

Complément à l'entrevue avec Marc Labrèche

- Petit résumé de la physique du temps (et plus!) -

Pour la question cruciale du libre arbitre, voir p. 2

1) Le ralentissement du temps, et le contrôle de la vitesse de son écoulement, sont parfaitement vérifiés expérimentalement (en labo, de toutes sortes de façons; et dans des avions et les satellites GPS). C'est donc un fait indiscutable. En fait, on peut ralentir l'écoulement du temps de 2 façons : soit avec la vitesse, soit avec la force de gravité.

2) Cela implique qu'on pourra faire un jour des sauts dans le futur de la Terre aussi loin qu'on le veut. En effet, en voyageant à très grande vitesse en fusée, nous vieillissons au ralenti par rapport à ceux qui sont restés sur Terre. Et plus nous voyageons rapidement, plus le ralentissement de notre vieillissement est important. Par exemple, si une fusée fait un voyage **d'un an** à différentes vitesses (en % de la vitesse de la lumière), elle revient sur Terre à différentes époques dans le futur de la Terre :

| 1 an dans la fusée | |
|---------------------|------------------------|
| Vitesse de la fusée | Temps écoulé sur terre |
| 90 % | 2 ans |
| 99,9 % | 20 ans |
| 99,99999 % | 2000 ans |

Autre exemple, en utilisant le ralentissement du temps par la gravité extrême d'un trou noir, comme dans le film *Interstellaire* : 1 heure sur la planète Miller = 7 ans sur la Terre.¹ (Mais attention, ce phénomène ne signifie pas que le futur est déjà écrit, puisque le temps s'écoule normalement sur la Terre pendant que le voyageur temporel vit au ralenti).

3) Toutes les prédictions de la relativité qui étaient sans ambiguïté et potentiellement vérifiables l'ont été depuis la création de cette théorie il y a 100 ans² :

- ralentissement du temps (par la vitesse et par la gravité)
- expansion de l'univers
- big bang
- constante cosmologique
- déviation de la lumière par un astre
- mirages gravitationnels
- trous noirs
- entrainement de l'espace-temps dû à la rotation de la Terre
- ondes gravitationnelles (tout récemment!)

Il faut donc prendre au sérieux les autres prédictions de cette théorie, par exemple les points suivants :

Je répète : **étant donné le succès ahurissant et spectaculaire de la théorie de la relativité d'Einstein dans tous les domaines préalables**, il faut considérer sérieusement les autres prédictions de cette théorie, entre autres les 3 points suivants, même s'ils sont ultra spéculatifs :

4) Le concept sous-jacent à la théorie de la relativité : l'idée d'espace-temps à 4 dimensions, et donc l'idée du temps comme une 4e dimension. Et donc la possibilité que le passé existe encore. Ces idées ne sont pas vérifiables pour l'instant.

5) Si le passé existe encore, alors la possibilité d'y retourner. En discutant bien des subtilités de ce que cela veut dire et implique. Par exemple, on ne peut pas retourner dans le passé pour le modifier, et donc modifier le présent. Il y a une cohérence temporelle "globale" à maintenir; mon exemple de l'armoire temporelle montre bien cela, voir la vidéo dans les références ci-dessous. (Et dans ce contexte, le libre-arbitre entre en jeu; voir ci-dessous.)³

6) La proposition du célèbre physicien Kip Thorne pour construire une telle machine temporelle (entre autres, pour retourner dans le passé). Il s'agit d'un type spécial de trou de vers ("wormhole"). Cette proposition est très sérieuse (quoique très spéculative) et débattue dans la communauté scientifique. Un de ses problèmes potentiels est sa stabilité à l'échelle macroscopique, i.e. à une échelle assez grosse pour être traversable par des humains.⁴

Le libre arbitre :

La question du libre arbitre est sûrement la plus grande question philosophique de tous les temps. Cette question est immensément délicate, car nous avons tous un énorme préjugé à son égard. Presque tout le monde est absolument convaincu de contrôler sa volonté, d'être vraiment libre de ses pensées, ce qui rend toute argumentation très difficile. En fait, on est tellement profondément convaincu de cette liberté, on semble tellement la ressentir instinctivement, qu'on n'écoute même pas une argumentation contraire.

Attention: je ne parle pas ici de prédisposition ou de conditionnement dû à notre éducation, nos parents, nos amis, la télévision, etc; non, je parle de liberté à un niveau encore plus fondamental: par exemple, je regarde la télévision et je décide de zapper ou non, je lis un livre et je décide de continuer à lire ou non, je regarde la météo et je décide d'aller jouer dehors ou non.

On pourrait débattre théoriquement longtemps sur cette question, comme le font les philosophes depuis 2000 ans! Mais ce qui est fascinant, c'est que depuis quelques années toutes sortes d'expériences sont réalisées sur des humains en train de prendre des décisions, et dont le fonctionnement du cerveau est analysé en temps réel par différentes méthodes d'imagerie cérébrale (résonance magnétique, casque électromagnétique, électrodes, etc). Et ces expériences semblent toutes montrer que lorsqu'on ressent la sensation de prendre une décision, ce ne serait qu'une sensation justement... car le cerveau profond aurait déjà pris la décision quelques secondes auparavant. Voir la référence page suivante.⁵

Références :

- Sur les sauts dans le futur versus les voyages dans le passé :
Les chapitres 13 et 27 de mon livre “Les carnets insolites du prof Durand”:
<http://www.crm.umontreal.ca/~durand/Heresies-Scientifiques.html>

