborder les problèmes philosophiques en toute généralité. [...] Mais si l'on peut contester qu'il soit possible de fonder des vérités philosophiques par les méthodes des physiciens, il n'est sûrement pas hors de leur compétence de mettre en évidence que *certaines affirmations qui prétendent à une validité philosophique n'en ont pas en vérité*. Et parfois ces découvertes philosophiques "négatives" des physiciens ne sont pas moins importantes,

Et parmi toutes les questions qui intéressent les physiciens et les philosophes, celle du temps ne serait-elle pas la plus exaltante et la plus vertigineuse ? Celle qui, au bout du compte, nous concerne tous.

ni moins révolutionnaires pour la philosophie que les découvertes des philosophes de métier. » (F. London, E. Bauer, « La théorie de l'observation en mécanique quantique », in *Exposés de physique générale III*, 1-51, Hermann, Paris, 1939 ; voir aussi J. Leite Lopes, B. Escoubès, *Sources et évolution de la physique quantique*, Masson, 1995, p. 133-153.)

