

Une Remarque au sujet de la Relation entre la Théorie de la Relativité et la Philosophie Idéaliste

Par Kurt Gödel*

L'un des aspects les plus intéressants de la théorie de la relativité pour les esprits philosophiques consiste en ce qu'elle a apporté des idées nouvelles et surprenantes sur la nature du temps, cet être mystérieux et apparemment auto-contradictoire¹ qui, par ailleurs, paraît former le fondement de notre existence et de celle du monde. Le point de départ même de la théorie de la relativité restreinte consiste dans la découverte d'une nouvelle propriété du temps très étonnante, à savoir la relativité de la simultanéité, qui dans une large mesure implique² celle de la succession. L'affirmation selon laquelle les événements *A* et *B* sont simultanés (et, pour une large classe de paires d'événements, également l'affirmation selon laquelle *A* se produit avant *B*) perd son sens objectif, pour autant qu'un autre observateur, avec la même prétention à l'exactitude, peut affirmer que *A* et *B* ne sont pas simultanés (ou que *B* s'est produit avant *A*).

En suivant dans ses conséquences cette étrange situation, l'on est conduit à des conclusions relatives à la nature du temps qui s'avèrent en effet d'une grande profondeur. En résumé, il semble que l'on obtienne une preuve sans équivoque de la thèse de ces philosophes qui, tels Parménide, Kant, et les idéalistes modernes, nient l'objectivité du changement et considèrent celui-ci comme étant une illusion ou une apparence due à notre mode de perception spécifique³. L'argument procède ainsi : le changement n'est possible que par le biais du passage du temps. L'existence d'un passage objectif du temps⁴, toutefois, signifie (ou, du moins, est équivalent au

* Kurt Gödel, *A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy*, in *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, ed. Paul Arthur Schilpp, 1949, The Library of Living Philosophers, Inc., Evanston, Illinois. Traduit de l'anglais par Thomas Duzer (© Octobre 2010).

¹ Voir, par exemple, J.M.E. McTaggart, "The Unreality of Time" *Mind*, 17, 1908. [NdT : une traduction française de ce texte de McTaggart est proposée dans l'ouvrage de Sacha Bourgeois-Gironde, *McTaggart : Temps, éternité, immortalité*, publié aux éditions de l'éclat (2000).]

² Au moins s'il est requis que deux points-événements quelconques soient ou bien simultanés ou bien que l'un succède à l'autre, c'est-à-dire, que la succession temporelle définisse un ordre linéaire complet de tous les points-événements.

³ Kant (dans la *Critique de la raison pure*, 2ème édition, 1787) exprime ainsi cette position : « si je pouvais m'intuitionner moi-même ou si un autre être pouvait m'intuitionner, sans cette condition de la sensibilité, ces mêmes déterminations que nous nous représentons comme des changements, nous donneraient une connaissance dans laquelle on ne trouverait plus la représentation du temps, ni, par suite, celle du changement. » [trad. Tremesaygues et Pacaud (1944), Quadrige/PUF, 1997, p. 65 (NdT)] Cette formulation est à ce point en accord avec la situation ayant cours en théorie de la relativité que l'on est presque tenté d'ajouter : tel, par exemple, une perception de l'inclinaison relative l'une à l'autre des lignes d'univers de la matière dans l'espace de Minkowski.

⁴ On pourrait adopter le point de vue selon lequel l'idée d'un passage objectif du temps (dont l'essence est que seul le présent existe) est dépourvue de sens. Mais ce n'est pas une échappatoire au dilemme ; par cette opinion même l'on adopterait le point de vue idéaliste concernant l'idée de changement, exactement de la même manière que ces

fait) que la réalité consiste en une infinité de couches de « maintenant » qui viennent successivement à l'existence. Mais, si la simultanéité est quelque chose de relatif au sens que l'on vient d'expliquer, la réalité ne peut pas être séparée en de telles couches d'une manière objectivement déterminée. Chaque observateur a son propre ensemble de « maintenant », et aucun de ces différents systèmes de couches ne peut prétendre représenter le passage objectif du temps⁵.

