

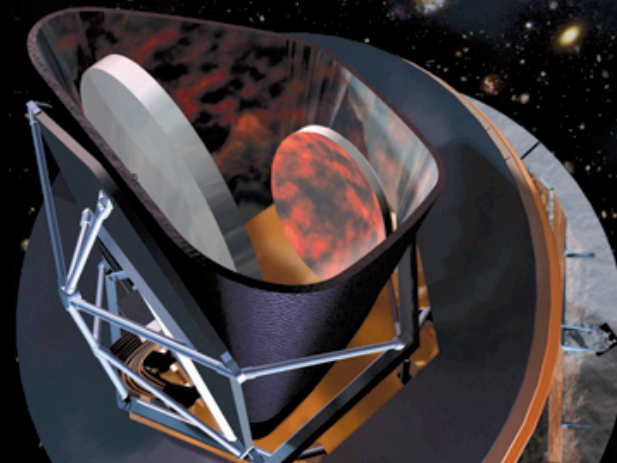


**PLANCK**

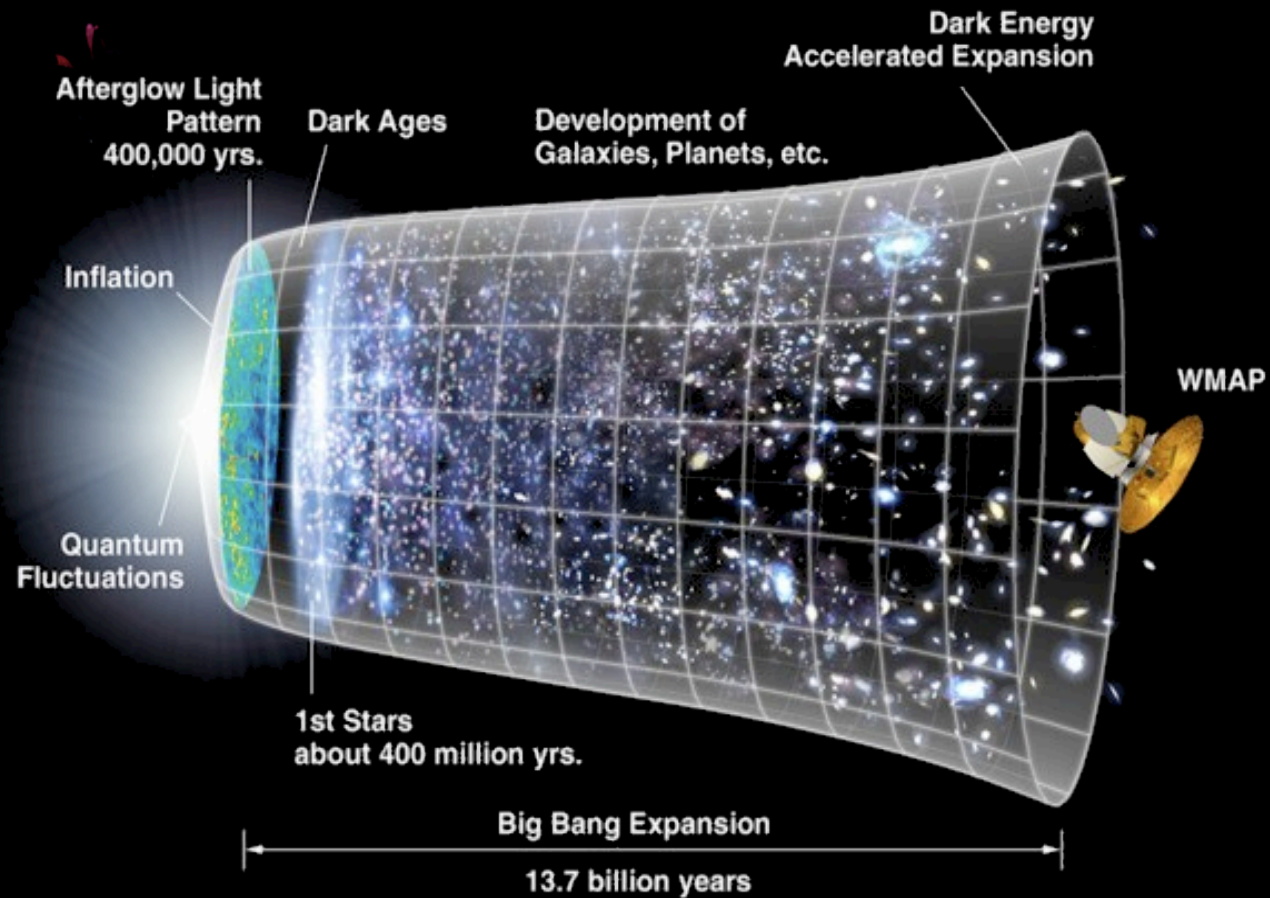
Looking back to the dawn of time  
Un regard vers l'aube du temps

