HAL
open science

L'impossible retour du temps.

Michel Paty

To cite this version:

Michel Paty. L'impossible retour du temps.. Pour la science, 1995, n° 208, p. 10-12. halshs-00182624

HAL Id: halshs-00182624

https://shs.hal.science/halshs-00182624

Submitted on 26 Oct 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Pour la Science (Paris), n° 208, février 1995, 10-12.

L'impossible retour du temps

Le thème du voyage et du retour dans le temps est un sujet fascinant pour beaucoup, même pour les scientifiques et les philosophes qui le jugent généralement impossible. Tout un chacun a sa propre expérience du temps, et se demande bien ce que c'est, au fond, que cette 'chose-là' à laquelle il semble impossible d'échapper. Nous sommes pris dans le temps de la naissance à la mort, à notre lieu fixé dans le cours des siècles et la marche de l'univers. La littérature a exprimé de mille façons ce sentiment populaire. Le temps est le problème fondamental de la métaphysique, écrivait Bergson, faisant écho à Saint Augustin qui disait, quinze siècles avant, qu'il croyait savoir ce qu'est le temps sauf quand il se mettait à y penser.

En vérité, si l'expérience du temps comme succession de nos états de conscience est subjective, elle est toujours médiatisée par les systèmes de symboles qui caractérisent une culture. Ce serait d'ailleurs ici un 'impossible' préliminaire aux questions qui nous occupent aujourd'hui: l'impossibilité d'appréhender le temps de façon directe, comme s'il était une 'chose' que l'on pourrait toucher, ou un objet qui existerait indépendamment du reste.

Le temps n'existe qu'interprété et symbolique, et prend des formes différentes dans les diverses cultures. De même qu'il existe plusieurs langues, il existe plusieurs notions de temps, dont la traduction d'une culture à une autre peut être très difficile. Aucune n'est certainement plus naturelle qu'une autre, et il en va ici du temps exactement comme il en va pour les langues. Il n'y a pas, au départ, une notion de temps idéale ou vraie, qui serait celle à laquelle on devrait se conformer.

C'est ainsi que l'on peut entendre la remarque de Jorge Luis Borges, selon laquelle, après vingt ou trente siècles de méditation, l'on n'a pas avancé dans le problème du temps. Cela est vrai, si l'on considère le temps dans la spontanéité de son surgissement dans nos esprits et la diversité infinie des expériences existentielles du temps, c'est-à-dire d'un présent que nous relions à la mémoire, que nous associons à des anticipations possibles. Nous n'avons pas *la* solution à la question de ce qu est ce temps vécu, car l'expérience existentielle est inépuisable.

Néanmoins, il existe pour nous, dans cette culture particulière qui est la nôtre, une notion de temps entre plusieurs, celle qui a été constitué par la science moderne, et à laquelle je m'en tiendrai dans ce qui suit. Cette science a développé une connaissance du temps, au prix, certes, de l'oubli de beaucoup de dimensions de ce que l'on appelle le temps en général, et d'une grande simplification. On doit remarquer cependant que le temps intériorisé par l'expérience subjective ne peut rester indépendant du reste du monde physique et que malgré ses simplifications, le temps de la science nous éclaire sur le temps en général. Or la physique, la biologie,

la science d'une manière globale (et même, peut-être, cette science humaine du temps qu'est l'histoire), ont fait avancer notre conception du temps, et nous permettent, en particulier, de savoir s'il y a des impossibilités dans les représentations que nous nous en faisons. Le temps apparait dans les phénomènes physiques sous deux espèces différentes: les processus qui sont réversibles et ceux qui sont irréversibles. L'irréversibilité semble édicter une fois pour toutes une impossibilité absolue: celle d'un retour de la jouvence, celle de refaire autrement ce qui a été.

J'aimerais faire une remarque à ce sujet, avant de revenir plus tard à la question de l'irréversibilité.

Le thème du retour du temps est probablement aussi ancien que l'idée de temps elle-même, si l'on considère les conceptions des Anciens sur la circularité du temps, ou encore l'idée de métempsychose, ou transmigration des âmes réincarnées sous des formes différentes, venue des civilisations d'Orient, et dont on retrouve la trace dans les dialogues de Platon, avec l'idée de réminiscence.… Nietzsche lui-même parle de l'éternel retour, dont il reprend le thème aux mythes anciens… Encore que l'on rencontre, dans la même culture ancienne, l'idée contraire, héraclitéenne, de l'impossibilité de se baigner deux fois dans le même fleuve, parce que tout change…

