
TP-1: Le paradoxe de la grange

Le but de ce premier TP est de vous remémorer un peu votre relativité restreinte, et surtout de vous faire travailler avec des diagrammes espace-temps, comme on l'a fait en classe pour le paradoxe des jumeaux.

Comme le paradoxe des jumeaux, le paradoxe dit de la grange est un autre grand classique de la relativité restreinte. Un coureur (ou coureuse) se déplaçant à $2/3$ de la vitesse de la lumière en transportant une échelle de longueur de 12m veut traverser au grand galop une grange de longueur 9 mètre avec une porte à chaque extrémité; problème pratique cependant, la porte arrière de la grange ne peut s'ouvrir que si la porte avant est refermée. Il est facile de calculer (mais faites le !) qu'à $v/c = 2/3$, la contraction de Lorentz de l'échelle est telle que la porte avant se refermera exactement au moment où le bout de l'échelle atteint la porte arrière, donc en principe tout est OK.

Mais voici, dans le repère du coureur/coureuse, l'échelle fait son plein 12 mètres de long, et c'est la grange dont la longueur subit la contraction de Lorentz; donc l'échelle ne pourra jamais entrer complètement dans la grange, et la porte arrière ne s'ouvrira pas; c'est là le paradoxe: ou bien la porte arrière s'ouvre, ou bien elle ne s'ouvre pas; l'ouverture de la porte arrière est un événement dans l'espace-temps, dont l'existence (ou pas) n'a rien à voir avec notre choix de repère.

Le reste du TP se déroule en deux temps; tout d'abord,

1. Commencez pas solutionner le problème, en équipes de 2-3, en utilisant simplement les notions habituelles de contraction de Lorentz et de simultanéité. Faites le calcul dans le repère d'un observateur au repos par rapport à la grange, ainsi que dans celui du coureur/coureuse.
2. Orchestré par Thomas, discutez en grand groupe de vos solutions, et clarifiez et corrigez toutes différences entre les solutions des diverses équipes.

Dans un second temps, toujours en équipes de 2-3, solutionnez le paradoxe à l'aide d'un diagramme espace-temps, comme fait en classe dans le cas du paradoxe des jumeaux. Essentiellement, il s'agit de positionner correctement dans un tel diagramme deux événements clefs, soit:

1. la coïncidence de bout avant de l'échelle avec la porte arrière de la grange,
2. la coïncidence du bout arrière de l'échelle avec la porte avant de la grange.

Orchestré par Thomas, comparez en grand groupe vos diagrammes, clarifiez toutes différences significatives, et faites le pont entre votre premier calcul et le diagramme espace-temps.