Paradoxe

On considère 3 horloges synchrones et de même fabrication et même masse ; on considère qu'elles se trouvent au même point au début de l'expérience. Les horloges A et C vont être éjectées de part et d'autre de l'horloge B par des ressorts, comprimés au début de l'expérience, qui sont de même raideur et de même longueur une fois détendus.

On considère que ces 3 horloges flottent dans l'espace à l'écart de toute force susceptible de modifier leur fonctionnement. L'horloge B recevant la même accélération, mais en sens inverse, lors de la détente des 2 ressorts, sont mouvement n'est finalement pas accéléré du tout, et on doit admettre qu'elle fonctionne au même rythme pendant toute l'expérience.
On appelle le repère centré en B repère « singulier ».
Quand les ressorts se détendent, les horloges A et C, qui s'éloignent alors de B, vont retarder par rapport à l'horloge centrale B. Les horloges A et C étant de même masse, elles sont éjectées à la même vitesse de part et d'autre de B, et elles retarderont donc de la même manière par rapport à B (quand ces 2 horloges reviendront en B, elles seront toujours synchrones l'une avec l'autre).

Maintenant on considère des objets de masses différentes, auxquels on associe les horloges dont on vient de parler (elles sont fixées sur les corps qu'on va mettre en mouvement).

Deux corps de masses respectives M et m sont éjectés comme précédemment de part et d'autre de B. Ces corps n'étant pas de même masse, ils ne sont pas éjectés à la même vitesse et leurs horloges associées ne seront plus synchrones l'une avec l'autre quand elles reviendront en B.

Si on choisit M >> m de façon que la vitesse d'éjection de M soit quasi nulle, on a alors : le repère centré sur M est quasiment immobile par rapport à celui centré sur B (l'horloge centrale qui fonctionne au même rythme pendant toute l'expérience), et ainsi le repère centré en A (masse M) est quasiment un repère « singulier ».

Finalement, L'horloge C (masse m) qui retarde par rapport à B, retarde aussi (quasiment de la même valeur) par rapport à A (masse M).

On voit donc que c'est parce que M >> m que l'horloge C va retarder par rapport à A.

Si A et C sont de même masse, elles restent synchrones l'une avec l'autre, mais si M >> m, C retarde par rapport à A et non pas l'inverse, ce qui donne une explication du « paradoxe des jumeaux ». Lorsqu'une fusée décolle depuis la Terre, la masse très importante de la Terre, comparée à celle de la fusée, fait que le repère terrestre est en pratique un repère « singulier », c'est pour cela que l'horloge de la fusée va retarder par rapport à l’horloge restée fixe sur Terre (tout cela à partir du principe de constance de la vitesse de la lumière, bien sûr).