



Extraction des paramètres cosmologiques par une approche multisondes

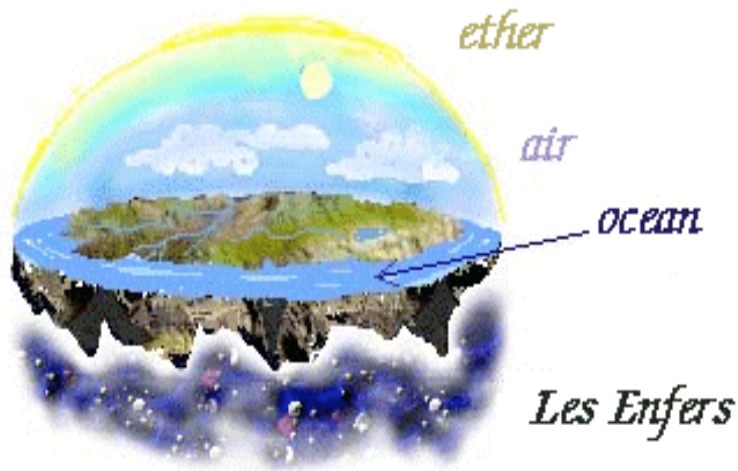
Diane Talon-Esmieu

Directeur de thèse : André Tilquin

Journées et rencontre des
jeunes chercheurs 2007

Cosmologie

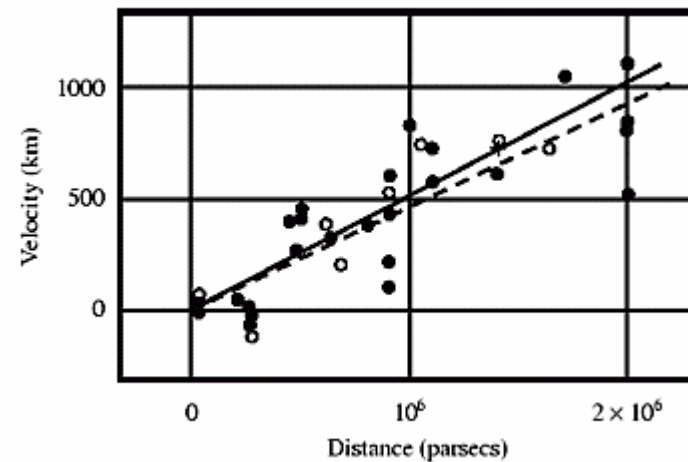
Mythologie :



Cosmologie moderne :
Einstein, Relativité générale:
(1915)

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu}$$

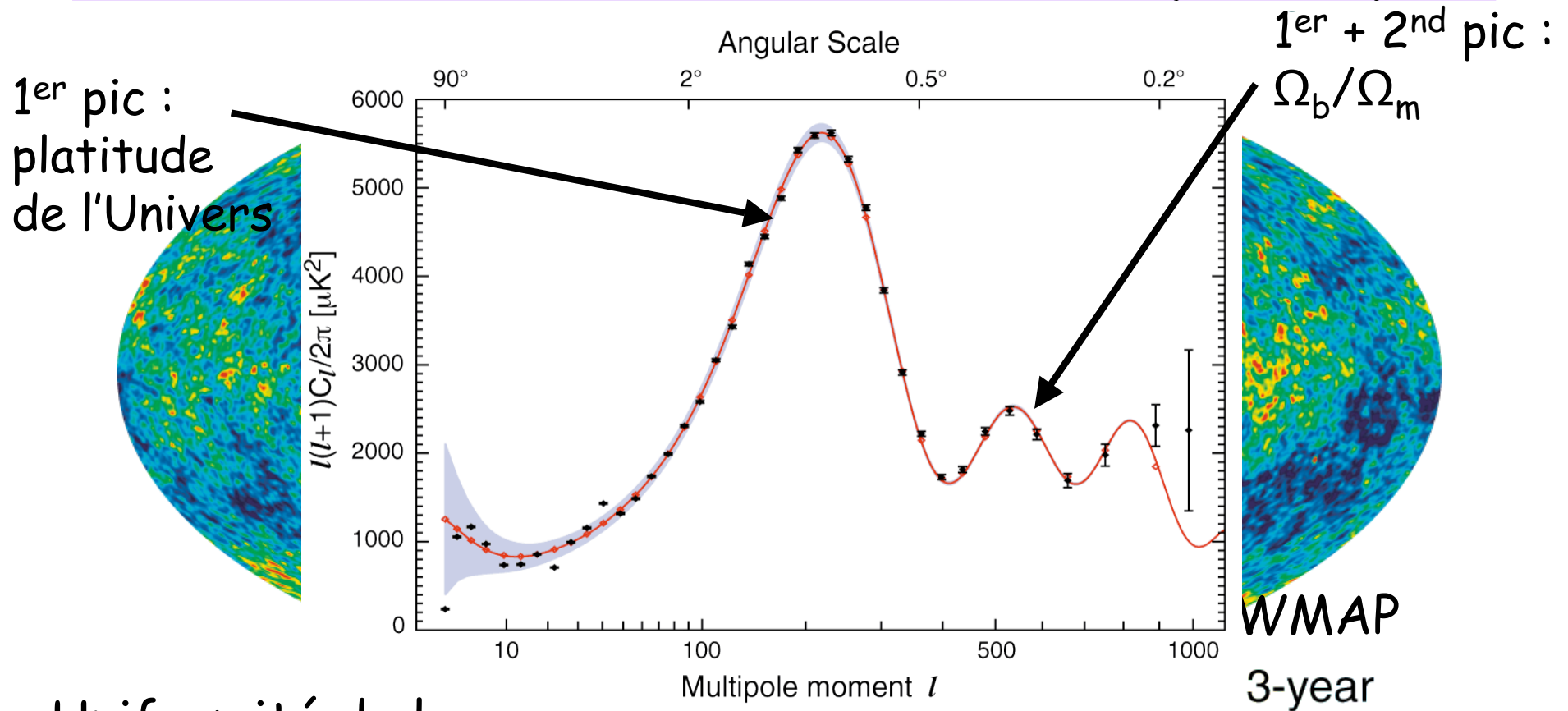
Hubble, Univers en expansion :
(1930)