Cette inférence n'a été remarquée que par quelques très rares philosophes, mais elle n'en a pas moins été remise en question. Et en réalité, à l'argument sous la forme qui vient d'être présentée, on peut objecter que l'équivalence complète de tous les observateurs en mouvement avec des vitesses différentes (mais uniformes), ce qui est le point essentiel, ne subsiste que dans le système spatio-temporel abstrait de la théorie de la relativité restreinte et dans certains mots creux de la théorie de la relativité générale. L'existence de la matière, cependant, aussi bien que l'espèce particulière de courbure de l'espace-temps produite par elle, détruit largement l'équivalence des observateurs différents⁶ et distingue ostensiblement certains d'entre eux des autres, à savoir ceux qui suivent dans leur mouvement le mouvement moyen de la matière⁷.

philosophes qui la considèrent comme auto-contradictoire. Dans chaque position, l'on nie que le passage objectif du temps est une situation possible, et qui *a fortiori* existe en réalité, et cela fait très peu de différence dans ce contexte, si notre idée à son sujet est considérée comme dépourvue de sens ou bien comme auto-contradictoire. Bien entendu, pour ceux qui choisissent l'un de ces deux points de vue, l'argument tiré de la théorie de la relativité donné ci-dessous n'est pas nécessaire, mais, même pour eux, il devrait être intéressant qu'il existe peut-être une seconde preuve de l'irréalité du changement fondée sur des raisons entièrement différentes, en particulier en considérant le fait que l'affirmation devant être démontrée va à ce point à l'encontre du bon sens. On peut trouver une discussion particulièrement claire du sujet et indépendante de la théorie de la relativité dans Paul Mongré, *Das Chaos in kosmischer Auslese*, 1898)

⁵ On pourrait objecter que cet argument montre seulement que le passage du temps est quelque chose de relatif, ce qui n'exclut pas qu'il soit quelque chose d'objectif ; alors que les idéalistes soutiennent que c'est simplement quelque chose d'imaginé. Un passage du temps relatif, cependant, si un sens peut être donné à ce syntagme, serait certainement quelque chose d'entièrement différent du passage du temps au sens ordinaire, qui signifie un changement dans l'existant. Le concept d'existence, toutefois, ne peut pas être relativisé sans détruire complètement son sens. On pourrait de plus objecter que l'argument en question montre seulement que le temps passe de différentes manières pour des observateurs différents, bien que le passage du temps lui-même puisse néanmoins être une propriété intrinsèque (absolue) du temps ou de la réalité. Un passage du temps, cependant, qui n'est pas un passage d'une manière définie me semble aussi absurde qu'un objet coloré qui n'a pas de couleur définie. Mais même si une telle chose était concevable, ce serait encore quelque chose de totalement différent de l'idée intuitive du passage du temps, à laquelle l'affirmation idéaliste fait référence.

⁶ Bien sûr, selon la théorie de la relativité tous les observateurs sont équivalents dans la mesure où les lois du mouvement et l'interaction entre matière et champ sont les mêmes pour tous. Mais ceci n'exclut pas que la structure du monde (c'est-à-dire l'arrangement réel de la matière, du mouvement, et du champ) puisse offrir des aspects assez différents à des observateurs différents, et qu'il puisse offrir un aspect plus « naturel » à certains d'entre eux et un déformé aux autres. L'observateur, incidemment, ne joue pas un rôle essentiel dans ces considérations. Le point principal, bien entendu, est que le monde lui-même a certaines directions éminentes, qui définissent directement certains temps locaux éminents.

⁷ La valeur du mouvement moyen de la matière peut dépendre essentiellement de la taille des régions à partir desquelles la moyenne est faite. Ce qui peut être appelé « vrai mouvement moyen » est obtenu en prenant des régions si grandes qu'une augmentation supplémentaire de leur taille ne change plus essentiellement la valeur obtenue. Dans notre monde, c'est le cas pour des régions comprenant de nombreux systèmes galactiques. Un vrai mouvement moyen en ce sens n'a bien sûr pas nécessairement besoin d'exister.

Dans toutes les solutions cosmologiques des équations gravitationnelles (c'est-à-dire dans tous les univers possibles) connues actuellement, les temps locaux de tous *ces* observateurs s'intègrent en un temps universel, de telle manière qu'il devient apparemment possible de considérer ce temps comme le « vrai », qui passe objectivement, bien que les discordances des résultats de mesure des autres observateurs quant à ce temps puissent être conçues comme étant dues à l'influence qu'un mouvement relatif relativement à l'état moyen du mouvement de la matière a sur les procédés de mesure et les processus physiques en général.

