

## Le temps | Par Laure Abeille Debray et Robin Klajzyngier

« *Qu'est-ce donc que le temps? Si personne ne me le demande, je le sais; mais si on me le demande et que je veuille l'expliquer, je ne le sais plus.* » [0].



**V**ous pouvez tenter l'exercice : essayez de définir ou d'expliquer à quelqu'un, par exemple à votre enfant, ce qu'est le temps. Comme Saint Augustin vous serez peiné de voir qu'une notion pourtant subjectivement si évidente est tout à coup simplement impossible à exposer clairement.

En effet, il n'existe pas de définition concrète du temps. Les points de vues divergent, et le statut même du temps demeure un sujet controversé. A travers les siècles, nombre de physiciens et philosophes se sont interrogés sur une telle notion, tant par son aspect mystérieux que par sa singularité. Bien que sa définition demeure comme inaccessible, il n'y avait pas de doutes : Le Temps est une notion universelle, surtout en physique Galiléo-Newtonienne où il est censé être identique en tout point de l'espace. De même à l'aube du XX<sup>ème</sup> siècle Albert Einstein proposait une nouvelle approche, relativiste, du temps. Celui-ci devenait relatif, relatif aux variations de l'espace, lui-même relatif à la masse et la vitesse ou, en un mot, à l'énergie d'un système.

Mais au cours des décennies suivantes la science de l'infiniment petit, ou « mécanique quantique », prend son essor. Elle offre une vision encore radicalement différente du temps, ainsi que d'autres sujets ayant un rapport direct avec celui-ci.

Chez les Grecs anciens, le monde est clos et ordonné, il reflète la raison et l'acte divin, positionnant l'homme au centre de l'univers. Dans son dialogue intitulé *Timée* Platon affirme que le cosmos est l'œuvre d'un Dieu artisan, inspiré d'un modèle mathématique éternel et intelligible, lequel produit toutes les choses de la nature de la même manière que l'artisan humain fabrique une chaise à partir de son concept. Par ailleurs dans le *Traité du Ciel* Aristote attribuait des mouvements circulaires et continus aux étoiles. Un siècle après, Epicure vient bouleverser cette vision avec un nombre illimité de mondes. Dans sa lettre à Pythoclès, son disciple, Epicure affirme ceci : « *Il y a moyen de saisir*

*[que] [...] de tels mondes sont en nombre illimité » [1],* car si les atomes sont en nombre infini, alors il en est de même pour les mondes. Ces derniers peuvent être soit semblables, soit différents du notre, et sont créés par les inter-mondes, là où résident les Dieux. Cette notion d'horizon illimité d'Epicure est proche de notre vision moderne de l'univers.

Mais au cours du premier siècle après JC, le dogme chrétien s'installe. Si l'homme entretient alors avec les planètes et les constellations des relations de correspondances et si cette vision géocentrique de la croyance chrétienne hérite directement de la pensée d'Aristote, le temps est cette fois conçu de manière bien différente : avec le mythe de la résurrection, du jugement dernier et de l'Armageddon, le temps est désormais linéaire et non plus cyclique. On passe du mode d'organisation politique de la cité archaïque, petite communauté dont l'idéal autarcique perçoit le cours du temps comme les cycles des saisons et des moissons, à un mode de gestion d'empires de plus en plus vastes, de la Ligue de Corinthe aux anciennes républiques, jusqu'à l'Empire de Rome et Byzance. Cette fois la politique a vocation à s'étendre et il faut justifier des guerres à la logistique de plus en plus coûteuse et à l'issue incertaine. La vie publique est sortie du cercle temporel de la communauté première et l'idée de communauté s'installe comme une représentation abstraite, une croyance, qu'il s'agit d'entretenir tant bien que mal jusqu'à ce que ce processus historique trouve sa réalisation la plus accomplie dans les révolutions intellectuelles, politiques et culturelles qui trouvent leur point culminant au XVIII<sup>ème</sup> siècle.

On réduit souvent cette révolution scientifique au changement de perception de l'espace qu'elle apporte. Mais que la Terre soit au centre ou gravite autour du Soleil, il n'y a là qu'un changement de localité *dans l'espace*. Ce n'est pas notre conception de l'espace qui alors modifiée, mais seulement la position des corps dans l'espace.

En revanche ce qui change vraiment c'est le fait que le ciel s'ouvre dorénavant à des perspectives infinies comme en témoignent les travaux de Thomas Digges, astronome du XVI<sup>ème</sup> siècle. C'est ainsi qu'Harrison, cosmologue contemporain, écrit ceci : « *By grafting endless space onto the Copernican system and scattering the stars throughout this endless space, Digges pioneered... the idea of an unlimited universe filled with the mingling rays of countless stars.* » [2].