Mais le thème du voyage dans le temps est beaucoup plus récent, au contraire de celui des voyages dans l'espace, que l'on rencontre dès l'Antiquité, par exemple chez Lucien de Samosathe, au deuxième siècle de notre ère. On trouve il est vrai, des voyages d'une autre sorte, dans l'éternité et non dans le temps, avec l'épopée de Gilgamesh à la recherche de l'immortalité, à l'aube de la civilisation, ou avec la *Divine Comédie* de Dante. Le thème de l'anticipation est déjà plus moderne, tel *L'An 2004*, de ce précurseur de la littérature de science-fiction que fut Louis-Sébastien Mercier, vers le moment de la Révolution française. Mais le retour dans passé n'apparaît, me semble-t-il, qu'avec la machine à remonter le temps de Herbert George Wells, vers la fin du dix-neuvième siècle, juste après l'apparition de l'irréversibilité en physique avec la formulation du deuxième principe de la thermodynamique. Je suppose que, la physique ayant montré que les phénomènes sont irréversibles, les écrivains ont rêvé à des moyens de s'échapper de cette contrainte, de revenir en arrière dans le temps, car l'imaginaire aime transgresser les interdits.

Auparavant, le temps avait été l'objet d'une conceptualisation rigoureuse par la physique, essentiellement avec Newton, qui s'appuya sur elle pour établir les lois de la mécanique et celles du mouvement des planètes. Mais ce temps-là, qui allait toujours de l'avant vers l'après en passant par le présent - selon la définition qu'en donnait déjà Aristote -, était encore conçu selon la réversibilité. C'est-à-dire que des phénomènes comme les mouvements des planètes sur leurs orbites ont les mêmes lois, que l'on considère leur parcours dans le temps selon la direction observée ou selon la direction inverse. Le sens du parcours est donné seulement par les conditions initiales.

A la thermodynamique près, établie vers le milieu du dix-neuvième siècle, la physique a toujours considéré que les lois de la nature sont réversibles: c'est encore le cas avec la théorie de la relativité et la mécanique quantique. Elle s'est toujours également appuyée sur une innovation considérable du temps newtonien: la conceptualisation du temps instantané, conciliant ce qui était

jusqu'alors apparu comme une énigme insurmontable, la conciliation du temps comme durée et comme instant. La flèche de Zénon ne pouvait pas être en mouvement: le temps traité, comme l'espace, à travers la mathématisation du calcul différentiel, supprimait tout paradoxe. Newton levait par là, en quelque sorte, un impossible: l'impossibilité logique du mouvement.

La mécanique newtonienne permet de connaître l'état du mouvement futur ou passé à partir d'un état initial. La variable de référence est le temps, que Newton décrit comme uniforme, ce qui est tautologique: car, par rapport à quoi le temps est-il uniforme ? si ce n'est par rapport au temps lui-même. Mais cette tautologie est significative : elle fait du temps la référence fondamentale du mouvement. Ce temps physique, Newton le concevait comme absolu et mathématique (néo-platonicien, il considérait que la réalité profonde du monde est celle des idées mathématiques). Le caractère mathématique l'autorisait à élaborer un temps approprié à la loi qui détermine le taux de changement d'une action d'un instant à l'instant immédiatement suivant, et que nous appelons aujourd'hui loi de causalité newtonienne.

Le temps était traité comme une variable continue, avec la possibilité de passer à la limite pour la détermination d'un instant singulier: le temps mathématique de Newton est, en fait, une grandeur différentielle. Plus tard, à partir du dix-huitième siècle (avec d'Alembert notamment), l'identité du temps physique et de ce temps mathématique idéal, sous-tendue par la conception que l'idée de temps nous est donnée naturellement, fut dépassée dans la conception d'une *construction mathématique* du temps physique. L'on voit ici jouer toute la subtilité des rapports entre la physique et les mathématiques, que l'on pourrait résumer en termes d'‘impossibles': de l'impossible et nécessaire pensée du temps continu et du temps instantané, à l'impossibilité de penser la physique sans les mathématiques.

La physique a ensuite trouvé une raison profonde pour que le temps, une fois définies les conditions initiales, aille ensuite toujours de l'avant vers l'après: lorsqu'elle s'est aperçue, avec Maxwell à propos des phénomènes électromagnétiques, qu'aucune propagation à distance ne se fait instantanément, avec une vitesse infinie (comme Newton le croyait pour les forces de gravitation), ce qui sépare radicalement la cause et l'effet et parachève de fait la causalité newtonienne.

Le rôle fondamental de la vitesse de la lumière comme vitesse limite, qu'il n'est pas possible de dépasser, a été ensuite mis en évidence par la théorie de la relativité restreinte, à la suite des travaux de Lorentz, de Poincaré et d'Einstein. En même temps que l'instantanéité des actions était déclarée impossible, la simultanéité apparaissait comme une notion purement relative, et l'espace et le temps s'unissaient indissolublement.