- Sur le libre-arbitre :
Le chapitre 3 de mon livre “Les carnets insolites du prof Durand”
Ce chapitre est aussi disponible gratuitement ici:
http://www.crm.umontreal.ca/~durand/carnetsinsolites_extrait5a208.pdf

- Sur l'espace-temps et la 4e dimension (un livre plus difficile) :
Mon livre “Comprendre Einstein en animant soi-même l'espace-temps”
<http://www.crm.umontreal.ca/~durand/livre.html>

+

- VIDÉO de 4 minutes sur la différence entre un retour dans le passé cohérent et non-cohérent (et le lien avec le libre-arbitre) :
<http://voyages-temps.cegepmontpetit.ca/2011/12/14/une-armoire-temporelle/>

- L'article qui a tout changé en 1988, écrit par un expert de renommée internationale en relativité générale (Kip Thorne et deux de ses étudiants), et publié dans la plus fameuse revue de physique (Physical Review Letters) :
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.61.1446>

* * *

Plus de précision sur la cohérence temporelle :

(Extrait raccourci d'une de mes pages web)

Si je retourne dans le passé rencontrer mes parents jeunes, je ne peux les empêcher de se rencontrer et d'avoir des enfants, puisque j'existe! Plus précisément, si je vais rencontrer ma mère enfant pour parler avec elle, disons le 12 février 1950 à midi, alors il faut qu'à cette date ma mère enfant ait justement déjà parlé avec quelqu'un à midi (en l'occurrence moi venant du futur).

Exactement comme dans la première alternative de la vidéo ci-dessus, lorsque je me rencontre moi-même: lorsque je retourne dans le passé, pour sortir de la machine à midi, il faut que le double de moi qui est déjà là à midi m'ait vu sortir de la machine.

Le point crucial est le suivant: s'il n'y a qu'UN SEUL univers, alors il n'y a qu'UN SEUL événement possible à chaque moment pour un contexte donné. Si ma mère, le 12 février

1950, n'a parlé avec personne, je ne peux retourner dans le passé parler avec elle à cette date à midi. Il n'y a qu'un seul évènement: le 12 février à midi, ma mère parle ou ne parle pas avec une personne. Si les DEUX situations se produisent, alors il faut DEUX univers: un avec ma mère parlant avec quelqu'un à midi, et un avec ma mère ne parlant avec personne.⁶

Par conséquent, si on suppose qu'il n'y a qu'un seul univers, notre libre-arbitre doit être au moins partiellement limité dans l'entourage de boucles temporelles. Mais cela n'est pas si bizarre. Notre libre-arbitre ne nous permet pas toujours de faire ce que l'on veut. Par exemple, si je saute par la fenêtre, mon libre-arbitre ne peut m'empêcher de tomber! J'ai beau me concentrer autant que je veux, je tombe quand même. Les lois de la physique (ici la loi de la gravité) l'emportent quelquefois sur notre volonté. La même chose pourrait être possible dans le voisinage d'une boucle avec retour dans le temps, les lois sous-jacentes aux voyages temporels (pas encore connues) pourraient contraindre notre libre-arbitre.

Ou tout simplement : le libre-arbitre n'existe pas du tout !

NOTES :

¹ Le conseiller scientifique de ce film est le physicien Kip Thorne, un expert de renommée mondiale sur les trous noirs, ainsi que le co-découvreur (il y a quelques mois) des ondes gravitationnelles provenant de trous noirs en collision; une réalisation qui va sûrement le conduire au Prix Nobel l'an prochain. Dans le film, les paramètres physiques pour avoir un tel ralentissement du temps d'un facteur 60 000 ont été calculés de façon rigoureuse avec les équation d'Einstein. La partie du film sur les trous noirs est absolument rigoureuse, mais celle sur les trous de vers est très spéculative.

² Albert Einstein a publié sa théorie de la relativité en deux parties, en 1905 et 1915, qu'on appelle la relativité restreinte et la relativité générale. Nous combinons ici les idées de ces deux théories. Notons que la relativité d'Einstein a aussi corrigé la théorie de Newton qui n'arrivait pas expliquer le mouvement particulier de l'orbite de la planète Mercure.

³ Et ici, dans l'entourage d'une telle boucle temporelle, il faudrait qu'une certaine séquence "passé-présent-futur" soit fixée; contrairement à la situation du point 2 de la première page. Plus précisément, les retours dans le passé impliquent qu'un certain futur existe déjà. Par conséquent, contrairement au ralentissement du temps bien établi, qui permet de faire des sauts dans le futur sans que celui-ci n'existe déjà (je sais, je sais, j'explique très vite ici), les boucles temporelles (et donc les voyages dans le passé), implique (du moins dans l'entourage de la boucle) qu'un certain futur est établi. Mais comme le libre-arbitre n'existe sûrement pas (*voir la discussion plus loin dans le texte*), pas de problème! :-). Mais il reste tout de même la question du hasard quantique, voir la discussion sur ce sujet dans la note 6 ci-dessous.

⁴ Par ailleurs, on sait que la relativité générale a peut-être atteint ses propres limites dans ce contexte extrême, c'est pourquoi ces spéculations sont, certes sérieuses, mais très hypothétiques.

⁵ Ces 3 paragraphes sont justement tirés de cette référence mentionnée à la p. 3.

⁶ La possibilité d'avoir plusieurs univers avec des copies de soi-même (ce qu'on appelle l'interprétation des mondes multiples de la mécanique quantique) n'est pas discutée ici; pour plus de détails sur cet aspect, voir la capsule no 14 de ma série vidéo : <http://voyages-temps.cegepmontpetit.ca/>