

Le temps : une valse à trois temps

Michel Mizony, Octobre 2007
Journées nationales de l'APMEP de Besançon

Face à un désastre écologique sans précédent, les humains sont sommés de choisir entre poursuivre un aveuglement productiviste et techniciste conduisant au suicide de l'espèce, ou alors ouvrir les yeux pour choisir activement des chemins humains vers une société qui soit soutenable à la fois écologiquement, socialement et politiquement.

"Alternatives non-violentes" n°144, septembre 2007

1 Introduction

Le temps n'existe pas en soi. C'est un apport de Zénon d'Elée, relayé par Aristote, puis repris par Avicenne et Thomas d'Aquin. Leibniz reprend cette affirmation, puis Kant (un matheux!), puis bien d'autres, en particulier H. Poincaré et G.G. Granger.

Mais le temps est très prégnant. Il y a des horloges, le paradoxe des jumeaux, la relativité et la mécanique quantique, l'accélération anormale des satellites "Pioneer", etc. Sans compter l'âge de l'univers (moins grand que les amas les plus vieux de l'univers observé!). Sans compter la variable mathématique t .

Ces deux approches sont-elles compatibles (si oui, pourquoi) ou irréconciliables? Les apports faits par les mathématiciens-philosophes ou les philosophes-mathématiciens peuvent-t-ils nous éclairer?

Derrière ce mot temps se cache de fait trois concepts distincts et donc une valse entre ces trois concepts.

- La variable, dite temporelle, notée t (et son instantanéité dt) qui est un concept mathématique.
- Les multiples horloges (des physiciens) qui comptent à partir de régularités (phénomènes périodiques).
- Le concept philosophique de temps (noumène selon Kant).

Pour éviter des confusions, il nous faut donc préciser des apports respectifs des mathématiques, de la physique puis de la philosophie sur ces concepts différents : le temps vu comme variable mathématique, le temps compté par les horloges, le temps comme concept de la philosophie.

Comment comprendre la célèbre expression d'Aristote "Le temps est le nombre du mouvement selon l'avant et l'après." ? Le mot "temps" utilisé se réfère-t-il au concept mathématique, au concept physique, au concept philosophique, à deux de ces concepts ou même aux trois?

Etienne Klein, physicien et philosophe a écrit de nombreux livres sur le temps. Il dit, à juste titre "nous confondons souvent le temps et les phénomènes temporels : nous identifions

a priori le contenant à son contenu". On peut cependant se poser les mêmes questions que pour la phrase d'Aristote. Le contenant est-il mathématique, physique, philosophique ? Mais je ferai justice à mon ami Etienne, qui dit qu'il existe une centaine de définitions du temps, et aussi que le mot temps ne peut être défini. Il distingue temps et chronologie, pour lui le temps de la physique est celui des horloges. Cependant il néglige le temps mathématique (production de l'esprit humain) et en de maints passages il parle du temps de la physique comme si celui-ci avait une réalité objective.

« Le temps est-il une chose ? Est-ce une idée ? Est-ce un concept ? Est-ce plutôt un a priori de notre sensibilité, pour parler comme Kant ? N'est-ce qu'un mot ? N'existe-t-il que dans l'âme, comme le pensait saint Augustin ? Est-il un pur produit de la conscience, comme le croyait Husserl ? ... Qu'est-ce l'espace ? Qu'est-ce l'énergie ? ».
E. KLEIN.

2 Sur ces définitions

Nous devons au départ admettre des faits premiers, d'une part le mouvement (ou le changement), "C'est au mouvement que l'entendement ramène tous les prédicats de la matière qui appartiennent à la nature de celle-ci. Ainsi la science de la nature est de part en part une *théorie du mouvement* (c'est Kant qui souligne), soit pure, soit appliquée." (cf. "Les premiers principes"); d'autre part la chronologie qui distingue passé, présent et avenir, "selon l'avant et l'après" comme le dit Aristote.

2.1 La variable temporelle mathématique

Qu'est-ce cette variable temporelle t , ce temps absolu de Newton ? Il a fallu attendre la deuxième moitié du 19ème siècle pour avoir une construction de \mathbb{R} (Dedekind). Ainsi depuis un peu plus d'un siècle on peut parler de l'ensemble mathématique \mathbb{R} comme espace de la variable temporelle t . Mais au milieu du 20ème siècle le corps des réels non standards \mathbb{R}^* est défini. Ce corps des réels n'est pas sans rappeler le concept de monade cher à Leibniz ; tout nombre réel x vit avec sa monade des infiniment petits (les dx de Leibniz).