Plan

- Les sondes :
 - Le rayonnement fossile (CMB)
 - Les oscillations acoustiques baryoniques (BAO)
 - Les supernovae de type Ia (SN)
- Résumé de cosmologie
- Des résultats de combinaison
- Le biais de reconstruction : deux problématiques, une solution

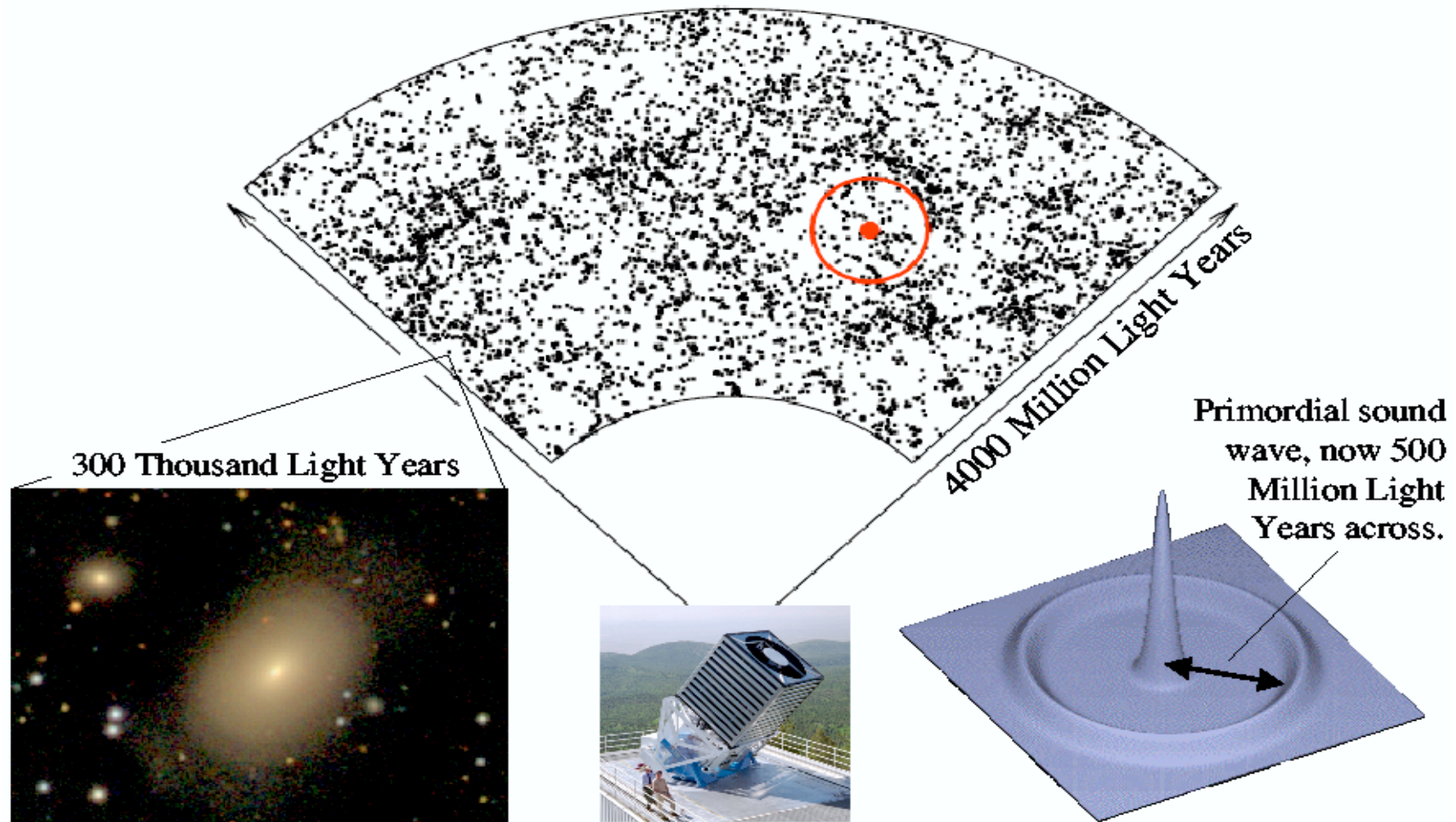
Rayonnement fossile / Fond diffus micro-onde (CMB)