# LE SATELLITE PLANCK ET L'UNIVERS PRIMORDIAL

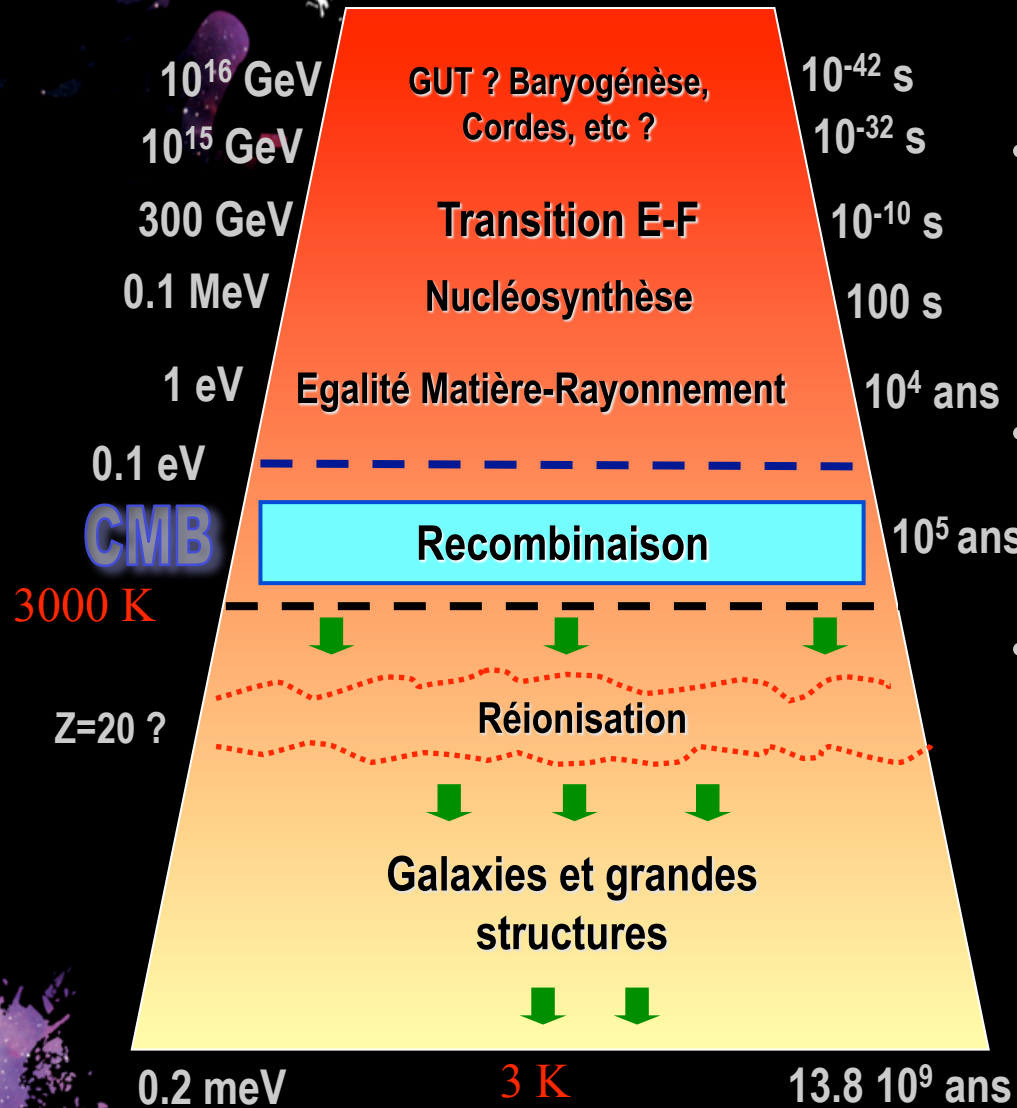
N. Ponthieu  
IAS, Orsay



# Le Modèle Standard du Big Bang



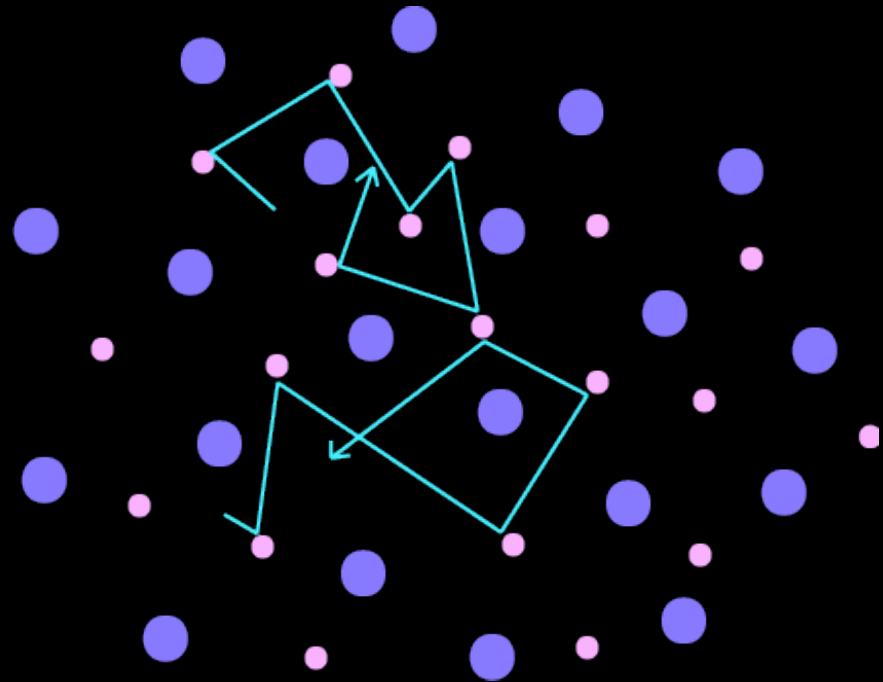
# Le Modèle Standard du Big Bang



- L'Univers se dilate et se refroidit à partir d'un état très dense et très chaud
- Les premières secondes voient naître les particules subatomiques
- L'Univers reste sous forme de plasma pendant ~ 400 000 ans

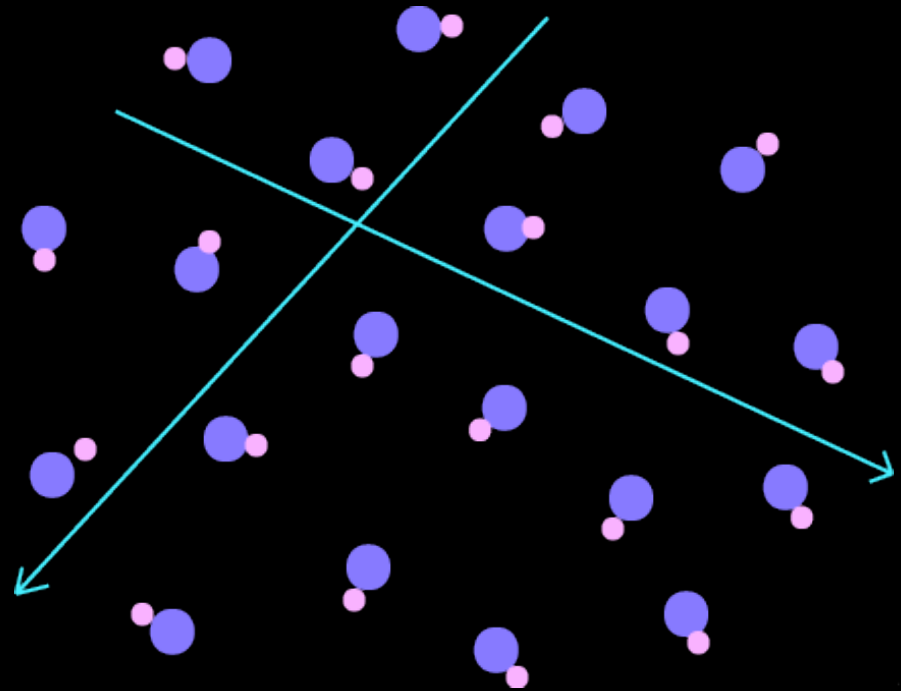
# Le Fond Diffus Cosmologique (CMB)

