Notes

1 Temps propagation lumière dans un espace en expansion

A envoie un signal à B situé à une distance d ($x(A) = 0$ et $x(B) = d$) dans un espace en expansion selon $t \mapsto L(t)$.

Pour la lumière

$$cdt = \frac{L(t)}{L(0)}dx \tag{1}$$

Donc

$$d = cL_0 \int_0^T \frac{dt}{L(t)} \tag{2}$$

Exemple 1 : $L(t) = L_0 e^{\alpha t}$:

$$d = c \int_0^T e^{-\alpha t} dt = \frac{c}{\alpha}\left(1 - e^{-\alpha T}\right) \tag{3}$$

Donc $T = \dfrac{1}{\alpha} \ln \dfrac{1}{1 - \alpha d/c}$ si $d \leq c/\alpha$. De plus $T = d/c + O(\alpha d/c)$ pour $\alpha \to 0$

Exemple 2 : $L(t) = L_0 \left(\dfrac{t}{t_0}\right)^\beta$:

$$d = ct_0^\beta \int_0^T t^{-\beta} dt = \frac{ct_0^\beta}{1-\beta} T^{1-\beta} \text{ si } \beta < 1 \tag{4}$$

Donc $T = \left[(1-\beta)\dfrac{d}{ct_0^\beta}\right]^{(1/1-\beta)}$

2 Horizons

Horizon des évènements : distance maximale R_{ev} de laquelle peut provenir un signal lumineux en un temps fini.

Exemple 1 : $L(t) = L_0 e^{\alpha t} \Rightarrow R_{ev} = c/\alpha$

Exemple 2 : $L_0 \left(\dfrac{t}{t_0}\right)^\beta, \beta < 1 \Rightarrow R_{ev} = +\infty$

Horizon des particules : distance physique maximale à un instant t_1 de laquelle peut provenir un évènement issu de t_0.

$$R_{part} = L(t_1) c \int_{t_0}^{t_1} \frac{dt}{L(t)} \tag{5}$$