Uniformité de la
température : 2.7 K

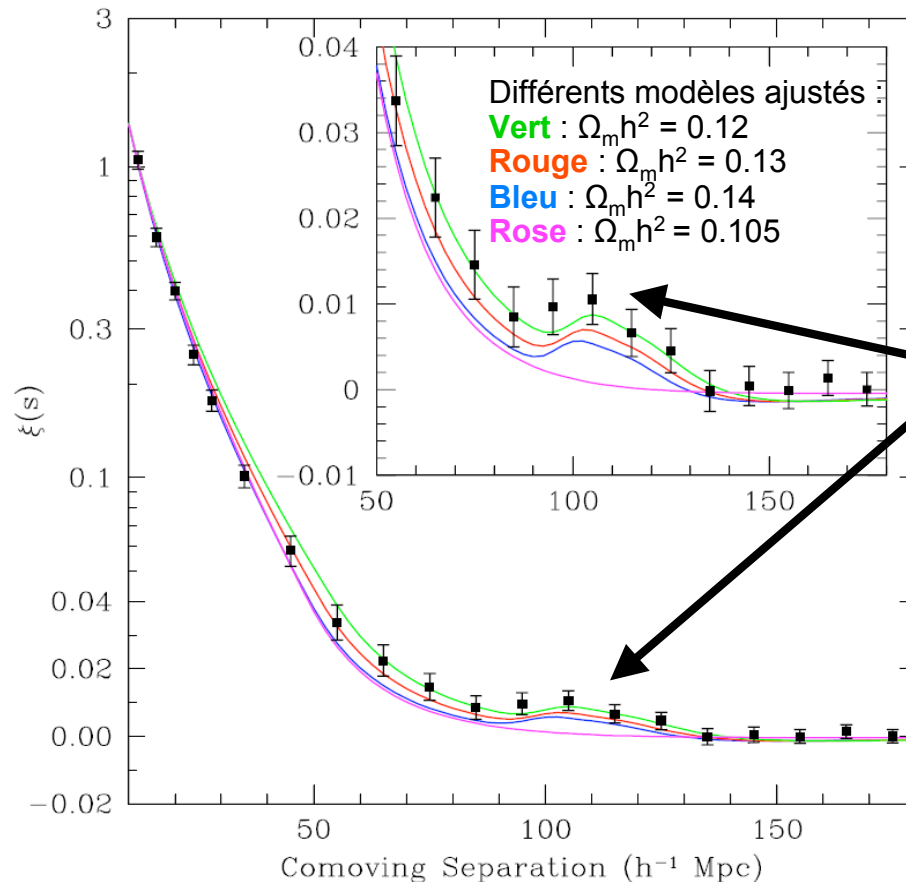
Anisotropies $\sim 10^{-5}$

Oscillations acoustiques baryoniques (BAO)



SDSS

Oscillations acoustiques baryoniques (BAO)