- Avant  $t \sim 400\,000$  ans ( $t_0 \sim 14 \cdot 10^9$ )
  - Electrons et protons libres
  - Energie moyenne des photons  $\gg 13.6$  eV
  - Interaction photons/ $e^-$  libres
  - Libre parcours moyen faible

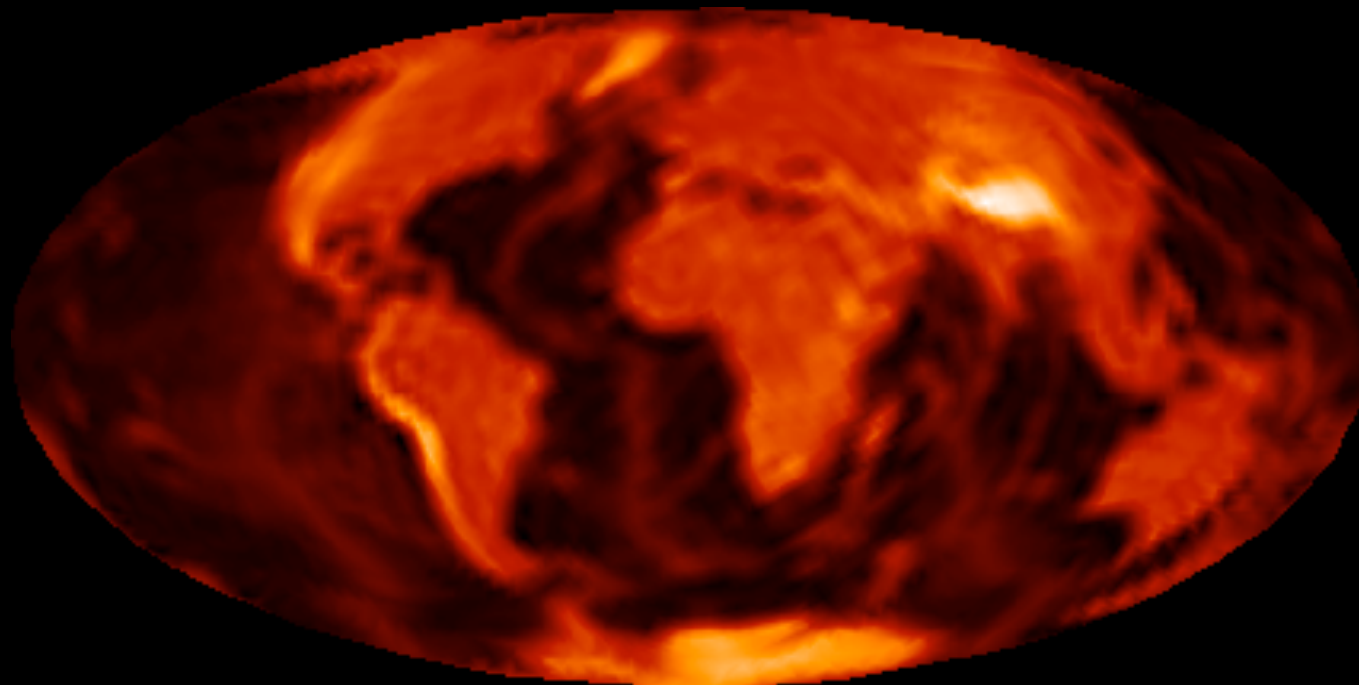


# Le Fond Diffus Cosmologique (CMB)

- A  $t \sim 400\,000$  ans ( $t_0 \sim 14 \cdot 10^9$ )
  - Electrons et protons forment les atomes d'H
  - Disparition des électrons libres disponibles
  - Libre parcours moyen grand
  - **L'Univers est transparent**
  - On observe aujourd'hui ces photons qui n'ont (quasiment) pas interagi depuis le découplage
  - Première lumière de l'Univers...