Alors se pose la question de l'unicité de choix de l'ensemble mathématique servant à définir la variable temporelle t . Kant ignorait cette non-unicité, et pour cause, mais on peut dire comme Kant, choisissons *a priori* un de ces ensembles mathématiques de nombres pour domaine de la variable temporelle t ; et comme dirait Poincaré, chacun a la liberté de choisir le plus "commode", le corps de nombres qui lui paraît le plus satisfaisant pour son utilisation.

En clair, les mathématiques aujourd'hui nous disent que ce concept de temps mathématique ne peut correspondre à aucune réalité temporelle objective. Ces différents temps mathématiques possibles sont des productions de l'esprit humain, ils ont une réalité subjective. t est un mot d'un langage qui sert à se comprendre, se repérer, à échanger et transmettre des informations.

2.2 Sur les horloges physiques

Il existe une croyance qui a la vie dure, c'est celle de croire à l'existence d'un temps physique ; ce temps physique est considéré comme une réalité objective. N'est-il pas souvent dit que, dans le cadre de la relativité, il y a un raccourcissement du temps (et un allongement des

distances). Ces expressions sont très ambiguës. Il est juste par contre de parler de ralentissement des horloges, c'est un fait bien constaté. Les jumeaux, équipés d'horloges identiques, constatent que ces horloges ne donnent pas la même heure, que l'une ralentit par rapport à l'autre. Est-ce à dire qu'un des jumeaux vieillit plus vite que l'autre ? Non, car pour pouvoir l'affirmer, il faudrait clairement définir ce qu'est le "temps physiologique" ; vaste problème, quelle horloge biologique utiliser ? Et si jamais on trouve une bonne horloge exprimant le vieillissement physiologique, comment comparer ses "tic-tac" avec ceux d'une horloge physique ?

Le concept d'horloge est un concept solide de la physique ; il faut en rester là et ne plus s'amuser à affirmer l'existence d'un temps physique objectif à partir d'horloges objectives (comme l'horloge solaire, ou des horloges atomiques).

Les paradoxes de Zénon. Dans le numéro 463 (Mars-Avril 2006, pp 277-288) du Bulletin de l'APMEP, Michel Fréchet publie un article dont le titre est "Achille ne rattrapera jamais la tortue". L'auteur expose les arguments de Zénon (les quatre célèbres paradoxes) qui lui permettent d'affirmer que si le mouvement existe, alors l'espace et le temps ne peuvent être ni continus (divisibles indéfiniment) ni composés d'atomes (d'indivisibles). Plus précisément Michel Fréchet nous dit : " Zénon nous montre qu'espace et temps, qu'ils soient divisibles à l'infini (continus) ou composés d'indivisibles, d'atomes, ne peuvent pas nous permettre de penser logiquement le mouvement, phénomène que tout un chacun peut constater. Ce n'est donc, pour lui, qu'une illusion."

Autrement dit, si le temps a une objectivité physique il ne peut être ni continu, ni discret. Maintenant supposons que ce temps physique soit non-standard (avec des monades), alors, à l'instar de Zénon, les spécialistes d'analyse non standard auront vite fait de trouver d'autres paradoxes.

2.3 Le concept métaphysique (noumène) du temps

Noumène : du grec noomenon, chose connue par la raison. Par opposition à phénomène, chose telle qu'elle nous apparaît. C'est la définition du dictionnaire.

Pour Kant le mot phénomène a un sens bien précis, dans le cadre des sciences de la nature (physique, mécanique ...). Une observation est subjective, car saisie par nos sens, nos perceptions ; pour qu'une observation devienne objective, i.e. un phénomène, il faut qu'elle soit le résultat d'une expérience et donc de mesures. Ainsi, comme pour Kant, les concepts d'espace et de temps ne sont pas objets d'expérimentations, ce ne sont pas des phénomènes, ce sont des noumènes (cf. par exemple, les §18 à 20 des "Prolégomènes", et dans la "Critique ...", voir dans la partie "Analytique transcendantale", chapitre II, troisième section). Poincaré et G.G. Granger reprendront cette position (sur des bases mathématiques). Les concepts d'espace et de temps sont des concepts métaphysiques (jugements synthétiques a priori, dans le langage de Kant) sans lesquels on ne peut pas parler d'expérience et donc de phénomène.