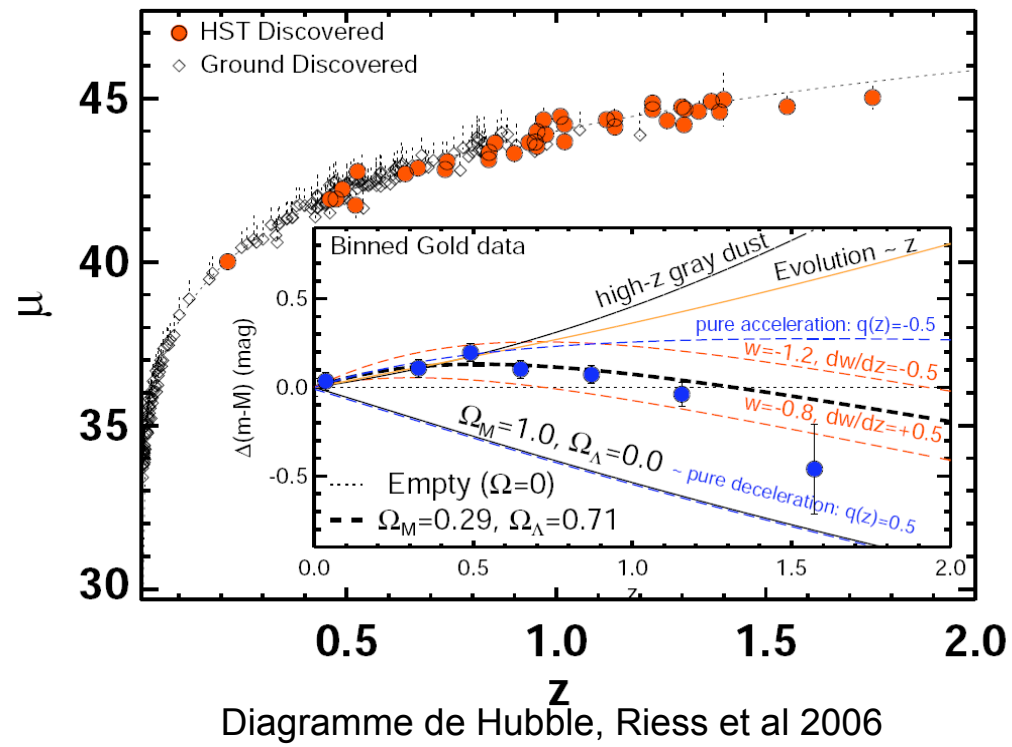
Pic à $100 h^{-1}$
Mpc révéant
l'empreinte des
oscillations
baryoniques
primordiales
dans les
galaxies

SDSS : Eisenstein et al 2005

Supernovae de type Ia (SN)



$$\mu(z) = M_{S0} + \dots$$

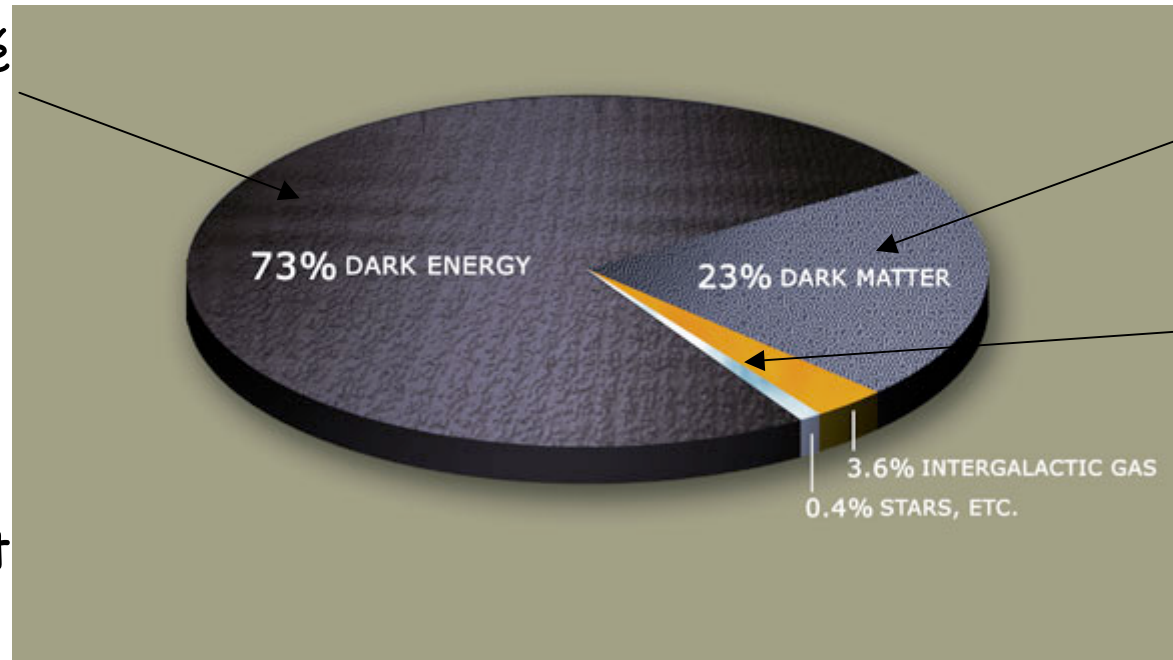


z : redshift = décalage spectral

Le modèle de concordance

Ω_x : densité
d'énergie
noire

$\Omega_R \approx 0$:
rayonnement



Ω_c :
densité de
matière
noire

Ω_b : densité
de matière
baryonique

Ω_M : densité de matière ($\Omega_b + \Omega_c$)

