

## LE VOYAGEUR DE LANGEVIN

En 1911, le physicien français Paul Langevin décrit une expérience de pensée, destinée à illustrer certaines conséquences de la théorie de la relativité restreinte. Cette expérience fut rapidement appelée « paradoxe du voyageur de Langevin »<sup>1</sup>. Imaginons un voyageur qui quitte la Terre à la vitesse quasi-lumière  $v = 0,99995c$ , s'éloigne ainsi en ligne droite pendant un temps  $t = 1$  an de son temps propre<sup>2</sup>, fait demi-tour et revient au bout d'un temps  $t = 2$  ans de son temps propre. Selon la formule de la dilatation du temps de la relativité restreinte<sup>3</sup>, il retrouvera la Terre vieillie d'un temps :

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{0,99995^2}{c^2}}} = \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{0,9999}{1}}} = \frac{2}{\sqrt{0,0001}} = \frac{2}{0,01} = 200$$

Soit un temps de deux siècles. Cela est une conséquence sans doute extraordinaire mais inévitable selon la relativité.

Quel est le paradoxe ? Raisonnons ainsi. La vitesse est relative, par conséquent si le voyageur s'éloigne de la Terre, réciproquement cette dernière s'éloigne du voyageur à la même vitesse. Donc ce qui fut dit pour le voyageur peut être aussi dit pour la Terre : celle-ci n'a vieilli que de deux ans tandis que le voyageur a vieilli de 200 ans. Il y a donc contradiction entre les deux conclusions.

Or, en réalité, les deux situations ne sont pas symétriques. En effet, le référentiel du voyageur subit successivement trois accélérations : une au départ, une autre en faisant demi-tour et enfin une troisième à son retour sur Terre. Son référentiel n'est donc pas galiléen. Seul celui de la Terre l'est. Et ainsi s'évanouit le paradoxe.

---

<sup>1</sup> Pour en savoir plus sur cette expérience de pensée et les problèmes conceptuels qu'elle soulève, voir [http://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe\\_des\\_jumeaux](http://fr.wikipedia.org/wiki/Paradoxe_des_jumeaux)

<sup>2</sup> Le temps qui est mesuré par son horloge.

<sup>3</sup> Voir LAPIERRE, Serge, [http://www.colvir.net/prof/serge.lapierre/Relativite\\_restreinte\\_1.pdf](http://www.colvir.net/prof/serge.lapierre/Relativite_restreinte_1.pdf), section 3.