A partir de cette situation, étant donné le fait que certaines des solutions cosmologiques connues semblent représenter correctement notre monde, James Jeans a conclu⁸ qu'il n'y a pas de raison d'abandonner l'idée intuitive d'un temps absolu passant objectivement. Je ne pense pas que cette situation justifie cette conclusion et fonde mon opinion principalement⁹ sur les faits et considérations suivants :

Il existe des solutions cosmologiques d'un autre type¹⁰ que celles connues à ce jour, à laquelle la procédure susmentionnée de définition d'un temps absolu n'est pas applicable, parce que les temps locaux des observateurs spéciaux utilisés ci-dessus ne peuvent pas s'intégrer dans un temps universel. Ni ne peut exister pour eux toute autre procédure qui réaliserait cette fin ; c'est-à-dire que ces mondes possèdent de telles propriétés de symétrie que pour chaque concept possible de simultanéité et de succession, il en existe d'autres qui ne peuvent en être distingués par quelques propriétés intrinsèques que ce soient, mais seulement en référence à des objets individuels, tel que, par exemple, un système galactique particulier.

En conséquence, l'inférence ci-dessus relative à la non-objectivité du changement s'applique sans le moindre doute au moins à ces mondes. De plus, il s'avère que les conditions temporelles de ces univers (du moins ceux auxquels il est fait référence à la fin de la note 10) montrent d'autres caractéristiques surprenantes, qui renforcent encore davantage le point de vue idéaliste. A savoir, en faisant un voyage aller-retour dans une fusée selon une courbe suffisamment grande, il est possible, dans ces mondes, de voyager dans n'importe quelle région

⁸ Cf. *Man and the Universe*, Sir Halley Stewart Lecture (1935), 22-23.

⁹ Une autre circonstance qui invalide l'argument de Jeans est que la procédure décrite ci-dessus ne donne qu'une définition approximative d'un temps absolu. Il n'y a pas de doute qu'il soit possible de raffiner la procédure afin d'obtenir une définition précise, mais seulement peut-être en introduisant des éléments plus ou moins arbitraires (tels que, par exemple, la taille des régions ou la fonction de poids à utiliser dans le calcul du mouvement moyen de la matière). Il est douteux qu'existe ou non une définition précise ayant un si grand mérite, qu'il y aurait une raison suffisante de considérer exactement le temps ainsi obtenu comme le vrai.

¹⁰ La propriété physique la plus manifeste qui distingue ces solutions de celles connues actuellement est qu'en elles le compas d'inertie tourne partout relativement à la matière, ce qui dans notre monde voudrait dire qu'il tourne relativement à la totalité des systèmes galactiques. Ces mondes, par conséquent, peuvent être à bon droit appelés « univers en rotation ». Dans les considérations suivantes j'ai à l'esprit un type particulier d'univers en rotation qui ont les propriétés additionnelles d'être statiques et spatialement homogènes, et une constante cosmologique < 0 . Pour la représentation mathématique de ces solutions, voir mon article à paraître dans *Rev. Mod. Phys.* [NdT : *Rev. Mod. Phys.* 21, 447-450 (1949), *An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation.*]

du passé, du présent, et du futur, et de revenir, exactement comme il est possible dans d'autres mondes de voyager vers des parties distantes de l'espace.

Cette situation semble impliquer une absurdité. Elle autorise par exemple quelqu'un à voyager dans le passé proche d'endroits où il a lui-même vécu. Il y trouverait une personne qui serait lui-même à une certaine période de sa vie. Il serait en mesure de faire à cette personne quelque chose qui, selon sa mémoire, ne lui est pas arrivé. Cette contradiction et d'autres, toutefois, dans le but de démontrer l'impossibilité des mondes en question, présupposent la faisabilité réelle du voyage dans son propre passé. Mais les vitesses qui seraient nécessaires afin de réaliser ce voyage dans un temps d'une longueur raisonnable¹¹ sont très au-delà de toute possibilité pratique à laquelle on puisse jamais s'attendre. Par conséquent, il ne peut être exclu *a priori*, compte tenu de cet argument, que la structure de l'espace-temps du monde réel soit du type décrit.