Quelques définitions

Ω_K : courbure de l'Univers

Equation de Friedmann :

$$\Omega_M + \Omega_X = 1 - \Omega_K = \Omega_T$$

si $\Omega_K > 0 \Leftrightarrow$ Univers ouvert $\Leftrightarrow \Omega_T < 1$

si $\Omega_K = 0 \Leftrightarrow$ Univers plat $\Leftrightarrow \Omega_T = 1$

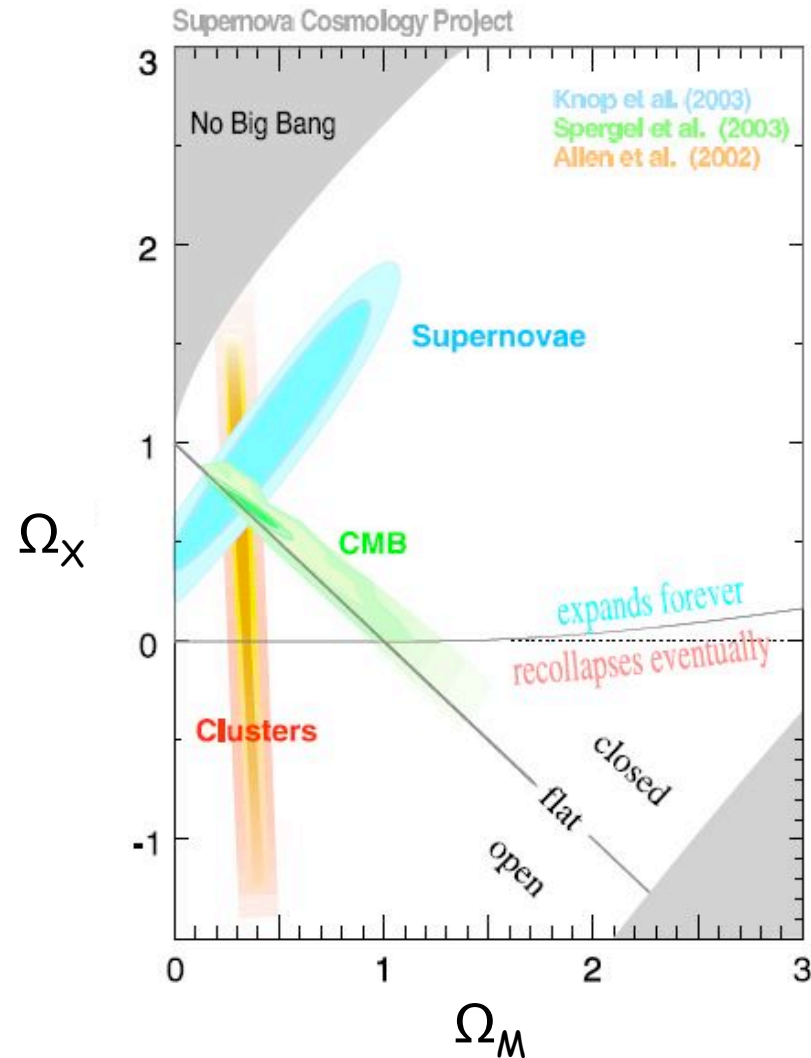
si $\Omega_K < 0 \Leftrightarrow$ Univers fermé $\Leftrightarrow \Omega_T > 1$

Paramétrisation de l'équation d'état de

l'énergie noire :

$$w(z) = \frac{P}{\rho} = w_0 + w_a \frac{z}{1+z}$$

Pourquoi une approche multisonde ?



Combinaison

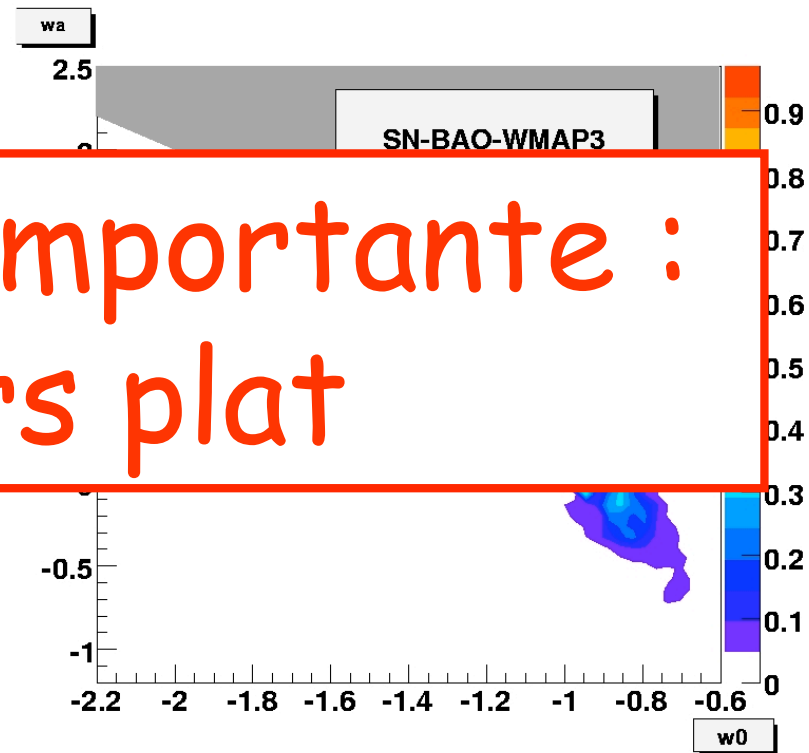
- Analyse statistique par une approche fréquentiste
- Outils :
 - Pour le CMB : CMBEASY (Mickael Doran)
 - Pour les BAO : Baofit (Lei Sun)
 - Pour les SN : Kosmoshow (André Tilquin)

