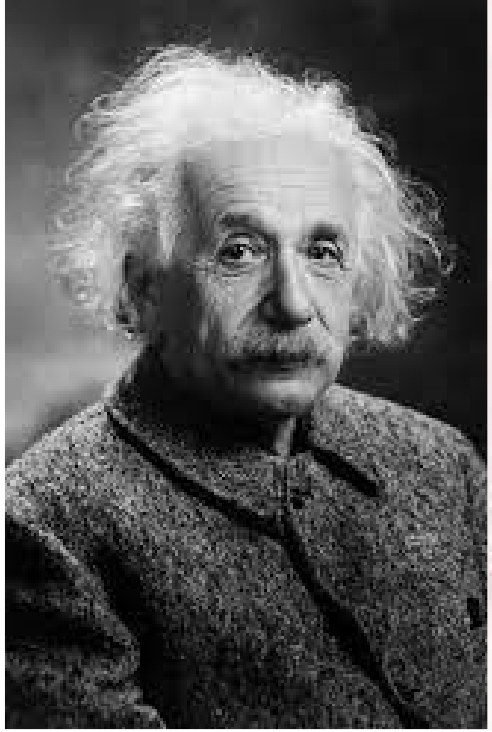
Insuffisance de la relativité galiléenne, relativité restreinte