La physique (mais aussi l'expérience quotidienne, qui mesure souvent les distances en durées, et exprime d'ailleurs aussi les temps en distances) savait déjà, depuis Galilée et Newton, que la position d'un corps dans l'espace est fonction du temps. Avec le mouvement, le temps entre dans l'espace: cela faisait toute la différence entre la géométrie et la mécanique. Mais ce qui est nouveau avec la relativité restreinte, c'est que désormais l'espace entre aussi dans le temps : on ne peut pas penser le temps sans penser au mouvement qui anime les corps par rapport auxquels on considère ce temps.

De là, donc, cet autre impossible : la simultanéité absolue du temps, ou

la co-présence au même instant de tous les lieux et objets de l'univers. Si une cloche tinte, ici, pour nous, au midi de notre horloge, ce son au même endroit n'est pas perçu à la même heure donnée par son horloge par un voyageur qui passe au-dessus de nous, animé d'un mouvement très rapide.

Ces conceptions sont bien rassemblées dans la représentation du 'cône de lumière', associée à la description mathématique de l'espace-temps de la relativité d'Einstein par Minkowski, où le temps est représenté, de façon géométrique, comme une quatrième dimension, les trois autres étant celles de l'espace. Mais cette dimension est différente des autres, à cause de son lien de causalité à l'espace, qui fait la 'métrique' de l'espace-temps, et aussi parce qu'on sait le temps irréversible. Le cône de lumière est le lieu des points d'espace-temps qui peuvent être reliés entre eux par une action causale: il exprime aussi que chacun de ces points possède un avant et un après qu'il n'est pas possible d'inverser.

Tout événement correspondant à un point ou à une région de l'espace-temps situés en dehors du cône de lumière relié à un événement donné est absolument et définitivement étranger à ce dernier: il n'existe entre eux aucune possibilité de communiquer. On dit aussi que cette région 'espace' de l'espace-temps associée à un événement donné est 'a-causale' ou 'non-physique'. Ainsi une partie de l'Univers nous échappe peut-être : toute la région qui est située à une distance plus grande que la distance que la lumière a pu parcourir depuis la formation de l'Univers. La théorie de la relativité restreinte introduit donc une nouvelle impossibilité : l'accès aux zones extérieures à notre cône de lumière[1].

Ces impossibilité s'accompagnent en même temps de 'paradoxes' apparents. Deux jumeaux, l'un resté sur terre, l'autre voyageant dans l'espace à très grande vitesse, vieilliraient à des rythmes différents. Revenu sur Terre après deux années de son temps, le voyageur retrouvera son frère vieilli de quarante ans, ou déjà mort. Ce 'paradoxe des jumeaux de Langevin' a été testé expérimentalement à l'aide d'accélérateurs de particules et il est bien connu des spécialistes des rayons cosmiques, qui captent sur Terre des particules en mouvement rapide alors que, si leur temps propre était le même que celui de la Terre, elles devraient être désintégrées depuis longtemps.

Quant à la théorie de la relativité générale d'Einstein, qui nous donne un nouveau moyen de comprendre les propriétés de l'Univers, elle a modifié, elle aussi, notre conception du temps physique, en établissant, contre l'uniformité du temps postulée par Newton, que le temps ne s'écoule pas partout de la même façon. En sorte que le temps n'existe pas indépendamment des phénomènes: ses propriétés sont dictées au contraire par les phénomènes. Notamment, le temps s'écoule plus lentement dans les champs de gravitation très intenses, tels ceux qui règnent à la surface des corps célestes massifs, comme le Soleil. Même sur notre Terre, cet effet peut être ressenti: en bas d'une montagne les horloges battent moins vite qu'en altitude. De tels effets ont été constatés avec des horloges extrêmement précises comme les horloges atomiques. Cependant, si le temps s'écoule plus lentement

---

[1] Quelques physiciens ont bien supposé l'existence des tachyons, des particules qui auraient une vitesse supérieure à la vitesse de la lumière. Selon la théorie de la relativité, de telles particules ne sont pas impossibles, mais elles devraient conserver toujours une vitesse supérieure à celle de la lumière et seraient difficilement observables. L'existence des tachyons poserait des problèmes logiques, car alors l'effet pourrait précéder la cause, mais elle n'a pas été démontrée.

dans les champs de gravitation intenses, les individus qui sont dans ces champs ne perçoivent pas sur eux-mêmes la différence d'écoulement du temps, puisque leur horloge biologique bart au même rythme que leur horloge physique.