Résultat de combinaison

- BAO (SDSS,

Hypothèse importante :
Univers plat

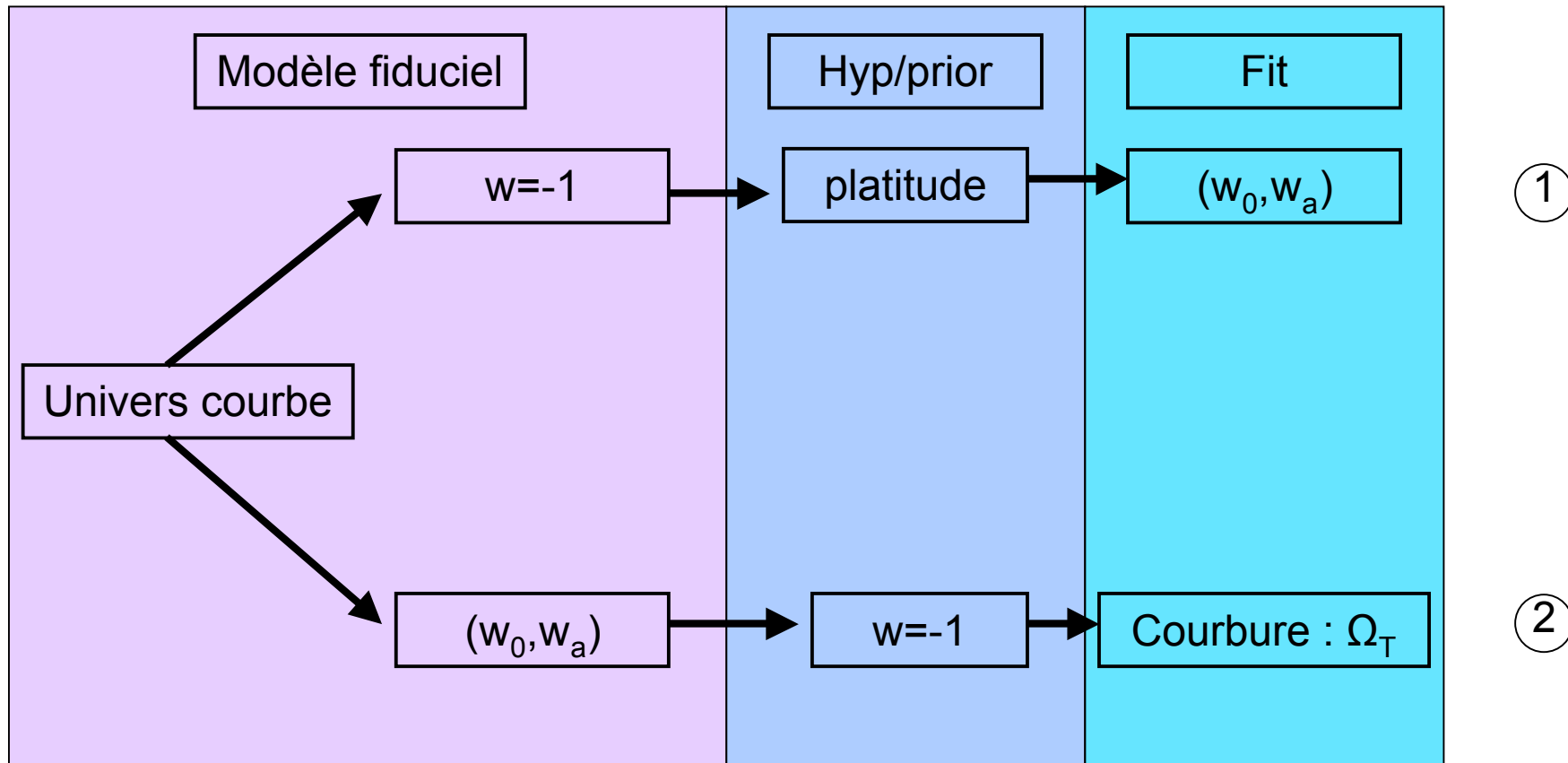
BAO + SN



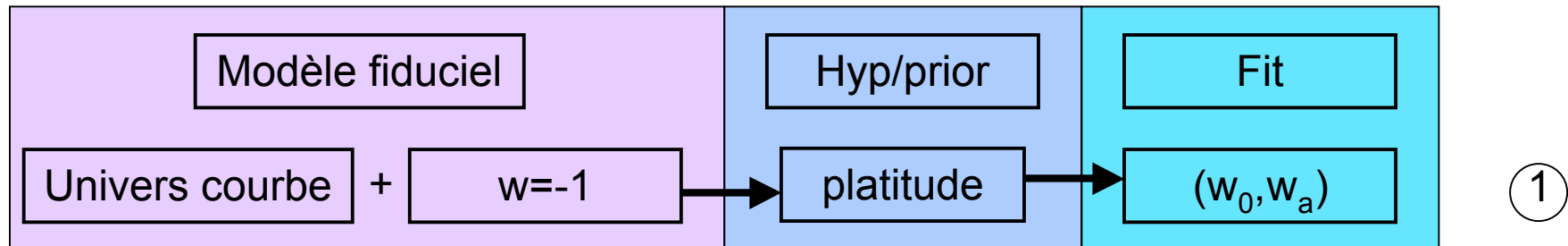
Biais de reconstruction

- Pour connaître la nature de l'énergie noire on suppose un Univers plat. (SNLS, WMAP)
- Pour estimer la courbure de l'Univers on ajuste un modèle Λ CDM. (WMAP, SNLS)