Quelle est la nature conceptuelle de ce changement ? Un univers infini n'est pas simplement un univers plus grand, c'est un univers absolument grand. Le niveau d'abstraction requis est tel qu'on passe d'une physique antique et médiévale de l'observation simple et analogique, à une physique de la

modélisation du réel où désormais le concept prévaut absolument sur la représentation immédiate que l'on se fait des choses. Mais plus encore, cela confine aussi à la réfutation de toute la pensée segmentaire du temps que la chrétienté instaurait ; un temps qui, tel un *segment*, avait un début et une fin. D'ailleurs, que le temps soit circulaire ou segmentaire, cela permettait de s'en donner dans les deux cas une vision intuitivement simple pour le sens commun : soit le temps n'avait ni commencement, ni fin, étant infiniment toujours identique à lui-même comme c'est le cas dans les communautés premières qui existent encore à ce jour, soit il a un début et une fin et dans l'entre-deux toutes les conquêtes de l'homme sont à faire. Dans les deux cas, l'homme est au centre ; que ce soit de la nature (temps cyclique infini) ou au centre du plan divin (temps linéaire-segmentaire, avec un commencement et une fin).

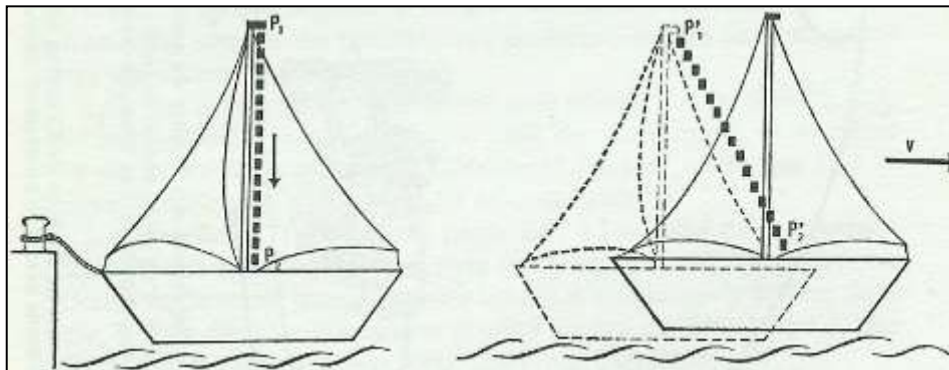
Par contre, une fois que l'univers devient infini, il faut admettre que le temps devient également infini car il faudrait évidemment un temps infini pour le parcourir. Cette fois le concept du temps dépasse toute intuition du sens commun. Qu'est-ce qu'un temps infini ? Personne ne peut se figurer cela alors qu'un temps cyclique ou un temps avec un début et une fin, cela a du sens puisque l'homme peut aussi bien vivre selon le cycle de la nature que selon les cycles politiques des guerres et des conquêtes. Ces conceptions anciennes du temps ont donc un sens immédiat, selon le contexte culturel dans lequel on se trouve, tandis que la conception qui se développe à partir du XVI<sup>ème</sup> siècle, perd toute intuitivité.

Aussi on peut dire que la mécanique Newtonienne va devoir se simplifier la tâche en s'épargnant toute réflexion sur le temps. Chez Newton, en effet, le temps survole toute formulation. Il n'a pas de statut particulier. Il est souvent considéré comme une variable, un simple « t » qui change sur l'axe des abscisses. Quand Newton établissait les bases de sa théorie de la gravitation, le Temps n'apparaissait pas dans l'équation, bien qu'il était vu comme nécessaire. Il est posé *absolument* et peut ou non être mentionné lors des calculs.

Avec Newton on fait encore l'économie de toute provocation du sens commun au sujet du temps. Le temps, parce qu'il est le concept certainement le plus problématique, n'est pas questionné ; de même les mouvements des planètes, contre Kepler et sous la pression de l'Eglise Anglicane, demeurent parfaitement circulaires lorsque Newton publie ses *Principes*.

Mais tout change avec la théorie de la relativité restreinte d'Albert Einstein. Celle-ci prend ses racines chez Galilée. Si on lance une balle du haut d'un mat en mouvement, la balle appartient au référentiel du bateau, donc sa trajectoire sera verticale pour un matelot sur le bateau. En revanche, elle sera

parabolique (ici représentée comme une simple diagonale) pour un observateur



sur la rive.

Galilée montrait donc qu'il n'y a pas de repère absolu et que tout mouvement intervient par

rapport à un référentiel choisi. C'est la relativité galiléenne.

