

## Le temps

### L'irréversibilité du temps, apparence ou réalité en physique ?

Bernard Piettre

Philopsis : Revue numérique  
<https://philopsis.fr>

---

Les articles publiés sur Philopsis sont protégés par le droit d'auteur. Toute reproduction intégrale ou partielle doit faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès des éditeurs et des auteurs. Vous pouvez citer librement cet article en mentionnant l'auteur et la provenance.

Ceci est un extrait, retrouvez nos documents complets sur [philopsis.fr](https://philopsis.fr)

L'objet de cette réflexion n'est pas au départ épistémologique ni scientifique; il est philosophique et concerne simplement l'énigme du temps. Qu'est-ce donc que le temps? La question "qu'est-ce...?" à propos du temps est certes contestable, puisque, comme le dit saint Augustin, "*le mode d'être du temps est de ne pas être*". Heidegger situe d'ailleurs son questionnement des rapports entre *L'Etre et le temps* et *Le temps et l'Etre*, dans le sillage tracé par Augustin.

Mais le questionnement que je vous sou mets est beaucoup plus modeste. Nous ne nous risquons pas ainsi à devoir interroger l'ensemble de la tradition philosophique. Nous limiterons volontairement notre champ d'investigation en prenant au sérieux une interrogation de physicien : *le temps est-il une apparence ou une réalité?* On peut toujours reprocher à cette question sa naïveté sous prétexte qu'on ne saurait faire du temps une "réalité" comme si le temps était un "étant" parmi d'autres.

Prenons-la au sérieux cependant; nous verrons qu'il y a beaucoup à penser à partir de cette question. Non que la science puisse me donner une réponse à la question de ce qu'est le temps. Mais les questions que pose et que se pose le savant ont de quoi nourrir et stimuler la réflexion philosophique. Ce sera pour nous l'occasion de montrer que pour faire de la bonne

philosophie il faut parfois rencontrer la science et prendre part à ses questionnements et à ses discussions. Et qu'inversement pour faire de la bonne science il faut faire parfois aussi de la philosophie. Le chercheur en effet dans ses préoccupations de chercheur, pour un peu qu'il interroge les concepts qu'il met en place et les hypothèses qu'il tente d'expérimenter, rencontre la philosophie - tantôt sans le savoir lui-même, tantôt tout à fait consciemment.

Partons d'Einstein : il était de ces savants allemands du début du siècle qui n'hésitaient pas à rencontrer la philosophie. Voici deux phrases de sa plume qui orienteront notre réflexion :

- la première tirée de sa correspondance, souvent citée : "*Pour nous physiciens convaincus, la distinction entre le passé, le présent et le futur n'est qu'une illusion malgré sa persistance.*" (Lettre du 21 mars 1955 au fils et à la sœur de son ami Besso, au lendemain de la mort de cet ami).

- la seconde tirée de "*Comment je vois le monde*" : "*Le savant, convaincu de la loi de causalité de tout événement, déchiffre l'avenir et le passé comme soumis aux mêmes règles de nécessité*".

1° Nous examinerons quelles raisons à la fois physiques et philosophiques amènent Einstein à la formulation de telles opinions : quels arguments on peut tirer de la mécanique relativiste en faveur du caractère apparent et non réel de la distinction passé/présent/futur; quels fondements épistémologiques de la physique classique (dont la relativité est un prolongement) conduisent à considérer les processus dynamiques comme parfaitement réversibles.

2° Nous verrons alors les arguments qu'on peut opposer à ceux qu'avance Einstein en faveur du caractère illusoire de la distinction passé/présent/ avenir, à savoir ceux qu'on peut tirer du second principe de la thermodynamique; la limite éventuelle aussi de ces arguments, si on s'appuie sur une interprétation mécaniste des travaux de Boltzmann; et le caractère philosophiquement discutable de cette interprétation.

3° Nous montrerons qu'il y a tout lieu cependant de souscrire à une interprétation du second principe de thermodynamique en faveur d'une irréversibilité temporelle effective et non seulement apparente des phénomènes, en nous appuyant sur les travaux de Prigogine s'intéressant à la thermodynamique des systèmes éloignés de l'équilibre, et sur les développements récents des mathématiques du chaos.