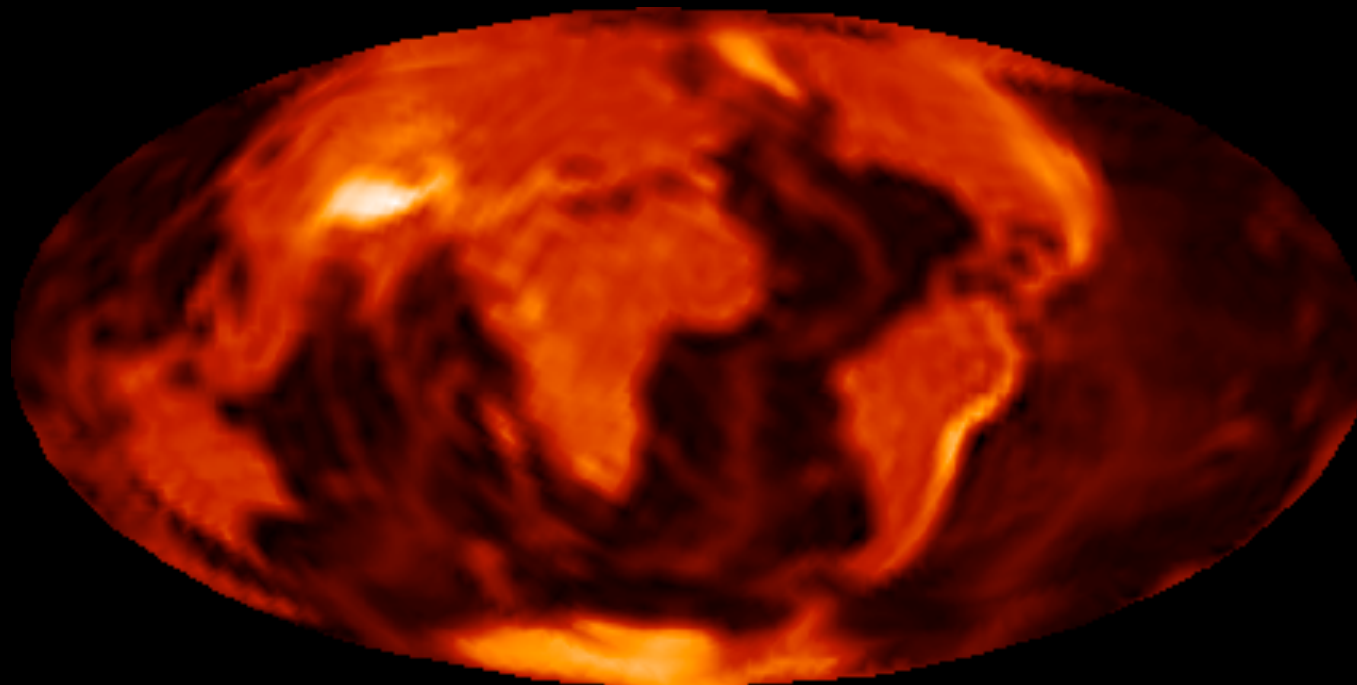


# Cartographie Terrestre



W. Hu

# Cartographie Terrestre



W. Hu

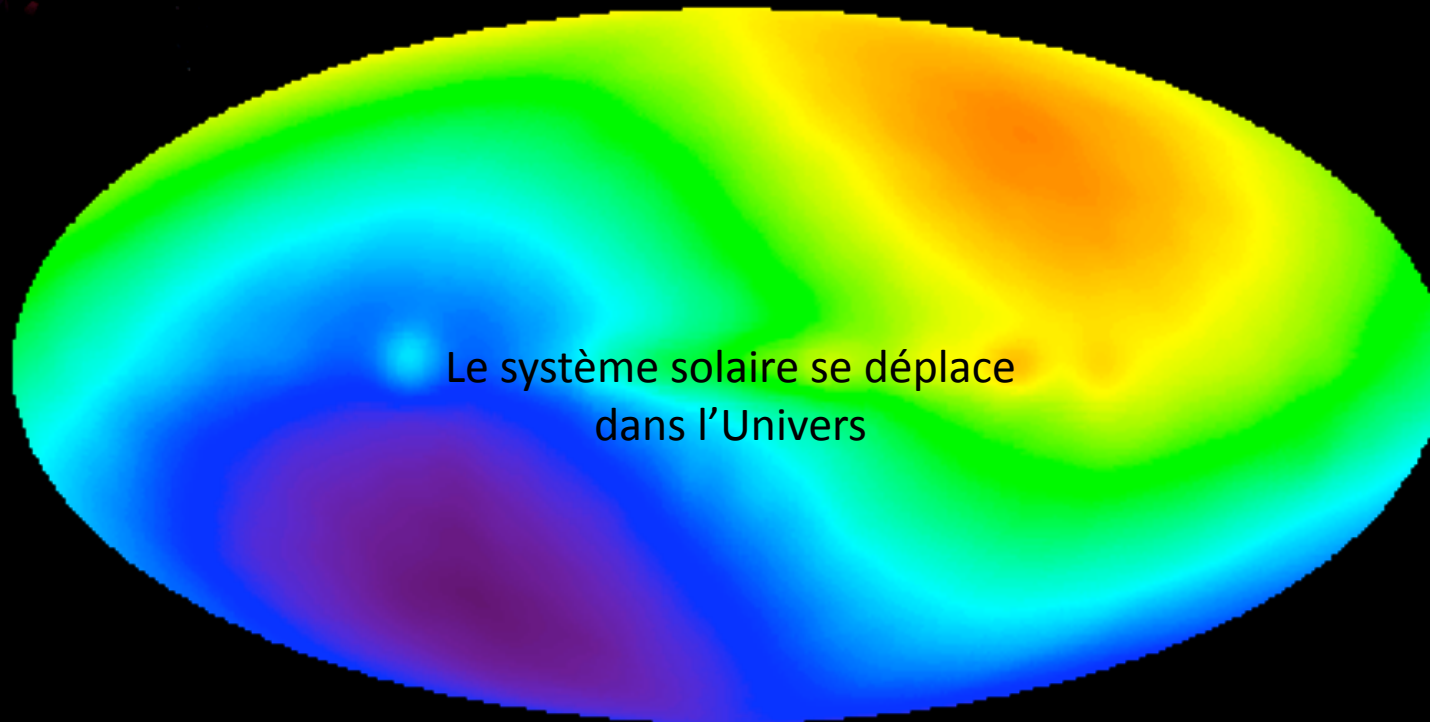
# Cartographie du CMB

Univers isotrope à grande échelle

T = 2.725 K  
COBE 92



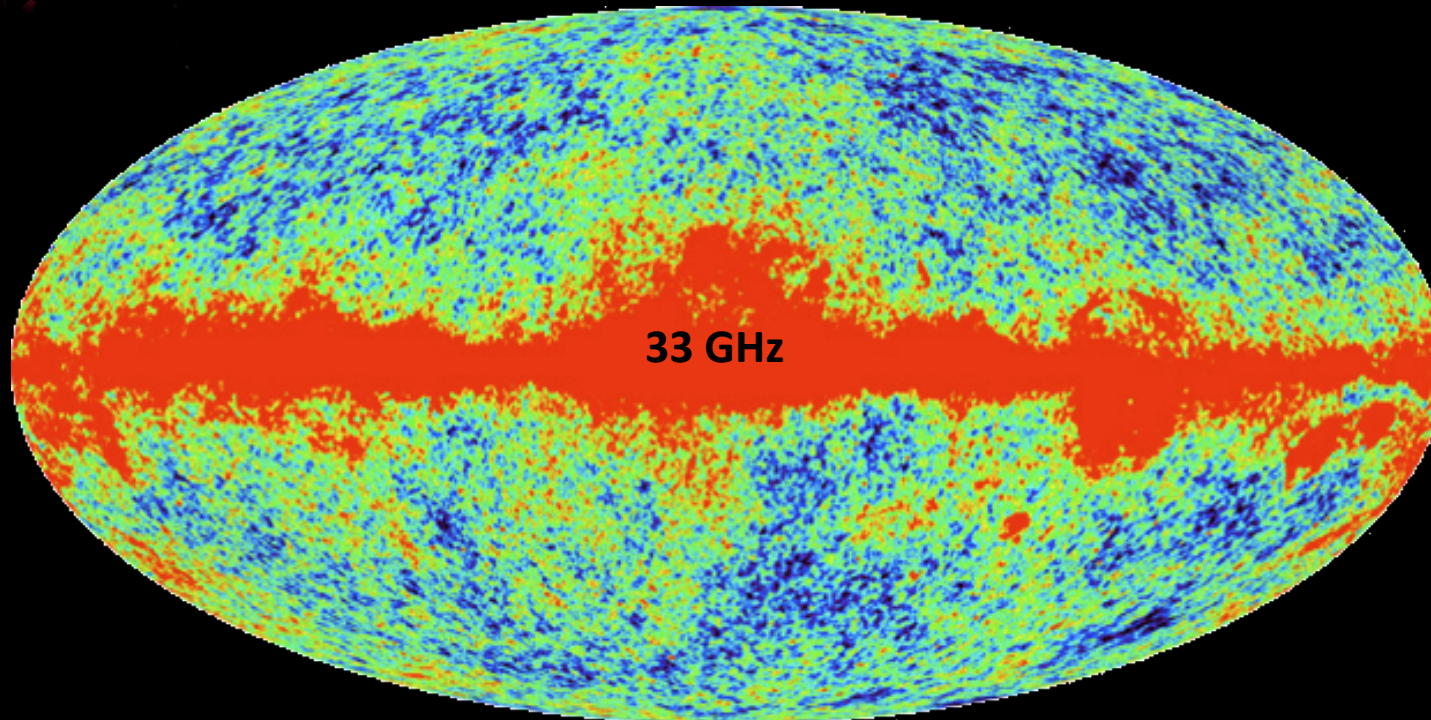
# Cartographie du CMB



Le système solaire se déplace  
dans l'Univers

$\Delta T = 3.35 \text{ mK}$   
COBE 92