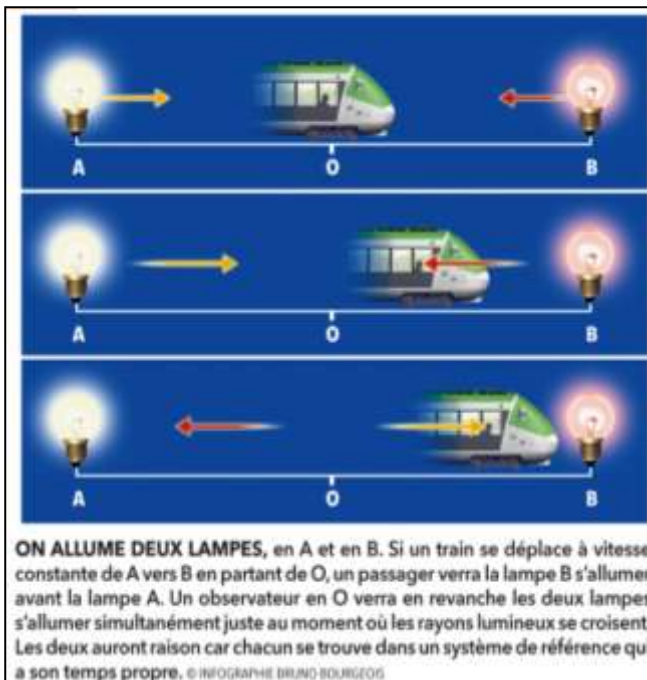
C'est dans le même esprit qu'en 1905 la relativité restreinte est née. Einstein a alors 26 ans. Il nomme un repère à vitesse constante, « repère inertiel » ; dans celui-ci il est impossible de savoir si le milieu est fixe ou en mouvement. Par exemple, lorsque deux trains se croisent, il est difficile de savoir lequel est au repos, à moins d'observer le croisement en tant qu'observateur éloigné. Passer d'un point à un autre c'est changer de vision, et chacun voit sa propre réalité. La Terre semble immobile ; pourtant, si l'on se plaçait sur le soleil, on verrait la Terre avancer à 30km/s. Les travaux de Galilée, qu'il reprend dans *La Relativité* permettront à Einstein d'élaborer sa propre théorie, notamment son premier principe : Les lois de la physique sont les mêmes dans tout repère inertiel. Le deuxième principe, moins intuitif, est le fait que la vitesse de la lumière est une constante universelle dans tout référentiel.

Une conséquence de cette constance de la vitesse de la lumière est que le temps n'est plus universel ni absolu, mais relatif. Pour comprendre cela considérez que tout se passe de telle sorte que, quelle que soit la vitesse à laquelle se déplace un véhicule la lumière de ses phares ne va pas à  $C$  (on note  $C$  la vitesse de la lumière) + la vitesse du véhicule, mais simplement à  $C$ . Pour encore simplifier ceci comparez ce qui se passerait si vous pouviez ralentir la vitesse d'un particule de lumière.

Disons que vous envoyez un photon à seulement 40 km/h. Vous êtes dans une voiture qui se déplace dans la direction d'un passant immobile. Vous envoyez le photon en direction du passant. Normalement, quand il ne s'agit pas de la lumière, un objet ainsi projeté se comportera de la manière suivante : un caillou s'éloigne de vous à 40 km/h, mais pour le passant cette vitesse s'ajoute à celle de la voiture qui est de 40 km/h. Le passant verra donc le caillou à la vitesse de 80 km/h et ceci, bien entendu, avant que la voiture n'arrive jusqu'à lui.

Par contre lorsqu'il s'agit de votre photon, c'est-à-dire de lumière, tout est différent. La voiture roule à 40 km/h et le photon se déplace lui aussi, à 40 km/h puisque la propriété singulière du photon c'est d'avoir une vitesse constante, quel que soit le référentiel.

Maintenant, que se passera-t-il si la vitesse du photon est la même pour vous comme pour le passant ? Vous verrez le photon s'éloigner de vous à 40 km/h. Mais le passant, lui, ne verra le photon qu'à raison d'une vitesse de 40 km/h. Or la voiture roule aussi à cette vitesse. Donc pour lui le photon ne s'éloignerait pas de la voiture et donc il ne verrait la voiture qu'au moment où celle-ci l'écraserait ; Mais vous, de votre point de vue de conducteur, vous l'aurez vu recevoir le photon avant de l'avoir écrasé puisque pour vous le photon s'éloigne bien de vous à 40km/h. Vous aurez donc vécu dans deux temps différents et même dans deux réalités différentes.