## **1. Irréversibilité : apparence et non réalité.**

### **1.1. De l'incontournable flèche du temps biologique à la très problématique flèche du temps cosmologique.**

*"Pour nous physiciens convaincus, la distinction entre le passé, le présent et le futur n'est qu'une illusion malgré sa persistance."*

"Pour nous physiciens", et non pas pour nous biologistes, ou historiens, ou hommes au quotidien. Inutile de s'attarder sur le fait que notre expérience quotidienne d'êtres vivants et conscients est celle de l'irréversibilité du cours de notre existence. Nous ne pouvons revenir au temps de notre jeunesse ou de notre enfance, etc. La distinction passé/futur constitue pour nous un absolu : une limite infranchissable. Le rêve de retourner vers le passé de sorte qu'il puisse nous être à nouveau présent ou de rejoindre l'avenir de sorte qu'il nous puisse être déjà présent, tout cela anime des romans ou des films de science fiction et constitue une constante de l'imaginaire humain. Pas besoin d'aller chercher dans la littérature de science fiction, songeons au mythe du *Politique* de Platon, plus ou moins inspiré de la cosmologie d'Empédocle, selon lequel le monde tourne dans un sens - qui va actuellement de la naissance à la mort - mais qui un jour a tourné dans un autre sens - qui allait de la vieillesse à la naissance.

Notre expérience d'une évidente irréversibilité du temps ne tient pas tant aux limites de l'esprit humain, qu'à la condition biologique de notre existence consciente. L'orientation d'un

organisme vivant est unidirectionnelle, elle suit une flèche qui indique un sens déterminé : tout organisme est appelé à mourir, et ne peut revenir plus jeune. La vie est ainsi traversée par une "flèche du temps". Qu'il s'agisse de la vie d'un organisme individuel végétal ou animal, de la naissance à la mort, ou qu'il s'agisse de la macro-évolution des organismes depuis les origines de la vie sur terre jusqu'à l'émergence des mammifères et des hommes.

Il y a un sens, une direction temporelle des phénomènes au moins biologiques dans l'univers. Mais cela ne signifie pas que les autres phénomènes physiques dans l'univers ou que l'univers lui-même participent de cette "flèche du temps" qui traverse le monde vivant. Qu'il y ait une flèche du temps en biologie n'implique pas qu'il y ait une flèche du temps du physique, ou une flèche du temps cosmologique.

Les arguments tirés de la physique relativiste amenant à nier ce caractère unidirectionnel du temps - ou cette "flèche du temps" - sont simples et forts.

Du point de vue de la relativité, nous savons que les distances qui nous éloignent d'autres systèmes sont des distances spatio-temporelles : plus un objet est éloigné dans l'espace par rapport à un observateur, plus il en est éloigné dans le temps. Dès lors la lumière qui nous parvient par exemple d'une étoile ou d'une galaxie lointaine nous enseigne sur le passé de cette étoile ; mais pour un observateur théorique qui est beaucoup plus éloigné que nous de cette étoile ou de cette galaxie, le phénomène lumineux que nous voyons appartient à son avenir; et pour un observateur théorique tout proche de cette source lumineuse, ce que nous en observons appartient à un passé que cet autre observateur ne voit plus puisque cette source lumineuse et cet observateur n'existent plus. Un événement présent pour l'un, est à venir pour un second, et passé pour un troisième.

Comme il n'y a pas de centre de l'univers - depuis au moins Galilée - aucun des trois observateurs ne peut prétendre avoir raison sur l'autre dans l'absolu. Par ces simples remarques, nous comprenons que la distinction passé/ présent/futur est toute relative, si on considère, non notre vie d'homme ou notre histoire sur la terre, mais l'univers dans son ensemble. Mais que la distinction passé/présent/avenir n'ait pas de validité dans l'absolu pour le physicien, cela ne tient pas à la seule physique relativiste, mais à la physique elle-même, à cette physique née au XVII<sup>e</sup> siècle, dont Galilée et Newton ont jeté les fondements théoriques et expérimentaux.

## 1.2. La réversibilité du temps dans la mécanique classique.

On sait que le caractère relatif de la mesure du temps autant que celui des mesures de l'espace (d'un système de coordonnées en mouvement uniforme par rapport à un autre système de coordonnées) était implicitement présent dans les lois de transformation galiléennes; que la relativité restreinte d'Einstein était en quelque soit virtuellement présente dans la relativité galiléenne.

