

Depuis que l'auteur britannique Herbert George Wells a écrit son célèbre roman *La Machine à explorer le temps* en 1895, le voyage dans le temps est un thème de science-fiction très populaire. Mais est-il vraiment possible ? Peut-on construire une machine qui transporterait un être humain dans le passé ou le futur ?

Pendant des décennies, le voyage dans le temps était hors de portée de la science. Cependant, ces dernières années, le sujet est devenu une activité ludique des physiciens théoriciens : ils s'y livrent notamment par jeu, car il est amusant de réfléchir au voyage dans le temps. Mais ce travail

l'autre. Dans la vie quotidienne, on ne remarque pas ces distorsions du temps, car elles deviennent importantes seulement quand le mouvement se fait à une vitesse proche de celle de la lumière. Même à la vitesse des avions, la dilatation temporelle pendant un voyage classique se limite à quelques nanosecondes ! Néanmoins, les horloges atomiques sont assez précises pour enregistrer le décalage et confirmer que le temps s'étire vraiment sous l'effet du mouvement. Ainsi, le voyage dans le futur est une réalité avérée, même si pour l'instant, cela n'a jamais été très impressionnant (voir la figure 2)...

Si l'on arrivait à fabriquer une sorte de « porte des étoiles », on voyagerait dans le temps.

Les nouveaux accélérateurs de particules en seraient presque capables, à l'échelle subatomique.

reste tout de même sérieux : comprendre la relation entre la cause et l'effet est une composante clef des tentatives de construction d'une théorie unifiée de la physique. Si le voyage dans le temps, sans aucune limitation, était possible, même en principe, la nature d'une théorie unifiée serait remise en cause.

Avant les théories de la relativité d'Albert Einstein, on pensait souvent que le temps était absolu et universel, c'est-à-dire le même pour tous quelles que soient les circonstances. Dans sa théorie de la relativité restreinte, Einstein propose que l'intervalle mesuré entre deux événements dépende de la façon dont l'observateur évolue. Ainsi, deux observateurs dont les vitesses diffèrent ne ressentent pas les mêmes durées entre deux événements.

On décrit en général cet effet avec le paradoxe des jumeaux. Supposez que Sam et Sally soient jumeaux. Sally embarque dans une fusée et voyage à très grande vitesse jusqu'à une étoile proche, fait demi-tour et revient sur Terre, tandis que Sam reste à la maison. Pour Sally, le voyage a duré un an. Mais quand elle revient, son frère a neuf ans de plus qu'elle. Sally et Sam n'ont plus le même âge, bien qu'ils soient nés le même jour : en fait, Sally a fait un bond de neuf années dans le futur de la Terre.

Cet effet, nommé dilatation des durées, se produit quand deux observateurs se déplacent l'un par rapport à

Pour observer des failles temporelles, il faut sortir du domaine de l'expérience ordinaire. Les particules subatomiques peuvent être propulsées à des vitesses proches de celle de la lumière dans les grands accélérateurs. Certaines de ces particules, tels les muons, ont une horloge intégrée, car elles se désintègrent avec une demi-vie connue ; en accord avec la théorie d'Einstein, on observe que la désintégration des muons est ralentie dans les accélérateurs.

Tordre l'espace-temps

En outre, certains rayons cosmiques subissent des distorsions temporelles spectaculaires. Ces particules se déplacent à une vitesse si proche de celle de la lumière que, de leur point de vue, elles traversent la galaxie en quelques minutes, même si dans le référentiel terrestre, elles semblent mettre plusieurs dizaines de milliers d'années. S'il n'y avait pas de dilatation du temps, certaines de ces particules (celles qui sont instables) n'arriveraient jamais sur Terre, car elles se désintégreraient bien avant.

La vitesse est une façon de faire un bond en avant dans le temps. La gravité en est une autre. Dans sa théorie de la relativité générale, Einstein prédit que la gravité ralentit le temps. Les pendules avancent plus vite dans l'espace qu'au sol. Cet effet est à nouveau minuscule, mais il a été mesuré directement grâce à des horloges

L'ESSENTIEL

✓ Voyager vers le futur est conceptuellement assez simple. Si l'on s'approche de la vitesse de la lumière ou si l'on se trouve dans un fort champ gravitationnel, on ressent le temps plus lentement qu'autrui : autrement dit, on voyage dans son futur.

✓ Mais remonter dans le passé est plus difficile. La théorie de la relativité le permet dans certaines configurations de l'espace-temps, tel le trou de ver, c'est-à-dire un tunnel à travers l'espace et le temps – une « porte des étoiles ».

✓ Voyager dans le passé soulève quelques paradoxes causaux ; il serait pourtant possible de prendre part au passé.

Peter Dilling