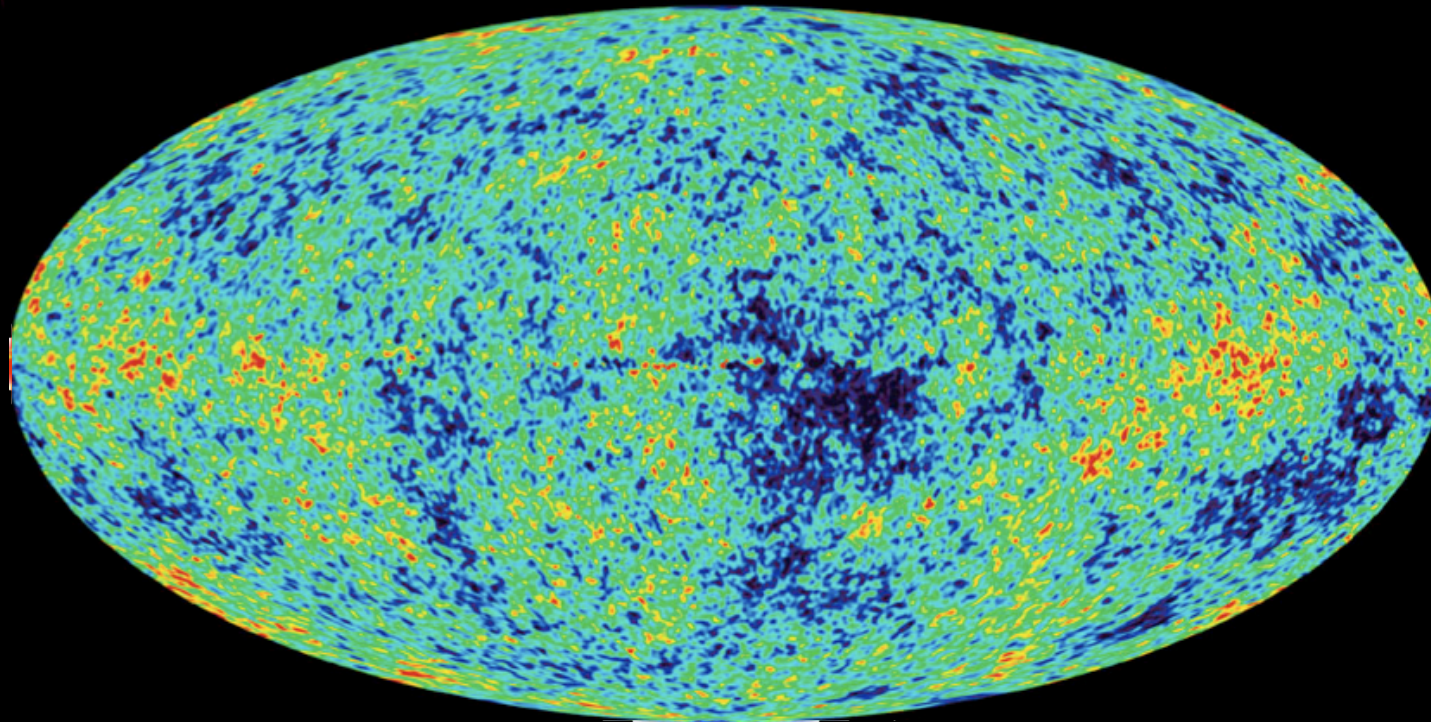
# Cartographie du CMB



33 GHz

$\Delta T = 500 \mu\text{K}$   
WMAP 2008

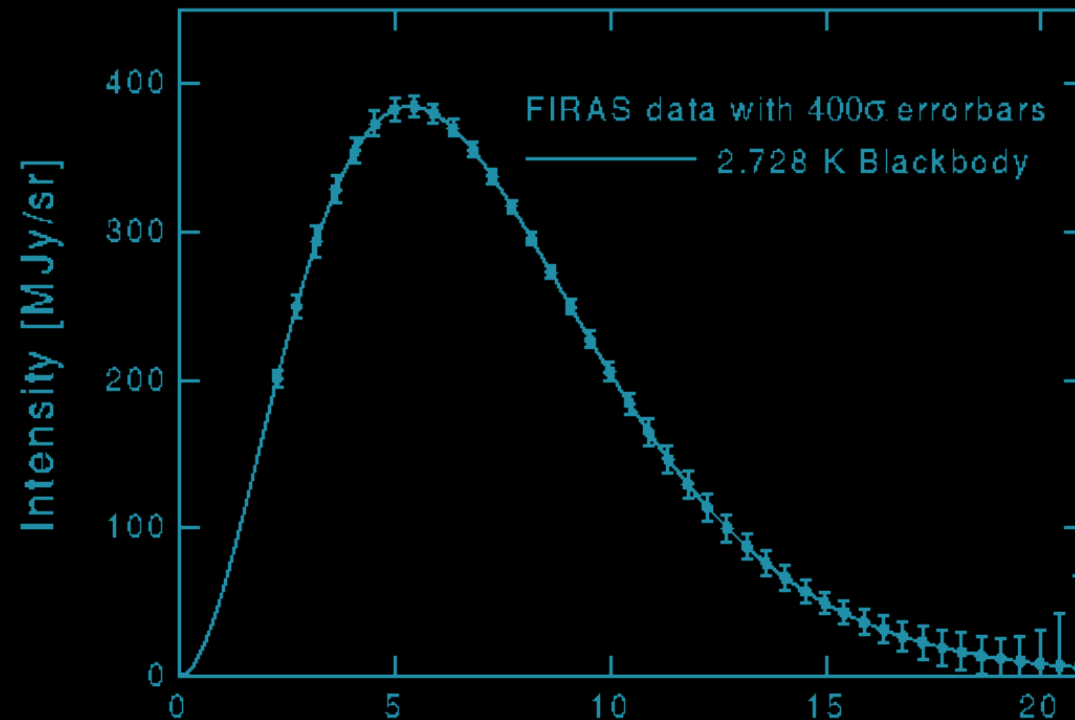
# Cartographie du CMB



$\Delta T = 500 \mu\text{K}$   
WMAP 2008

# Un pilier du Big-Bang

- Le CMB a été *prédit* par Alpher, Gamow et Herman en 1948 avant d'être observé par Penzias et Wilson en 1965
- Son spectre de corps noir n'est pas reproductible par un modèle statique