Il faut bien comprendre qu'avec l'apparition de la physique moderne, les temps ou les espaces mesurés définissent toujours des intervalles de temps ou d'espace. La physique a toujours affaire dans ses mesures à des intervalles de temps ( $\Delta t$ ) et jamais au temps lui-même en tant qu'il dure et s'écoule en allant du futur vers le présent et le passé. Le temps devient une variable indépendante et mesurable et non plus une propriété des corps qui durent ou se transforment. D'où la distinction cartésienne entre *tempus* et *duratio*,<sup>1</sup> entre le temps comme mesure et le temps comme durée.

Cela s'explique aisément par l'abandon qui ne s'est pas fait sans mal de la conception aristotélicienne du cosmos, laquelle posait un référent absolu : le mouvement du ciel (de la sphère des fixes). Ce référent était nécessaire pour situer localement le cosmos : cette voûte du ciel délimitait le lieu de l'univers. Mais aussi pour donner un repère à la mesure du temps; car le temps est le nombre du mouvement, selon Aristote; le temps n'existe pas en-dehors de l'âme dit

1 Cf. *Les Principes*, § 55 et 57.

également Aristote. Mais l'âme mesure une réalité : celle des mouvements (au sens large de changements qui vont des transformations du vivant aux déplacements des astres); de mouvements hiérarchisés, et subordonnés en dernière instance au mouvement de la sphère des fixes. Le mouvement céleste donnait en quelque sorte le *tempo* du monde.

Avec la révolution galiléenne, il n'y plus d'espace fini, ni orienté ni hiérarchisé, mais un espace uniforme sans direction; un espace indépendant des corps. Eh bien, de même, il n'y a plus de temps orienté, lié au changement incessant des êtres tous attirés par le Souverain Bien, ni un temps mesure des mouvements centré sur un mouvement privilégié. Nous voici avec un temps uniforme sans direction privilégiée, indépendant des corps.

De même qu'il n'y a plus ni haut, ni bas, ni centre absolu dans l'univers infini de la physique moderne où "le centre est partout et la circonférence nulle part" (pour reprendre l'expression de Pascal), de même il n'y a plus ni passé, ni présent, ni futur dans l'absolu. L'univers est isotrope : il est le même quelle que soit la direction dans laquelle on s'oriente dans l'espace; il est donc aussi logiquement le même, quelle que soit la direction dans laquelle on s'oriente dans le temps. Et c'est ce qui apparaît dans les équations mêmes de la mécanique classique.

Les processus physiques décrits par la mécanique classique sont en effet parfaitement réversibles : on peut en inverser le cours sans contredire la loi qui les décrit. Inverser le cours signifie : faire que par rapport à un présent donné le passé devienne futur, et le futur passé. C'est pourquoi les physiciens disent que "futur et passé sont symétriques par rapport à l'axe du présent".

Par exemple : prenons la séquence d'une révolution des planètes autour du soleil. Invertissons le sens, la direction des planètes autour du soleil : on changerait simplement les signes des vitesses et des temps (-v ou -t au lieu de +v ou +t); on ne changerait en rien la loi de leur révolution autour du soleil : les aires balayées en des temps égaux par la droite qui sépare une planète du foyer du soleil seront toujours égales. C'est ainsi que l'on dit que la loi, ou les équations de la dynamique classique, sont invariantes par rapport à la flèche du temps.

Prenons la description de la séquence de déplacements de corps dans des conditions idéales d'expérience (c'est-à-dire sans la résistance d'un milieu et sur une surface sans frottement), selon les lois de la mécanique classique (prenant en compte leurs positions, masses et vitesses respectives) : par exemple la description de la trajectoire de plusieurs boules de billard dans le vide et sur une table parfaitement plane. Eh bien la structure des équations qui permettent de décrire ces trajectoires ne change pas, quel que soit l'ordre temporel de la séquence. Cela revient à dire, sous forme imagée : un observateur à qui on passerait le film du mouvement des boules de billard à l'endroit puis à l'envers, ne verrait aucune différence entre les deux films; sauf s'il voit qu'on donne au début une chiquenaude aux boules de billard pour les faire passer du repos au mouvement... mais imaginons qu'on ne fasse pas voir ce début et seulement tout le reste de la séquence, alors il est impossible de savoir si la séquence a lieu dans tel sens ou dans le sens inverse.

Ceci est un extrait, retrouvez nos documents complets sur [philopsis.fr](http://philopsis.fr)