

I. Expansion et composition de l'univers

On suppose un univers homogène, isotrope et en expansion dont les propriétés sont définies par $H(z)$, $R(t)/R_0 = 1/(1+z)$ et les composantes sont caractérisées par leur équation d'état $P = \omega\rho$. Les paramètres décrivant l'univers aujourd'hui s'écriront H_0 , t_0 .

I.1 Description de l'expansion.

Rappeler ce qui peut justifier une équation d'état de cette forme pour toutes les composantes.

A partir des équations de Friedmann déterminer la forme du facteur d'échelle, $a(t) = R(t)/R_0$ en fonction de t pour les modèles suivants:

- les univers vides, de courbure non-nulle,
- l'univers plat et uniquement composé de photons,
- l'univers plat et uniquement composé de matière,
- l'univers plat et uniquement composé d'une constante cosmologique.

On fera l'hypothèse que $a(t)$ est de la forme t^n et l'on justifiera les valeurs considérées pour n pour chaque modèle. On tracera ces modèles ($a(t)$) sur une même figure, en prenant t_0 comme une référence commune de façon à faire passer tous ces modèles au point $(t_0, 1)$.

I.2 La transition vers la période énergie sombre.

Si pour les besoins de la comparaison les divers modèles de la figure doivent être tous normalisés pour $t = t_0$, c'est n'est évidemment pas le cas en réalité. Compte tenu

de la dépendance des composantes matière et constante cosmologique en fonction du redshift et des valeurs des paramètres cosmologiques les plus vraisemblables aujourd'hui, calculer à quel redshift $z_{m,\Lambda}$ doit commencer la phase dominée par l'énergie sombre. Qu'en concluez vous?

II. Mesurer H_0 avec précision et effet de distance.

La vitesse observée des galaxies est la somme de la vitesse d'expansion et de la vitesse individuelle de chaque galaxie. Cette combinaison induit une erreur sur la mesure de H_0 , si une correction n'est pas effectuée. Supposons que nous mesurons la distance D et le redshift z d'une galaxie pas trop lointaine. Sachant que H_{est} est contaminé par une composante particulière v_{pec} , déterminer à quelle distance on sera en mesure de calculer H_0 avec une précision de 1% . On supposera que $v_{pec} = 200 \text{ km s}^{-1}$ et on choisira un H_0 conforme à la valeur la plus vraisemblable aujourd'hui, en la justifiant. Discuter ce résultat.