# Limites du Big Bang Standard

- Le modèle standard du Big Bang fait face à plusieurs questions

- L'horizon :

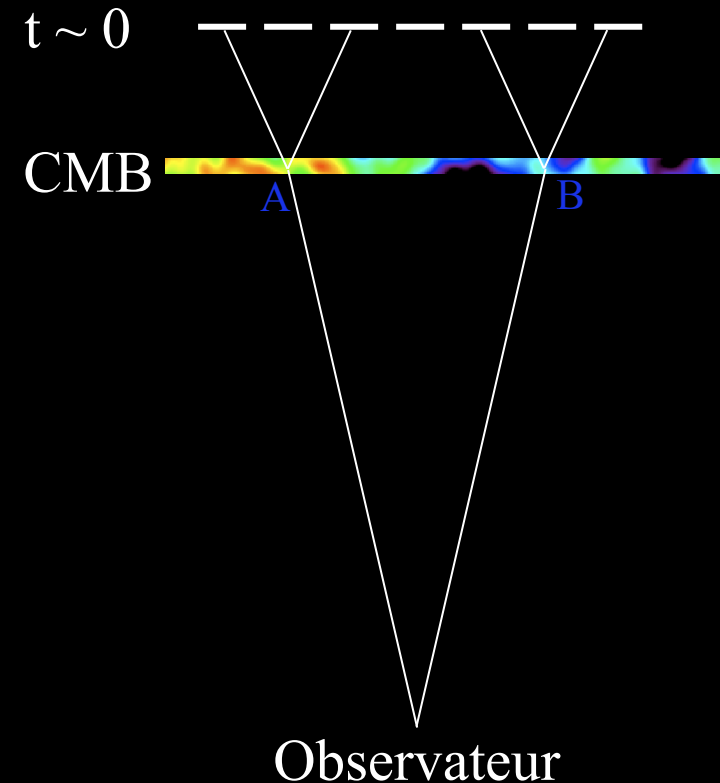
$$|T_A - T_B|/T \sim 10^{-4}$$

- La générations des perturbations

- L'absence de monopoles magnétiques

- La densité totale :

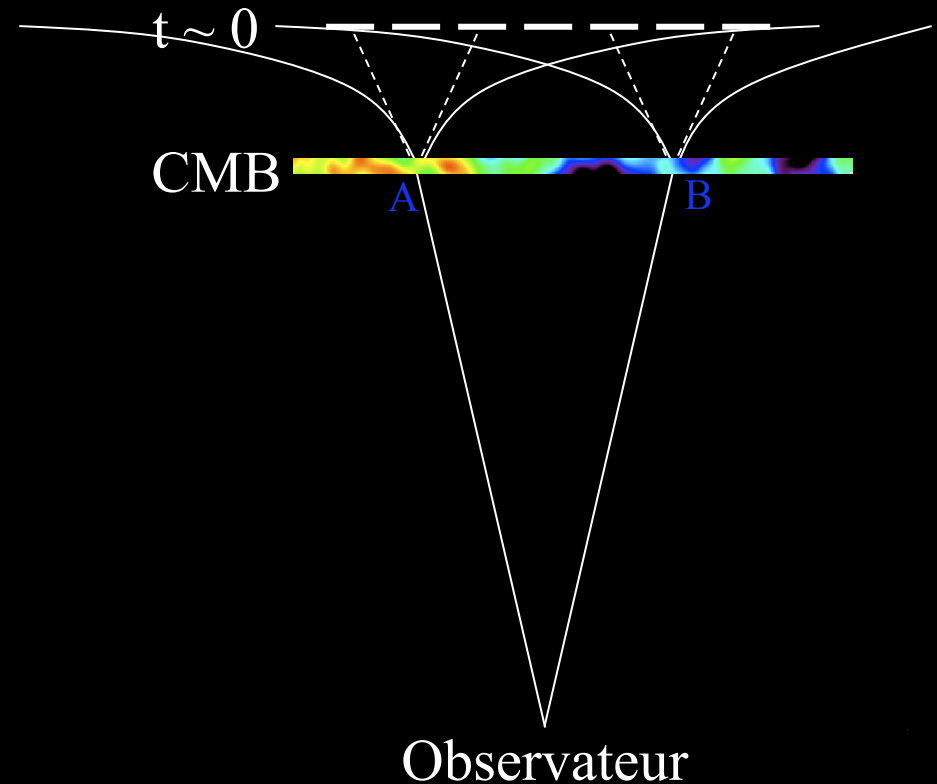
$$|\Omega_{tot} - 1|_{t_{Planck}} < 10^{-60}$$