- Dans ces deux cas il existe un biais de reconstruction. → quantifier ce biais

Relation courbure/équation d'état de l'énergie noire : 2 problèmes



Pb1 : reconstruction de $w(z)$ avec l'hypothèse de platitude



- Test du χ^2 : Convergence :

$$\chi^2 < 2N_{\text{dof}}$$

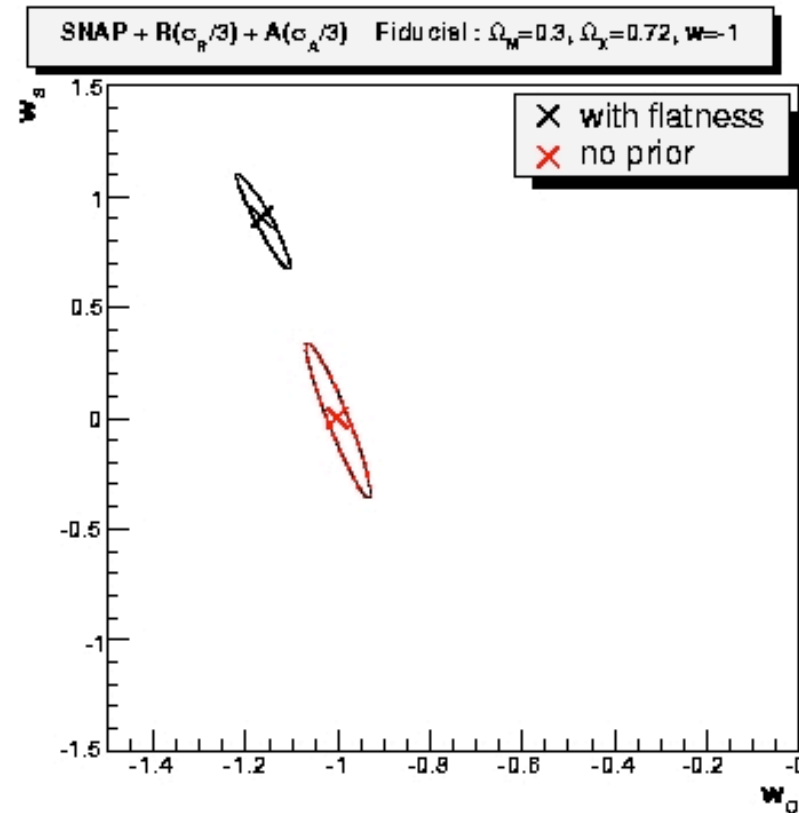
$$\Leftrightarrow 0.97 < \Omega_{\text{T}}^{\text{F}} < 1.07$$