En ce qui concerne les conclusions qui pourraient être tirées de la situation concernant la question considérée ici, le point décisif est le suivant : que pour *toute* définition possible d'un temps universel l'on pourrait voyager dans des régions de l'univers qui, selon cette définition¹², sont passées. Ceci montre encore que supposer un passage objectif du temps perdrait toute justification dans ces mondes. Quelle que soit la manière dont on supposerait le temps passer, il existerait toujours des observateurs possibles dont le passage du temps dont ils ont l'expérience ne correspond à aucun passage objectif (en particulier également des observateurs possibles dont toute l'existence serait objectivement simultanée). Mais, si l'expérience du passage du temps peut exister sans un passage du temps objectif, on ne peut donner aucune raison pour laquelle un passage objectif du temps devrait être supposé du tout.

On pourrait cependant demander : de quelle utilité est-ce si de telles conditions prévalent dans certains mondes *possibles* ? Cela signifie-t-il quelque chose concernant la question qui nous intéresse, à savoir s'il existe dans *notre* monde un passage objectif du temps ? Je le pense. En effet : (1) notre monde, il est vrai, peut difficilement être représenté par ce type particulier de solutions rotatoires susmentionnées (car ces solutions sont statiques et, par conséquent, ne produisent pas de décalage vers le rouge pour des objets distants); il existe cependant aussi des solutions rotatoires *en expansion*. Dans de tels univers un temps absolu pourrait aussi ne pas pouvoir exister¹³, et il n'est pas impossible que notre monde soit un univers de ce genre. (2) La

¹¹ En fondant le calcul sur une densité moyenne de la matière égale à celle qui est observée dans notre monde, et en supposant que l'on soit capable de transformer complètement la matière en énergie le poids du « carburant » de la fusée, afin de réaliser le voyage en t années (mesurées par le voyageur), devrait être d'un ordre de magnitude de $10^{22}/t^2$ fois le poids de la fusée (si l'arrêt est également effectué par recul). Cette estimation s'applique à $t \ll 10^9$. Sans prendre en compte la valeur de t , la vitesse de la fusée doit être au moins de $1/\sqrt{2}$ la valeur de la vitesse de la lumière.

¹² A cette fin, des vitesses incomparablement plus faibles seraient suffisantes. Sous l'hypothèse faite dans la note 11, le poids du carburant devrait être au plus du même ordre de magnitude que le poids de la fusée.

¹³ Au moins s'il est requis que les expériences successives d'un observateur ne doivent pas être simultanées dans le temps absolu, ou (ce qui est équivalent) que le temps absolu doive s'accorder quant à la direction avec les temps de tous les observateurs possibles. Sans ce réquisit, un temps absolu existe toujours dans un monde en expansion (et homogène). A chaque fois que je parle d'un temps « absolu », ceci doit bien sûr être entendu avec la restriction expliquée dans la note 9, qui s'applique aussi aux autres définitions possibles d'un temps absolu.

simple compatibilité avec les lois de la nature¹⁴ de mondes dans lesquels il n'y a pas de temps absolu éminent, et, par conséquent, ne peut exister aucun passage objectif du temps, jette quelque lumière sur la signification du temps aussi dans ces univers dans lesquels un temps absolu *peut* être défini. En effet, si quelqu'un affirme que ce temps absolu passe, il accepte comme conséquence que l'existence ou non d'un passage du temps objectif (c'est-à-dire, s'il existe ou non un temps au sens ordinaire du mot) dépend de la façon particulière dont la matière, et son mouvement, sont disposés dans l'univers. Il ne s'agit pas d'une contradiction directe ; néanmoins, une assertion philosophique qui mènerait à de telles conséquences pourrait difficilement être considérée comme satisfaisante.

Traduit par Thomas Duzer

¹⁴ La solution considérée ci-dessus prouve seulement la compatibilité avec la forme générale des équations de champs dans lesquelles la valeur de la constante cosmologique est laissée ouverte ; cette valeur, néanmoins, qui n'est actuellement pas connue avec certitude, fait évidemment partie des lois de la nature. Mais d'autres solutions rotatoires pourraient rendre la valeur de la constante cosmologique indépendante (ou plutôt sa disparition ou sa non-disparition et son signe, puisque sa valeur numérique n'est d'aucune conséquence pour ce problème). En tous cas, on devrait d'abord répondre à ces questions dans un sens défavorable, avant de pouvoir commencer à tirer une conclusion comme celle de Jeans mentionnée plus haut. *Note ajoutée le 2 septembre 1949* : J'ai découvert entre-temps que pour *toute* valeur de la constante cosmologique il existe des solutions dans lesquelles il n'y a pas de temps universel qui satisfasse le réquisit de la note 13. K.G.