# L'INFLATION: période d'expansion accélérée dans l'Univers primordial

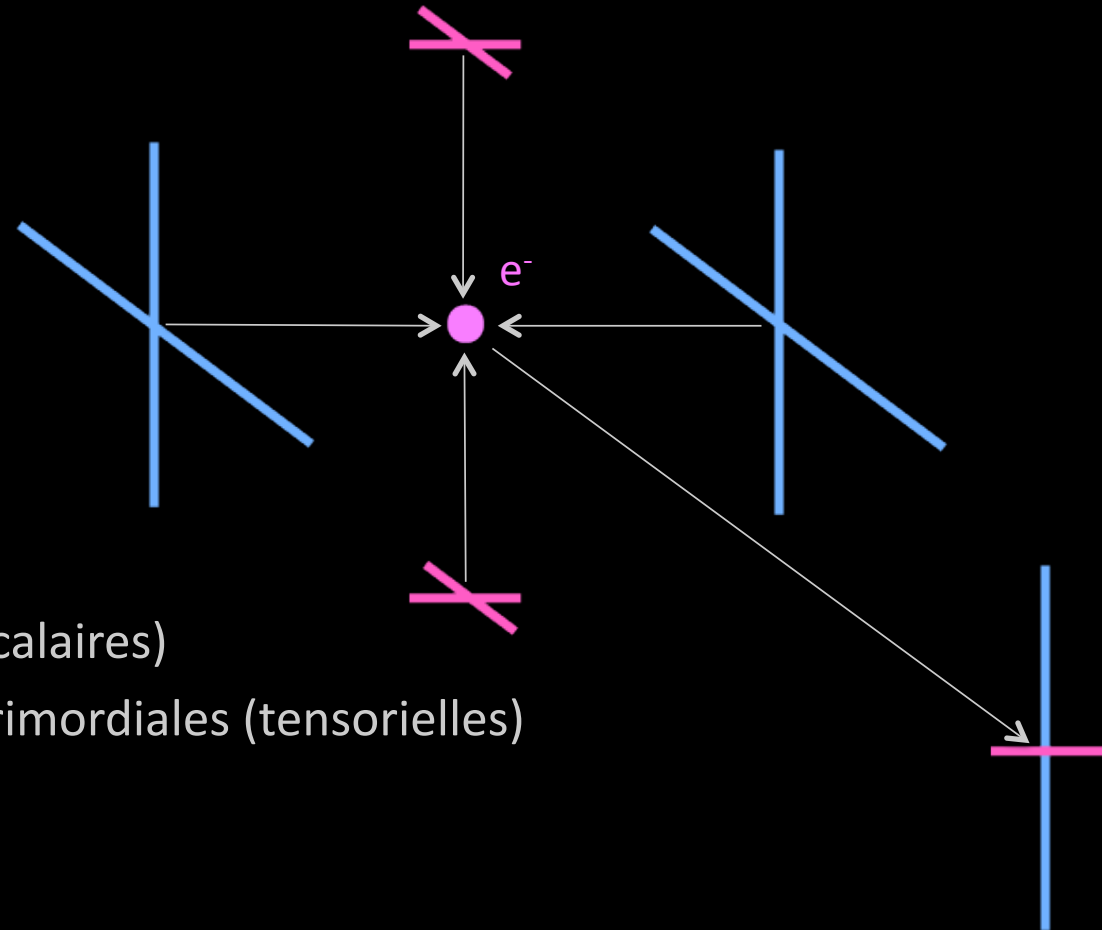
*Starobinsky, Guth, Linde, 1980's*

- L'horizon diverge
- Les perturbations quantiques deviennent macroscopiques
- Les monopoles magnétiques et autres reliques sont dilués exponentiellement
- La densité totale tend vers 1

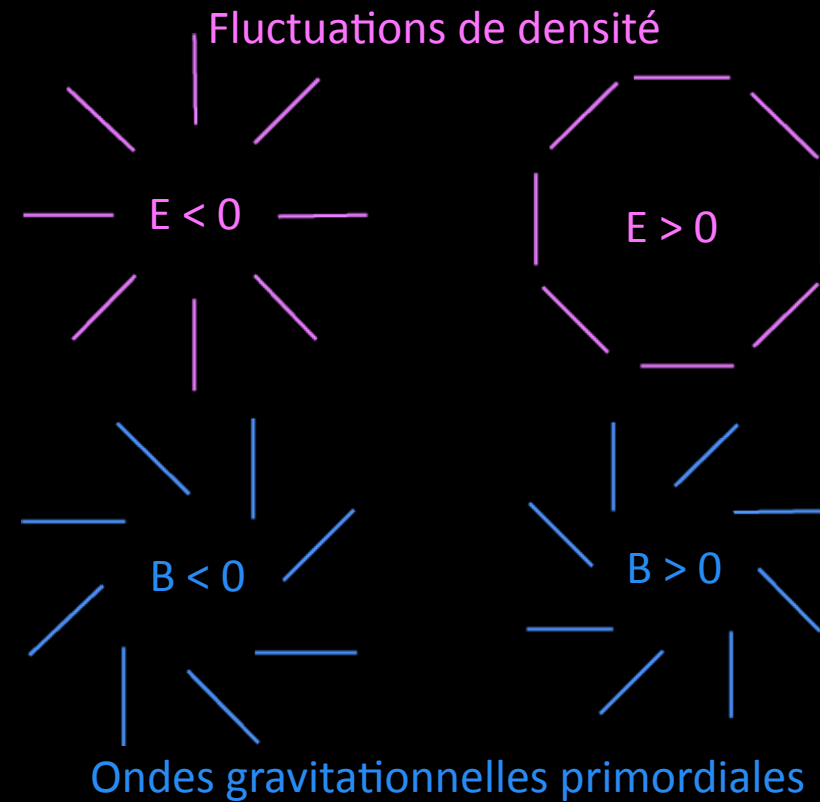
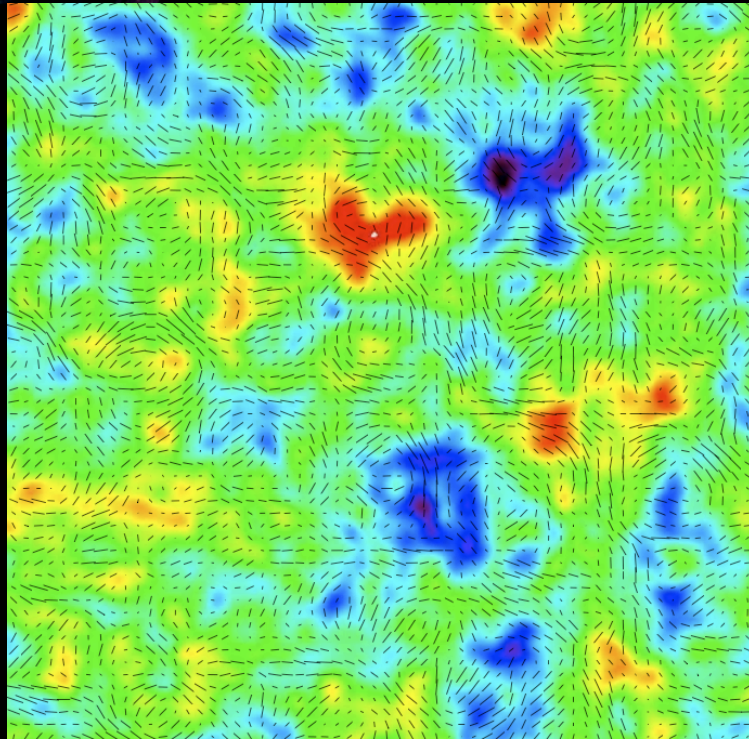