- Biais : $|w_0 - (-1)| > \sigma(w_0)$

$$|w_a - 0| > \sigma(w_a)$$

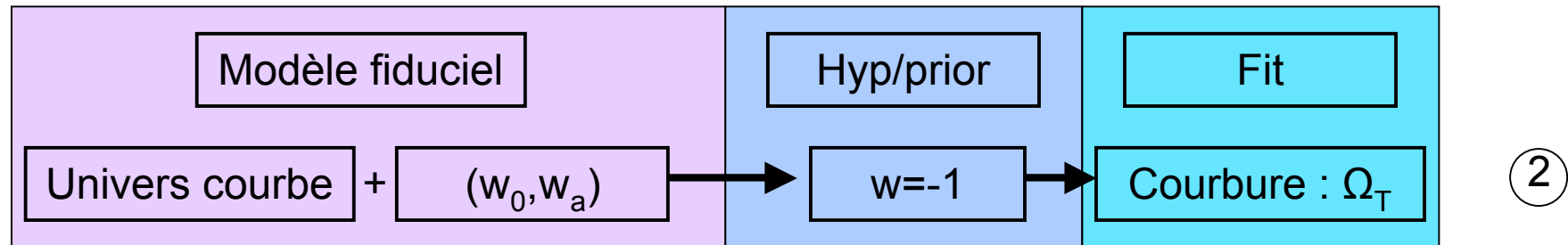
Illustration par les contours

Simulation
d'un univers
fermé avec
une énergie
noire de type
constante
cosmologique



confusion d'un
modèle courbe Λ
avec un Univers plat
d'énergie noire
dynamique

Pb2 : Confusion avec un Univers plat



- Test du chi2, Convergence :

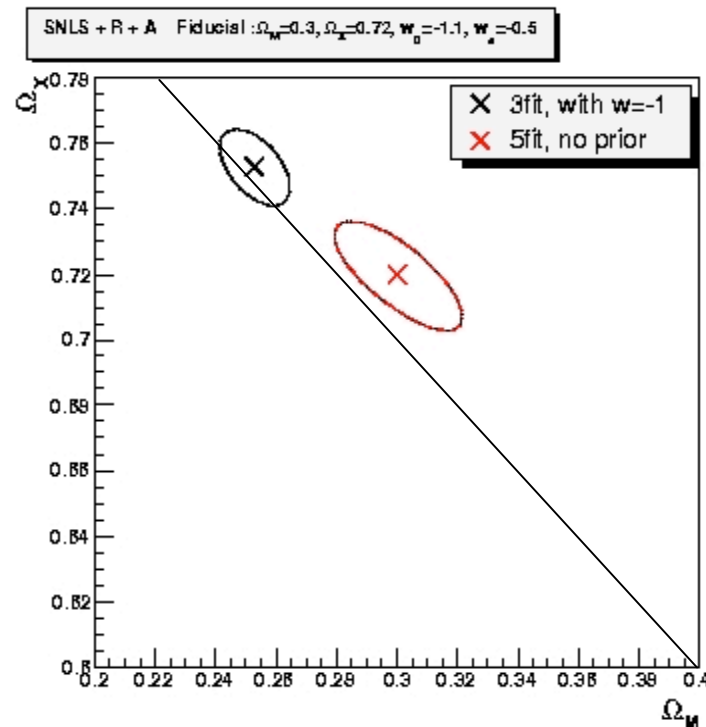
$$\chi^2 < 2N_{\text{dof}}$$

- Confusion: $|\Omega_T - 1| < \sigma(\Omega_T)$

$$\text{avec } |\Omega_T^F - 1| > \sigma(\Omega_T)$$

Illustration par les contours

Simulation
d'un univers
fermé avec
une énergie
noire
dynamique



Confusion d'un modèle
fermé d'énergie noire
dynamique avec un
modèle plat Λ .

Conclusion et perspectives : Combinaison

- **Conclusions :**
 - La combinaison permet plus de précision sur l'estimation des paramètres cosmologiques.
 - L'approche fréquentiste permet d'éviter au maximum des hypothèses fortes sur la cosmologie.
- **Perspectives :**
 - Amélioration de l'outil numérique (Ω_k , $w(z)$, inclure d'autres sondes...)

Conclusion et perspectives : Biais

- Conclusions :
 - Confusion d'un univers courbe avec constante cosmologique avec un univers plat d'énergie noire dynamique.
 - Confusion d'un univers courbe avec constante cosmologique avec un univers plat d'énergie noire dynamique.
 - **Bien que** la combinaison des 3 sondes permette d'identifier une partie des modèles dont la reconstruction est mauvaise (test du χ^2).
- Solutions :
 - Supprimer les hypothèses de fit.
- Perspectives :
 - Article en cours d'écriture.

A deep space photograph of a star field, likely a galaxy cluster or a rich field of stars. The stars are of various colors, including white, yellow, orange, red, and blue. The background is a dark, almost black, space. The word "MERCI..." is written in a white, sans-serif font in the center of the image.

MERCI...