Mais il y a des raisons proprement philosophiques qui assurent que ces concepts d'espace et de temps sont métaphysiques. Comme le dit Gilles Deleuze : le temps ne peut être défini qu'en référence à lui-même ! Plus précisément les concepts d'espace et de temps sont d'une part liés entre eux et d'autre part ce sont des meta-concepts, au sens où ils ne peuvent s'exprimer qu'en référence à eux-mêmes : "L'ordre des successions reçoit sa raison d'être de ce qui se succède, l'ordre des coexistences reçoit sa raison d'être de ce qui coexiste". C'est un résumé du début du §4 sur le temps de la "Critique de la raison pure".

Par ailleurs si l'on consulte l'article TEMS de l'encyclopédie Diderot on trouve une ap-

proche similaire à celle de Kant ; par exemple : *Cette comparaison du tems et du nombre peut servir à se former la véritable notion du tems, et à comprendre que le tems, de même que l'espace, n'est rien d'absolu hors des choses.* dans la partie signée "Formey".

3 Sur l'espace-temps

Sans peine, on peut remplacer les concepts kantien d'espace et de temps par celui d'espace-temps, ou encore par un autre espace de représentation d'un domaine phénoménal. Ceci permet de prendre en compte d'une part des avancées en mathématiques (les géométries non-euclidiennes), d'autre part des avancées en physique (la relativité). On obtient aisément deux des trois définitions similaires pour un espace-temps ; la définition mathématique, la variable $M = (t, x)$ est un élément d'une variété pseudo-riemannienne et la définition philosophique restant inchangée. La définition physique pose problème, mais de manière similaire on dispose d'horloges auxquelles il faut ajouter les photons qui permettent de mesurer des décalages spectraux, Mais, et c'est un apport de Poincaré, on a un domaine phénoménal qui est paramétré par l'espace-temps mathématique, ou plus généralement par un espace mathématique choisi *a priori* pour représenter ce domaine de phénomènes (au sens de Kant). En aucun cas on peut soumettre à expérimentation cet "espace-temps" choisi. Ainsi celui-ci est un noumène, c'est un concept métaphysique, une production de l'esprit humain. Cet espace-temps subjectif n'a donc aucune objectivité physique.

De plus Poincaré, prenant en compte le fait qu'il a été démontré au 19ème siècle que les géométries non-euclidiennes ne sont pas en contradiction avec la géométrie euclidienne, nous dit que si on choisit *a priori* un espace-temps plat, alors on peut également choisir un espace-temps courbe pour représenter le même domaine phénoménal et ce sans changer les expériences possibles ; seule la langue change pour exprimer les lois et les résultats. Ainsi "l'espace-temps" choisi ne peut avoir aucune réalité objective, comme le dit Poincaré : "*L'expérience ne peut décider entre Euclide et Lobatchevsky. Les expériences ne nous font connaître que les rapports des corps entre eux; aucune d'elles ne porte, ni ne peut porter, sur les rapports des corps avec l'espace, ou sur les rapports mutuels des diverses parties de l'espace.*" (cf. La science et l'hypothèse).

Plus généralement, il développe le pluralisme théorique : pour tout domaine phénoménal, on peut choisir des espaces mathématiques différents. Ainsi il y a toujours pluralité de modélisations (conceptuellement différentes, mais mathématiquement et empiriquement équivalentes) d'un même domaine phénoménal. Poincaré ajoute qu'on s'efforce de choisir *a priori* un espace le plus *commode* à un moment donné pour un chercheur donné, comme support de l'intuition.

J'ai développé plusieurs exemples de ce pluralisme (cf. L'héritage de Poincaré : de l'éther à la modélisation, Repères, juin 2006) ; en particulier pour la relativité restreinte et générale. Par exemple, dans la relativité générale d'Einstein sur un espace-temps courbe, tout se passe comme si "la matière courbe l'espace-temps" ; mais dans une autre modélisation (équivalente) avec un espace-temps plat, tout se passe comme si "la matière déforme les trajectoires". Donc dire que "l'espace-temps est courbe" ou "l'espace-temps est plat" est dénué de tout sens. Autrement dit, l'espace-temps n'existe pas en soi, c'est un concept métaphysique.

