Corrigé

Supposons que l'axe horizontal soit parallèle au mouvement de rotation de la Terre (axe Est-Ouest). En raisonnant dans le référentiel de l'éther (avec vitesse de la lumière = c), pour faire l'aller et retour la durée du parcours du rayon horizontal est : OA' + A'O' = c Δt_1' + c Δt_1''

Or OA' = c Δt_1' = $L + v\,\Delta t_1$' et A'O' = c Δt_1'' = = L - $v\,\Delta t_1$'''

Donc :

$$\Delta t_1 = \Delta t_1' + \Delta t_1'' = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2L/c}{1-v^2/c^2}$$

On peut effectuer le raisonnement dans le référentiel terre. La célérité de la lumière est C' = c – v dans le sens OA et c'' = c + v dans le sens AO, ce qui donne également :

$$\Delta t_1 = \Delta t_1' + \Delta t_1'' = \frac{L}{c-v} + \frac{L}{c+v} = \frac{2L/c}{1-v^2/c^2}$$

Pour le rayon orienté Nord-Sud, la durée du parcours est : Δt_2 = (OB' + B'O') / c.

Donc OB' = B'O' = ½ c Δt_2 et de plus : OB'^{2} = (½ c Δt_2)^2 = L^2 + (½ $v\,\Delta t_2$)^2

Alors : $4\,L^2 = \Delta t_2{}^2\,(c^2 - v^2)$

Et donc :

$$\Delta t_2 = \frac{2L/c}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

Le décalage temporel entre les deux rayons est donc :

$$\Delta t_1 - \Delta t_2 = \frac{2L/c}{1-v^2/c^2} - \frac{2L/c}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

Etant donné que $v << c$: $\Delta t_1 - \Delta t_2 \approx 2L/c(1 + v^2/c^2) - 2L/c\,(1 + ½\, v^2/c^2)$

$$\approx L\,v^2/c^3$$