

## Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Physique — 22/09/2026 20:45 creat by Kalanso App

# La relativité restreinte : principes et conséquences

La relativité restreinte, publiée par Albert Einstein en 1905, est une théorie fondamentale de la physique qui a révolutionné notre compréhension de l'espace et du temps. Elle s'applique aux objets se déplaçant à des vitesses proches de celle de la lumière, dans des référentiels d'inertie. Dans ce cours, nous explorerons ses deux postulats, les transformations de Lorentz, la dilatation du temps, la contraction des longueurs, et l'équivalence masse-énergie.

## 1. Les postulats de la relativité restreinte

Einstein a fondé sa théorie sur deux postulats simples mais profonds :

- **Principe de relativité** : Les lois de la physique sont les mêmes dans tous les référentiels d'inertie. Aucun référentiel n'est privilégié.
- **Constance de la vitesse de la lumière** : La vitesse de la lumière dans le vide, notée  $c$ , est la même dans tous les référentiels d'inertie, indépendamment du mouvement de la source ou de l'observateur. Sa valeur est exactement 299 792 458 m/s.

Ces postulats remettent en cause les notions classiques d'espace et de temps absolus. Ils impliquent que les mesures de longueurs et de durées dépendent du référentiel dans lequel elles sont effectuées.

## 2. Les transformations de Lorentz

Pour décrire comment les coordonnées d'un événement changent d'un référentiel inertiel à un autre, on utilise les transformations de Lorentz. Considérons deux référentiels  $S$  et  $S'$ , où  $S'$  se déplace à la vitesse  $v$  le long de l'axe  $x$  par rapport à  $S$ . Les transformations s'écrivent :

$$\begin{aligned}x' &= \gamma (x - v t) \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= \gamma (t - v x / c^2)\end{aligned}$$

où  $\gamma$  est le facteur de Lorentz :

$$\gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Lorsque  $v$  est très inférieure à  $c$ ,  $\gamma \approx 1$  et on retrouve les transformations de Galilée. Mais pour des vitesses relativistes, les effets deviennent importants.

### 3. Dilatation du temps et contraction des longueurs

Une conséquence directe des transformations de Lorentz est la dilatation du temps : une horloge en mouvement par rapport à un observateur semble battre plus lentement. Si  $\Delta t$  est l'intervalle de temps mesuré dans le référentiel où l'horloge est au repos (temps propre), alors l'intervalle mesuré dans le référentiel où elle se déplace à la vitesse  $v$  est :

$$\Delta t' = \gamma \Delta t$$

De même, la longueur d'un objet en mouvement est contractée dans la direction du mouvement. Si  $L_0$  est la longueur propre (mesurée au repos), la longueur mesurée dans un référentiel où l'objet se déplace à la vitesse  $v$  est :

$$L = L_0 / \gamma$$

Ces effets ne sont pas des illusions : ils sont bien réels et ont été confirmés expérimentalement, par exemple par la désintégration des muons créés dans la haute atmosphère.

### 4. Équivalence masse-énergie

L'une des conclusions les plus célèbres de la relativité restreinte est l'équivalence entre masse et énergie, exprimée par la formule :

$$E = m c^2$$

Cette équation signifie qu'un objet au repos possède une énergie de masse  $m c^2$ . Elle explique la production d'énergie dans les réactions nucléaires, où une petite quantité de masse est convertie en une grande quantité d'énergie. Par exemple, dans la fission de l'uranium, la masse des produits est légèrement inférieure à celle des réactifs, et la différence apparaît sous forme d'énergie cinétique et de rayonnement.

Pour un objet en mouvement, l'énergie totale est donnée par :

$$E = \gamma m c^2$$

et l'énergie cinétique relativiste est :

$$K = (\gamma - 1) m c^2$$

## 5. Exemples et applications

---

La relativité restreinte a de nombreuses applications pratiques :

- **Accélérateurs de particules** : Les particules sont accélérées à des vitesses proches de  $c$ , et leur comportement est décrit par la relativité restreinte.
- **GPS** : Les horloges des satellites subissent à la fois les effets de la relativité restreinte (dilatation du temps due à leur vitesse) et de la relativité générale (courbure de l'espace-temps due à la gravité). Sans corrections relativistes, le système serait imprécis de plusieurs kilomètres par jour.
- **Physique nucléaire** : L'équivalence masse-énergie est essentielle pour comprendre la stabilité des noyaux et les réactions nucléaires.

## Conclusion

---

La relativité restreinte est une théorie élégante et contre-intuitive qui a profondément modifié notre vision de l'univers. Ses postulats simples mènent à des conséquences révolutionnaires : la relativité de la simultanéité, la dilatation du temps, la contraction des longueurs et l'équivalence masse-énergie. Elle a été vérifiée par de nombreuses expériences et constitue aujourd'hui un pilier de la physique moderne. Comprendre ses principes est essentiel pour aborder des domaines comme la physique des particules, l'astrophysique et la cosmologie.