Nous n'avons pas parlé des secousses à propos du temps amenées par la mécanique quantique. De fait, il y en a très peu pour deux raisons : en premier, l'espace de repérage (mathématique) d'un domaine phénoménal (pour la mécanique quantique par exemple) est un objet

mathématique (choisi a priori) et ne peut correspondre à aucune réalité physique objective. Comme le temps est méta-physique, il n'y a pas de remise en cause. En deuxième, il est souvent dit que relativité et mécanique quantique sont contradictoires, rien n'est plus faux ; en effet la plupart des concepts utilisés en mécanique quantique proviennent de la relativité. Prenons le plus important du point de vue du temps, celui dit du "principe d'incertitude d'Heisenberg". Ces "inégalités d'Heisenberg", comme il vaudrait mieux les appeler, proviennent tout simplement d'un résultat mathématique concernant la transformation de Fourier sur le groupe des invariants de la relativité, (ce groupe s'appelle le groupe de Poincaré!). Ce simple résultat signifie qu'il n'y a pas à chercher à quantifier la gravitation ; cependant il reste à résoudre un problème, celui de trouver une bonne modélisation, autrement dit un bon espace mathématique, pour unifier ces deux théories. Mais ceci ne remet en rien en cause le statut du temps.

4 Conclusion

Relisons maintenant des phrases célèbres.

La phrase d'Aristote

"Le temps est le nombre du mouvement selon l'avant et l'après."

variable mathématique

chronologie

< - - - - - objet de la physique, via des horloges - - - - - >

L'a priori kantien.

"Espace et temps sont les cadres a priori de toute description de notre expérience."

qui se traduit (s'actualise) par :

espace de repérage mathématique < - - - - - domaine phénoménal
choix a priori

L'interprétation de ces deux phrases en utilisant d'une part la valse des trois temps (espace mathématique, horloge physique, noumène philosophique) et d'autre part la prise en compte de faits premiers comme la chronologie et le mouvement, permet de saisir à quel point elles sont intéressantes et complémentaires. J'espère vous avoir donné quelques billes pour mieux comprendre certains dires en philosophie et épistémologie des sciences.

Des choses peuvent vous surprendre, mais certaines certitudes sont à remettre en cause ; si vous avez des doutes alors lisez le livre de Lee Smolin, préfacé par Alain Connes. En tout cas une filiation à suivre à propos du temps : Zénon, Aristote, Avicenne, Thomas d'Aquin, puis Leibniz et Kant, Poincaré et Granger. Le temps (l'espace ou tout espace-temps) n'existe pas en soi (comme réalité objective, en dehors de l'esprit humain) et ce aussi bien pour des raisons mathématiques, physiques que philosophiques.

Références

- [1] M. FRECHET : "Achille ne rattrapera jamais la tortue", Bulletin de l'APMEP, numéro 463 (Mars-Avril 2006), pp 277-288.
- [2] G. G. GRANGER : La vérification ; O. Jacob, (1992).
- [3] G. G. GRANGER : Philosophie, langage, science ; EDP Sciences (2003).

- [4] E. KANT : Oeuvres Philosophiques, bibliothèque de La Pléiade, éditions Gallimard, (1980).
- [5] E. KANT : Premiers principes métaphysiques de la science de la nature ; librairie philosophique J. Vrin Paris, (1990).
- [6] E. KLEIN : in " le temps ", numéro hors série de La Recherche, (2001).
- [7] E. KLEIN : "Les tactiques de Chronos", Flammarion, (2004).
- [8] M. Mizony "La relativité générale aujourd'hui : l'observateur oublié", éditions Aléas, Lyon, (2003).
- [9] M. Mizony "L'héritage de Poincaré : de l'éther à la modélisation", Repères n° 64, (juillet 2006) pp. 91-111.
- [10] H. POINCARÉ : "La science et l'hypothèse", Flammarion (1902), édition 1968.
- [11] L. SMOLIN : " Rien ne va plus en physique! L'échec de la théorie des cordes", Dunod, Paris, (2007).
- [12] Encyclopédie Diderot : article TEMS : <http://portail.atilf.fr/>

Post-Scriptum : vous savez que dans la sagesse extrême orientale le temps n'existe pas. Alors en hommage au croyant E. Kant

Et moi je suis avec vous jusqu'à la fin des temps.
dernier verset de l'évangile selon Mathieu