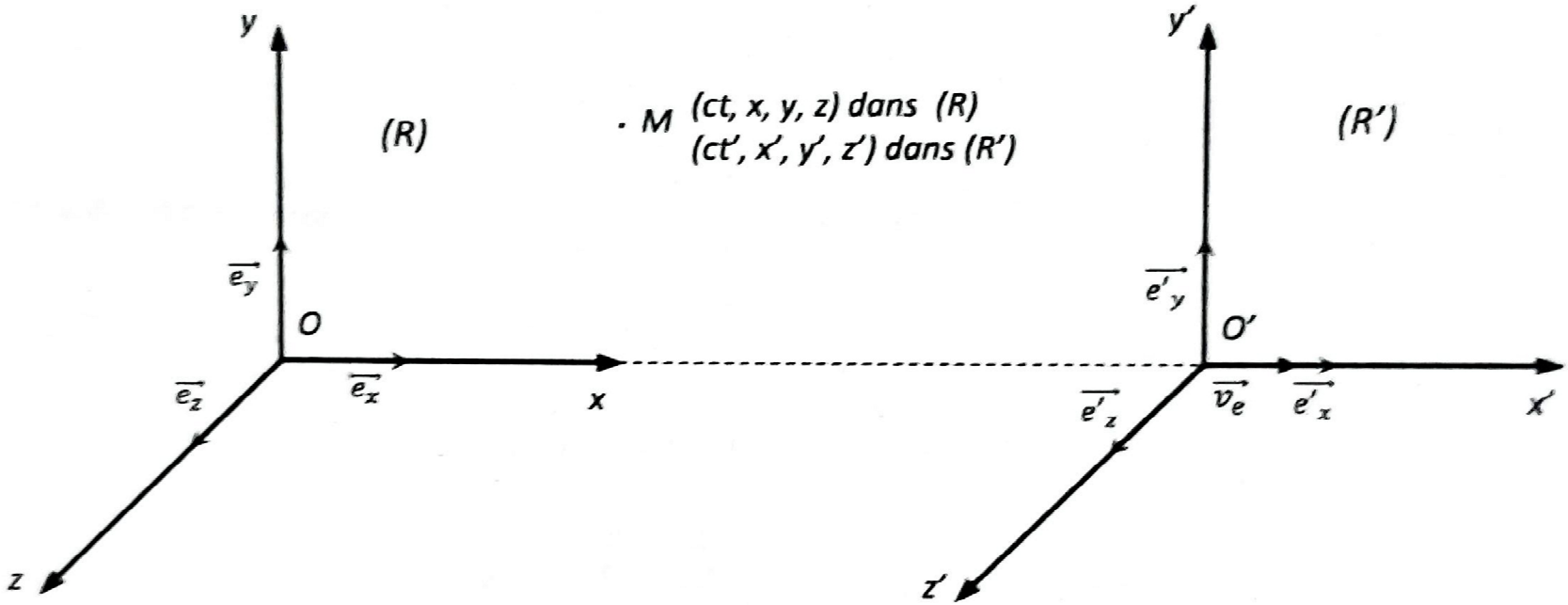
Niveau : L3

Prérequis



Rappels : transformation de Galilée

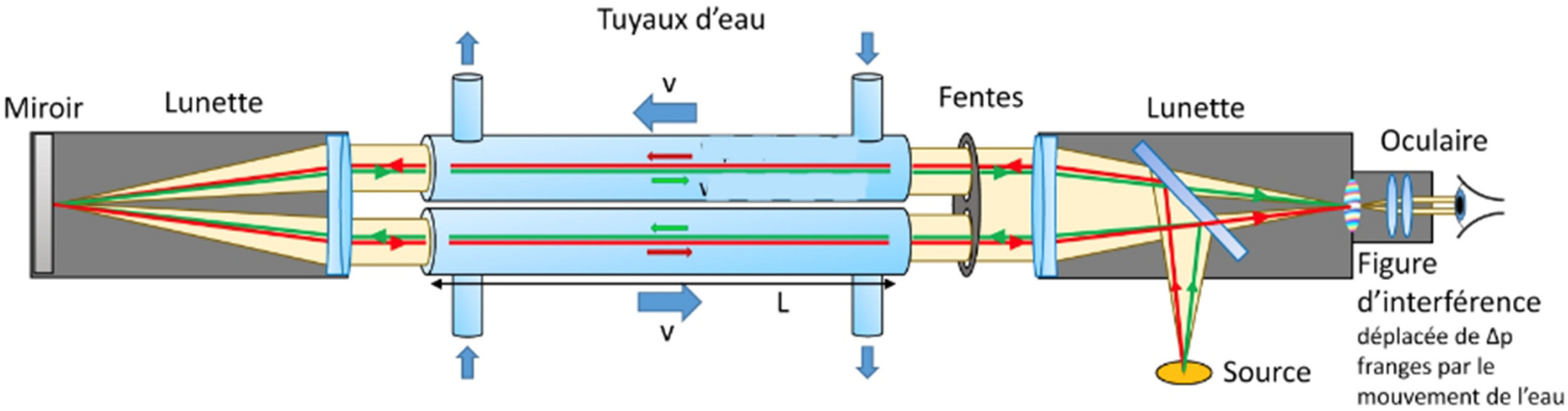
Soit R’ référentiel galiléen en translation rectiligne uniforme à la vitesse v_e par rapport au référentiel galiléen R :



Transformation de Galilée :

$$ct' = ct$$
$$x' = x + v_e t$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$