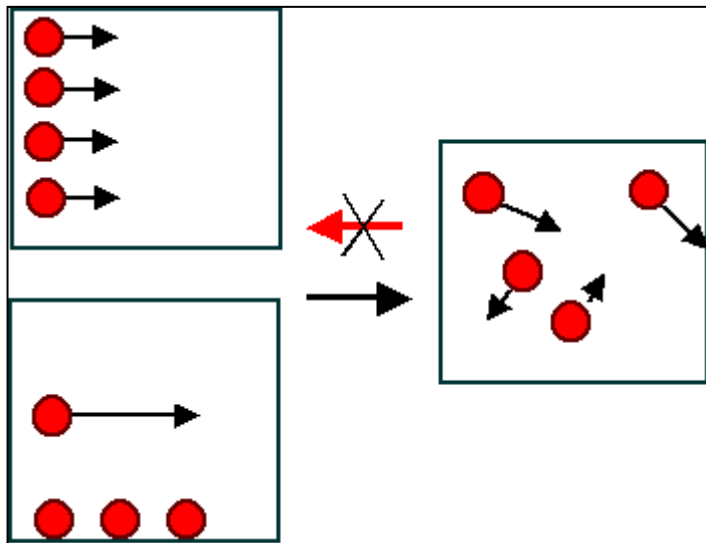
Ce que nous venons de voir c'est dans quelle mesure la relativité restreinte fait du cours du temps quelque chose de relatif : non seulement le temps n'est pas le même selon l'observateur et son mouvement, mais de surcroît c'est la suite des événements qui est relative : comme conducteur vous avez perçu le photon arriver sur le passant avant d'arriver sur lui alors que le passant vous a vu arriver sur lui en même temps que la lumière.

Une autre conséquence de la relativité restreinte est que la simultanéité n'existe pas à proprement parler. Ici c'est la notion de *présent*, après l'avenir, qui est relative. En effet cette figure nous montre que si vous allumez deux lampes simultanément, cette simultanéité n'existe pas, toutefois, pour le conducteur du train, mais seulement pour vous, pour peu que vous vous situiez à égale distance des deux lampes. Le présent n'est pas identique, non plus, selon le point de vue duquel on se situe.

Maintenant qu'en est-il du passé ? Celui-ci affecte notre présent et notre futur ; il est situé derrière nos pas, sans que nous puissions y accéder. Mais pourquoi la flèche du temps pointe-t-elle toujours vers le futur ?

Si nous voulions remonter dans le passé il faudrait opérer l'inverse de ce qu'a fait notre voiture. Au lieu d'avoir une vitesse simplement proche de celle de la lumière (ce qui permettrait de voir dans le futur comme dans l'exemple de notre conducteur), il faudrait dépasser la vitesse de la lumière. Or ceci est évidemment impossible, puisqu'elle est constante quel que soit le référentiel. Vous aurez beau accélérer, elle ira toujours à environ 300 000 km/s pour vous. Le temps ne peut donc pas s'inverser.

Mais le fait que nous ne puissions pas faire « demi-tour » n'est pas



seulement lié à la vitesse de la lumière. Le Temps est conditionné par un phénomène nommé l'entropie. En thermodynamique, tout système est voué à se désordonner et, comme l'illustre l'image ci-contre, les événements ne peuvent aller que de l'ordre vers le désordre, pas l'inverse.

Cette tendance au désordre est appelée l'entropie

d'un système. Ce principe fut inspiré des travaux du polytechnicien Carnot. Selon les « cycles de Carnot » la chaleur va obligatoirement du chaud vers le froid. En 1865, Rudolph Clausius utilisa le mot entropie pour la première fois en énonçant qu'un système désordonné ne peut pas s'ordonner spontanément, alors qu'un système ordonné se désordonne forcément. C'est ainsi que l'entropie de l'univers ne peut que croître. Et c'est cette même expansion et entropie de l'univers qui nous permet d'affirmer et d'admettre cette flèche du temps à un seul sens, irréversible.

Mais qu'y a-t-il à l'origine de cette flèche ? Pendant de nombreuses décennies, le big-bang représentait un temps zéro, un point de départ de la phase d'expansion de l'univers. Cependant, de nombreux théoriciens s'opposent désormais à cette thèse : ce « moment » n'est pas forcément l'origine des temps. En physique contemporaine cet instant zéro a même été évacué. Beaucoup de cosmologistes supposent qu'un univers similaire ou différent du notre lui aurait précédé. Vers la fin de l'année 2010 deux scientifiques, Gurzadyan et Penrose, auraient découvert des marques d'un univers ayant précédé le notre dans la cartographie du rayonnement fossile du big-bang. Ainsi, le big-bang ne serait pas une origine, mais une phase de transition entre ces deux étapes. Bien que fortement contestées à cause de leur

nature spéculative, plusieurs théories pré-big bang se sont multipliées au cours des dernières décennies.