On peut envisager des cas où le champ de gravitation serait tellement fort que l'espace-temps serait totalement déformé, en forme 'd'entonnoir' par exemple, en sorte que la lumière serait dans l'incapacité de s'échapper et retomberait. Les trous noirs, restes d'étoiles denses effondrées sur elles-mêmes, en sont des exemples. On pourrait imaginer que la déformation de l'espace-temps entraîne ce que certains ont appelé une 'déchirure de l'espace-temps', avec des 'boucles' du temps telles, qu'en les suivant, on pourrait revenir à un point de l'espace temps d'où l'on était parti ; le voyageur spatio-temporel se rencontrerait lui-même plus jeune. On perçoit bien que c'est là une impossibilité, et l'on a donc avancé, pour l'éviter, des explications complémentaires en supposant, par exemple, qu'il reviendrait sur un 'feuillet' d'espace-temps différent, dans un 'monde parallèle'. Cette conception des 'multimondes' provient de certaines interprétations, très spéculatives, de la mécanique quantique et paraît très artificielle. Le paradoxe d'un retour dans le temps dû aux trous noirs provient surtout des difficultés qu'il y a à travailler avec un formalisme mathématique à l'aide duquel on tente de décrire le monde, mais dont on ne domine pas toute la signification du point de vue physique.

Il nous faut en venir, pour terminer, au temps de la thermodynamique, qui apporte quelque chose de très différent pour notre conception du temps, dont les théories que nous avons évoquées ne se préoccupent pas : l'irréversibilité, qui introduit d'autres impossibilités liées au temps. Le deuxième principe, fondé sur un large corpus d'expérimentations, stipule que les transformations physiques sont irréversibles. Un mouvement peut se transformer en chaleur, mais de la chaleur ne peut engendrer du travail sans perte d'énergie.

Comment raccorder l'irréversibilité indiquée par ce principe avec la réversibilité de la mécanique ou de la relativité ? Les grands thermodynamiciens qu'étaient James C. Maxwell ou Ludwig Boltzmann ont analysé les systèmes en termes microscopiques : les phénomènes pour lesquels on constate une irréversibilité sont macroscopiques, et résultent du mouvement d'un grand nombre d'atomes. Considérons, par exemple, une goutte d'encre que l'on place dans de l'eau. Initialement toutes les molécules d'encre sont groupées au centre du verre ; la situation physique est unique. Puis, après la diffusion des molécules, la dispersion de l'encre peut correspondre à un très grand nombre de configurations différentes. La probabilité que l'on trouve l'encre regroupée en une goutte est infime, alors que la probabilité que l'on trouve les molécules d'encre dispersées dans l'eau est élevée, et tel est en effet le résultat de l'observation. Certes, il n'est pas exclu que l'encre puisse se regrouper, mais le phénomène est très improbable.

Henri Poincaré proposait, pour illustrer cette situation, le cas d'un cycliste dont un pneu est crevé, attendant au bord de la route : s'il attend suffisamment longtemps (très, très longtemps !) sans rien faire, son pneu pourra se regonfler par le seul jeu du mouvement des molécules d'air et il pourra repartir sans se salir les mains. On peut considérer que, selon cette interprétation par la mécanique statistique du deuxième principe de la thermodynamique, l'on a une modification de notre conception de l'impossibilité de revenir à un état passé. Ce retour ne serait pas strictement impossible, mais seulement hautement improbable.

Ce que tous ces développements des conceptions du temps physique

nous ont appris, c'est que le temps est l'objet d'une élaboration par la pensée, pour rendre compte des phénomènes du monde dans lequel nous vivons, et en particulier de ces deux aspects que sont la permanence et le changement. On peut, dans ce sens, parler d'une certaine réalité, ou matérialité du temps: c'est une matérialité indirecte, mais dont attestent à leur manière les sciences qui se préoccupent de 'chronologie' (la géochronologie, la biochronologie qui parle d''horloges biologiques', la cosmochronologie, …).

Les rythmes biologiques aux différents niveaux, de la cellule aux organes et à l'organisme tout entier, s'informent mutuellement et s'emboîtent les uns les autres, un peu comme les rouages d'une montre, en sorte qu'il en résulte le sens que notre système nerveux et notre cerveau nous donne du déroulement du temps. Ce temps est évidemment relié au temps de l'astronomie (jours et nuits, saisons, etc.), c'est-à-dire de la physique, qui a accompagné la formation des rythmes cellulaires et de ceux des organismes. C'est-à-dire qu'il y a une matérialité au départ de ce qui nous a amené à constituer la notion de temps.

Terminons notre panorama des impossibles liés au temps avec l'évocation des voyages dans le temps de la science-fiction : de tels voyages présentent quelque incohérence, parce qu'on se déplacerait en arrière du point de vue des lois de la physique, alors que l'évolution biologique (et thermodynamique) du voyageur se poursuivrait, dans le sens normal, c'est-à-dire que temps interne du voyageur resterait inchangé. Il serait plus juste de considérer que l'inversion du temps corresponde simultanément à un évolution rétrograde : nos souvenirs s'effaceraient, et le voyageur ne s'apercevrait pas de son voyage.

Michel PATY