

L'infiniment grand

Yannick Mellier

Institut d'Astrophysique de Paris

L'infiniment grand

l'Univers de la cosmologie moderne

Yannick Mellier

Institut d'Astrophysique de Paris

I. Petit panorama de la cosmologie contemporaine

Une définition de la cosmologie

- **Etude et interprétation des propriétés et du contenu de l'Univers observable** avec les lois de la physique de l'Univers proche
- **Description de l'origine et de l'évolution** de son organisation, de ses propriétés physiques et de ses constituants

Les fondements de la cosmologie

- Expansion de l'Univers
- Abondance des éléments légers
- Fond de rayonnement micro-onde à $T=2.7\text{K}$

Une particularité...

Les fondements de la cosmologie

- Expansion de l'Univers
- Abondance des éléments légers
- Fond de rayonnement micro-onde à $T=2.7\text{K}$

Une particularité: $c = \text{constante} \dots$
*On peut remonter le temps et
construire une histoire de l'univers.*

Les fondements de la cosmologie

- Relativité Générale
- Principe Cosmologique

- Equations d'Einstein
- Equation d'état: modèles d'Univers

- Expansion de l'Univers
- Abondance des éléments légers
- Fond de rayonnement micro-onde à $T=2.7\text{K}$

Une particularité: c = constante...
*On peut remonter le temps et
construire une histoire de l'univers.*

Les fondements de la cosmologie

- Relativité Générale
- Principe Cosmologique

- Equations d'Einstein
- Equation d'état: modèles d'Univers

- Paradigme du Big Bang

- Expansion de l'Univers
- Abondance des éléments légers
- Fond de rayonnement micro-onde a $T=2.7K$

Une particularité: c = constante...
*On peut remonter le temps et
construire une histoire de l'univers.*

Les fondements de la cosmologie

- Relativité Générale
- Principe Cosmologique

- Equations d'Einstein
- Equation d'état: modèles d'Univers

- Paradigme du Big Bang

- Théorie de l'inflation
- Physique de l'Univers primordial

- Expansion de l'Univers
- Abondance des éléments légers
- Fond de rayonnement micro-onde à $T=2.7\text{K}$

Une particularité: $c = \text{constante} \dots$
On peut remonter le temps et construire une histoire de l'univers,

Une brève histoire de la cosmologie moderne

- **1915**: Einstein – Théorie de la relativité générale: une théorie de la gravitation
- **1920**: Distance dans l'Univers: la nature extragalactique des galaxies
- **1922 – 1927**: Modèles d'univers de Lemaître / Friedmann – Modèle de l'atome primordial (→ Big Bang)
- **1929**: Hubble – Un univers en expansion
- **1933**: Zwicky : la masse manquante (→ Matière noire)
- **1940**: Gamov : Univers chaud et synthèse des éléments - Prédiction d'un rayonnement résiduel fossile
- **1940**: Alpher & Herman: nucléosynthèse primordiale
- **1965**: Penzias & Wilson: découverte du rayonnement cosmologique à $T=2.7$ K
- **1970- 1990**: théories de la formation des structures et les galaxies
→ nature de la matière noire? → « Cold Dark Matter »
- **1981**: Courbes de rotation *plates* des galaxies (→ Matière noire)

Une brève histoire de la cosmologie moderne

- **1981**: Guth : théorie de l'*inflation* → explication des paradoxes des modèles d'univers standards → cosmologie primordiale
- **1985**: Arcs gravitationnels → optique gravitationnelle pour sonder la distribution de la matière noire
- **1986**: Distribution 3D des galaxies: un univers très structuré mais composé principalement de régions vides ?
- **1992**: COBE
 - le fond cosmologique fossile est un corps noir parfait à 2.725 K
 - les anisotropies du fond cosmologique sont visibles et correspondent à celles prédites: « triomphe de la cosmologie moderne »
- **1998**: Observation de la relation distance-magnitude des Supernovae: l'univers est en expansion accélérée
 - Energie noire ? Qu'y a-t-il derrière cette accélération?
 - Un epicycle de plus , après la matière noire?
 - Un « triomphe » à nuancer ?

Une brève histoire de la cosmologie moderne

- **1995 – 2000**: Hubble key Program: mesure solide de la constante de Hubble (fin du débat sur la valeur de H_0).
- **2000**: BOOMERANG et MAXIMA: l'univers est plat
- **2000 – 2002**: oscillation des neutrinos: les neutrinos ont une masse
- **2000**: Premières détections des effets de distorsion gravitationnelle cosmologique (*cosmic shear*): la distribution à grande échelle de la matière noire devient « visible »
- **2000 – 2007**: SDSS et 2dF :
 - distribution des galaxies dans l'Univers
 - détection des oscillations acoustiques des baryons dans la distribution des galaxies
- **2006**: WMAP et la naissance de la « cosmologie de précision »
- **2006**: le « Bullet Cluster » → la matière noire est la bonne interprétation des observations!
- **2009**: Le LHC
- **2009**: Planck