Le fait est que l'on se trouve face au paradoxe suivant : D'un côté le temps n'a pas de sens sans la matière telle que nous la connaissons. Le temps est directement relatif à l'entropie de l'univers et alors parler d'un avant big-bang ce serait comme parler d'un avant-le-temps, ce qui est absurde. Mais d'un autre côté on est tentés de penser que ce que l'on a jusque là qualifié de flèche du temps n'est qu'une conception encore relative et fragile de celui-ci, si bien qu'il devrait alors trouver de nouvelles définitions. Faudra-t-il admettre plusieurs temps, celui de l'entropie de la matière et un autre, antérieur ? On l'entend bien, cela n'a pas beaucoup de sens de parler d'un temps « antérieur », puisque « antérieur » est déjà un terme temporel. Tout au plus on découvrira que le temps n'est encore qu'une notion directement issue de notre subjectivité et de la structure de notre esprit.

A ce jour on peut résumer l'essentiel du problème de la manière suivante : Soit le temps est substantiel, ce qui veut dire qu'il existe en lui-même, soit le temps est relationnel, ce qui veut dire qu'il émerge des interactions des phénomènes.

Dans le premier cas, tout ce que l'on mesure comme variation temporelle n'est jamais une saisie du temps mais une saisie de ce qui a lieu dans le temps. Celui-ci présente l'inconvénient d'être totalement insaisissable et impossible à définir. Nous ne saisissons que certaines modalités du temps : dilatation, contraction de champs. La simultanéité ou la non-simultanéité sont de l'ordre de telles variations d'une même réalité de départ.

Dans le second cas le temps est relationnel, c'est-à-dire que les changements d'état et les interactions de la matière ne sont pas de simples modalités du temps mais le temps lui-même ou, comme le disait Hegel, « *le temps n'est pas ce dans quoi il y a changement, mais il est ce changement lui-même* ».

Mais dans les deux cas, aucune définition scientifique du temps n'est possible alors que le temps est constamment utilisé en physique. Le temps permet de modéliser les phénomènes, mais il ne peut jamais être lui-même défini comme un phénomène, être modélisé.

On pourra conclure en se posant la question suivante : en cherchant à définir le temps ne commet-on pas une grossière erreur de logique ? Puisque le temps est ce par quoi la physique modélise les relations des phénomènes, vouloir modéliser le temps lui-même, c'est-à-dire l'outil même de la

modélisation, n'est-ce pas un serpent qui se mord la queue ? Peut-être faut-il alors en revenir au constat de Kant lorsque ce dernier, dans *La Critique de la Raison Pure*, disait que le temps ne peut pas être à la fois ce par quoi l'on conçoit les choses et pourtant lui-même un concept d'une chose. Aussi, si le temps devait être défini, ce ne serait pas par une science de la nature. Or on peut dire que la physique commence à comprendre dans quelle impasse elle se situe lorsqu'elle tente de dépasser ce problème en supprimant tout simplement le temps de ses équations. C'est ainsi qu'en 1965, l'Américain Bryce De Witt établit la première équation qui décrit l'évolution d'un système sans faire appel au temps. Certains physiciens tentent de réécrire toute la physique sans faire intervenir le temps.

### **Sources**

[0] *Confessions*, XI, 14, Saint Augustin.

[1] *Lettre à Pythocles*, Epicure, via *Vies, Doctrines et Sentences des Philosophes Illustres*; Diogène Laërce, livre X.

[2] *Darkness at Night, a Riddle of the Universe*, Edward Harrison, p.37, 1987, USA

- La Recherche, numéro 442 Juin 2010, « Le Temps n'existe pas »

-Sciences et Avenir, numéro 162, Avril/Mai 2010, « Infiniment petit, des particules aux cellules, les mystères de l'invisible ». pp. 6-11, 23-33

-*The Fabric of the Cosmos*, Brian Greene; Vintage, Feb. 2005,

-*Un peu de science pour tout le monde*, Claude Allègre, Fayard, 2003, pp. 298-314

-Philosophie magazine, Hors série numéro 9, février/mars 2011, « Le Cosmos des Philosophes », pp. 6-23, 27-32, 43-45, 48-56

-Ciel et Espace, numéro 489, février 2011, « L'univers avant le Big-bang, l'origine du cosmos est remise en cause », pp. 38-48