

jumeaux de Langevin

Nulle conséquence de la relativité d'Einstein n'a peut-être fait couler plus d'encre que le prétendu “paradoxe des jumeaux”, que Paul Langevin, sous une forme un peu différente, proposa dès 1912. Soient, dans un avenir indéfini, deux jumeaux, Victor, voyageur impénitent, et Stéphane, sédentaire incorrigible. La première mission interstellaire étant organisée en direction d'Alpha du Centaure, distante de 4 années-lumière, Victor s'empresse de s'enrôler. La fusée atteint rapidement sa vitesse de croisière, mettons 80 % de la vitesse de la lumière, ce qui permet à l'expédition de boucler son aller-retour en 10 années (on néglige le temps de séjour à destination). Selon la théorie de la relativité, quand Victor revient sur Terre après avoir vécu une décennie de voyage, il retrouve un Stéphane qui, lui, a vieilli d'environ 17 ans. Si nos moyens techniques ne permettent guère encore de réaliser le scénario ci-dessus, son déroulement ne fait aucun doute. Des expériences analogues sont journalièrement réalisées à l'échelle microscopique dans les grands accélérateurs où les particules instables voyageant à des vitesses proches de la vitesse limite montrent des durées de vie moyennes bien supérieures à celle de leurs jumelles immobiles. À l'échelle macroscopique, une expérience délicate a été réalisée voici plusieurs années en emportant de très précises horloges atomiques faire un tour du monde cependant que des instruments jumeaux restaient à demeure. Le décalage, qui se mesurait en microsecondes pour un voyage de quelques jours, était tout à fait mesurable et conforme aux prédictions théoriques. Aussi est-il inutile de chercher à se débarrasser de ce qui est un paradoxe au seul sens étymologique (contraire au sens commun), sans aucune contradiction logique. L'argument usuellement utilisé pour récuser l'effet Langevin prétend invoquer la relativité même qui en est à l'origine. Du point de vue de Victor, dit-on, c'est Stéphane qui voyage et qui donc devrait être plus jeune quand ils se retrouvent. Mais les points de vue de Victor et de Stéphane ne sont pas équivalents, car Victor n'a pas un mouvement uniforme (ce qu'exige la théorie), du fait même qu'il revient sur ses pas ; il est nécessairement soumis à des accélérations détectables qui suffisent à rompre la symétrie. Il ne faut surtout pas interpréter l'effet Langevin comme un vieillissement différentiel des deux jumeaux dû au mouvement. Les horloges, aussi bien mécaniques que biologiques, de Victor se comportent à son bord aussi normalement que celles de Stéphane sur Terre. Vu dans le cadre de l'espace-temps de la relativité, l'effet Langevin est le simple analogue d'une propriété banale de l'espace usuel : la distance séparant deux points dépend du trajet suivi pour les relier — la plus courte étant celle de la ligne droite ; de même, la durée séparant deux évènements dépend de la trajectoire spatio-temporelle qui les relie — la plus longue s'écoulant lorsque les deux évènements ont lieu au même endroit. On peut donc bien voyager dans le temps — mais dans un seul sens, vers le futur.

J.-M L.-L.

espace-temps, relativité, Langevin, temps, quatrième dimension