Expérience de Fizeau



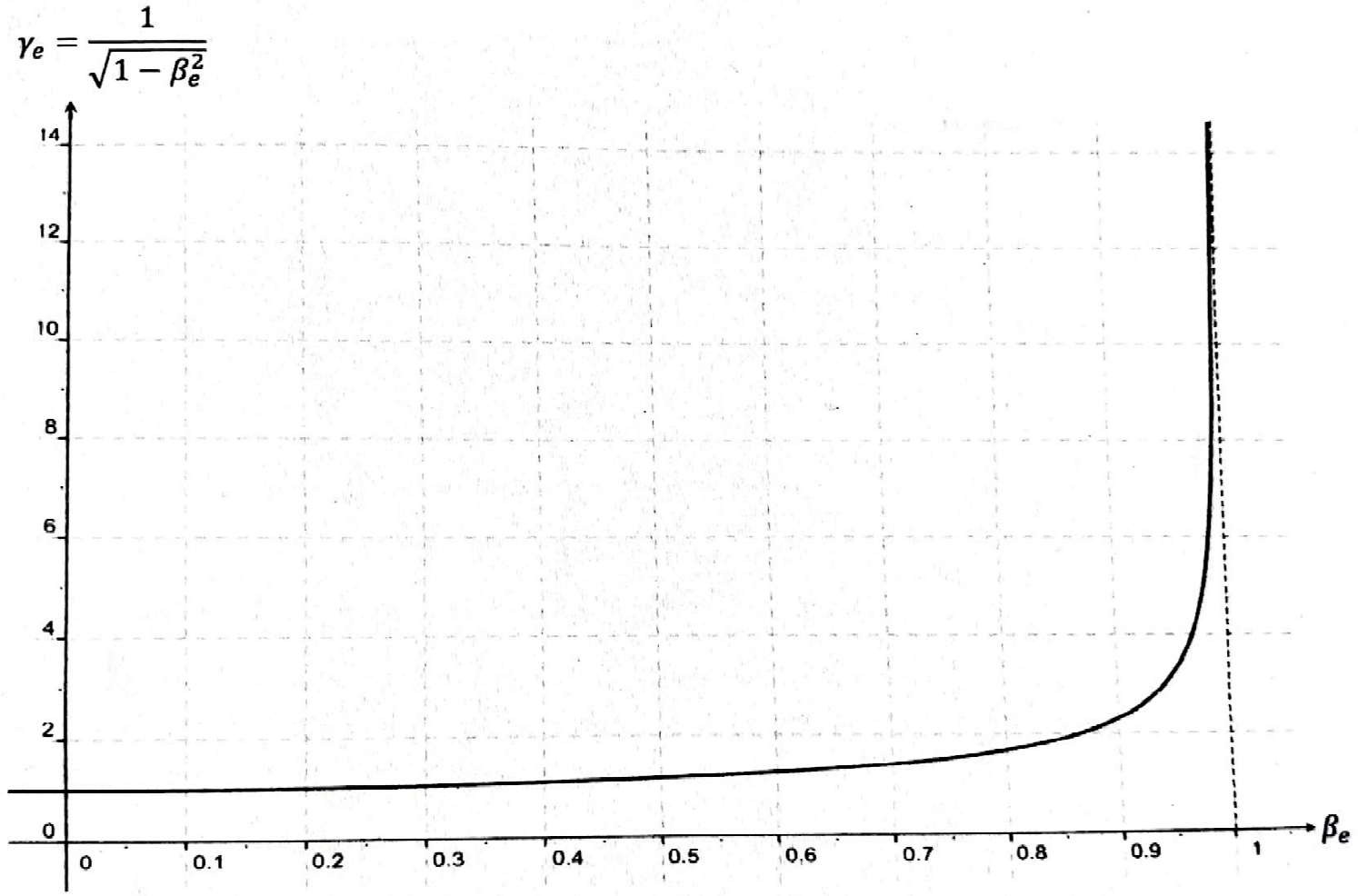
Résultats de l'expérience de Fizeau

Résultat expérimental avec : v_e = 7 m/s L = 1.5 m n = 1,33 λ = 560 nm	Transformation de Galilée
Δp_{Fizeau} = 0,23 franges	$\Delta p_{Galilée}$ = 0,46 franges

On constate que : $\Delta p_{Fizeau} \approx (1-1/n^2)\ \Delta p_{Galilée}$

Interprétation à l'époque :
Ce décalage entre théorie et expérience serait dû à la non prise en compte d'un coefficient de correction dû à l'entraînement partiel de l'éther (milieu hypothétique de propagation de la lumière) par la rotation de la Terre, interprétation qui sera mise en défaut par Einstein en 1905.

Facteur relativiste d'entraînement



Si v_e << c : γ_e -> 1

On retrouve alors la transformation de Galilée : t = t' et x = x' + v_et'

Retour sur les résultats de l'expérience de Fizeau

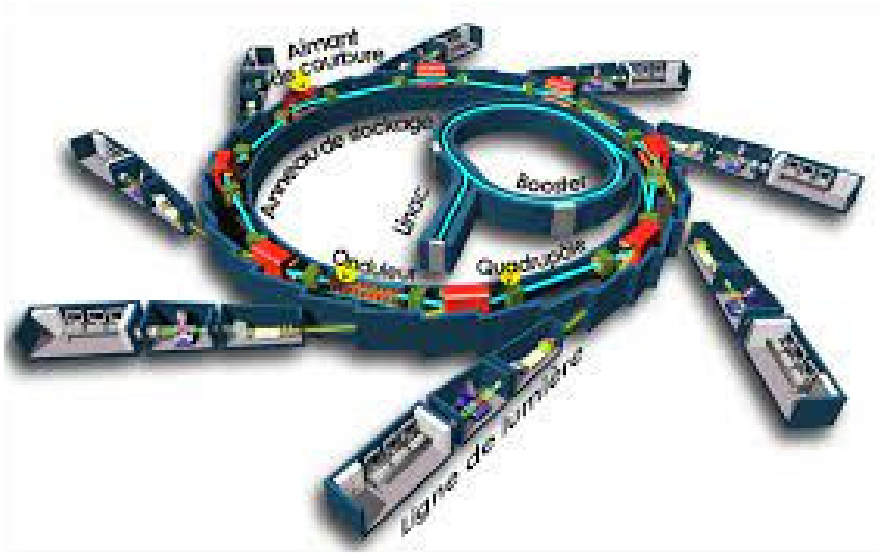
Résultat expérimental avec : v_e = 7 m/s L = 1.5 m n = 1,33 λ = 560 nm	Transformation de Galilée	Transformation de Lorentz
Δp_{Fizeau} = 0,23 franges	$\Delta p_{Galilée}$ = 0,46 franges	$\Delta p_{Lorentz}$ = 0,2 franges

Mise en évidence expérimentale de la dilatation des durées

Expérience au CERN en 1976 sur la durée de vie des muons :

- Production d'un faisceau de muons μ^- à une vitesse de 0,9994c ($\gamma_e = 29$)
- Ceux-ci sont injectés dans un grand anneau de stockage où ils sont confinés par des aimants puissants
- Les muons y circulent jusqu'à leur désintégration :

$$\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \underline{\nu_e}$$



Durée de vie propre d'un muon μ^- : $2{,}2 * 10^{-6}$s soit 14 tours de l'anneau de stockage.

La plupart d'entre eux réalisent 400 tours de l'anneau de stockage ce qui correspond à 29 fois leur dans de vie dans leur référentiel propre.

Bibliographie des images

- Einstein : wikipédia
- Fizeau : wikipédia
- Michelson : wikipédia
- Morley : wikipédia
- Poincarré : naturelovesmath.com
- Cern : cea.fr