# La polarisation du CMB

- Diffusion Thomson
- Quadrupoles
  - Fluctuations de densité (scalaires)
  - Ondes gravitationnelles primordiales (tensorielles)



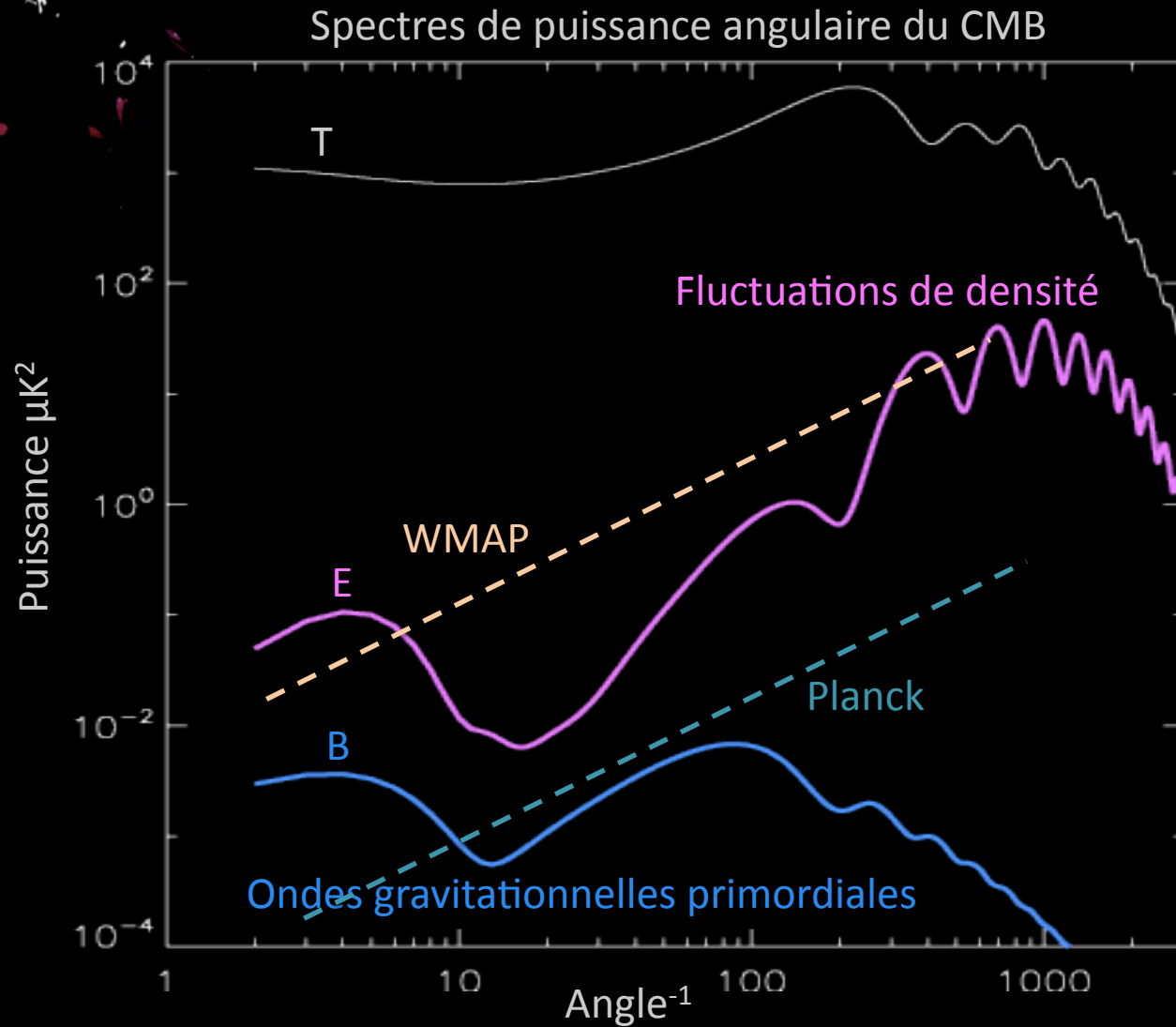
# La polarisation du CMB



*Seules les ondes gravitationnelles produisent des modes B*

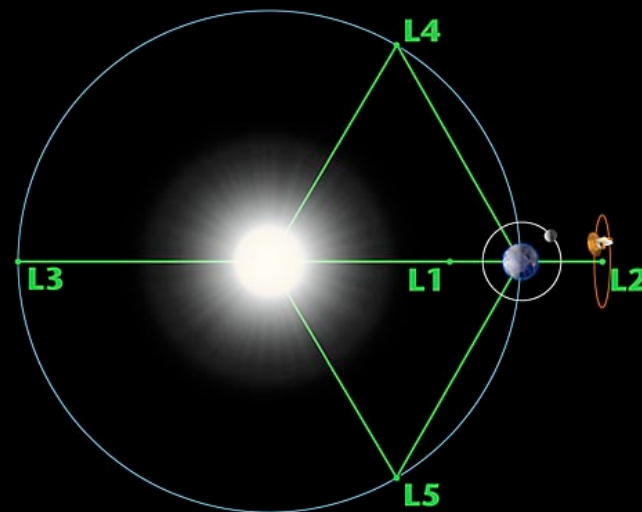


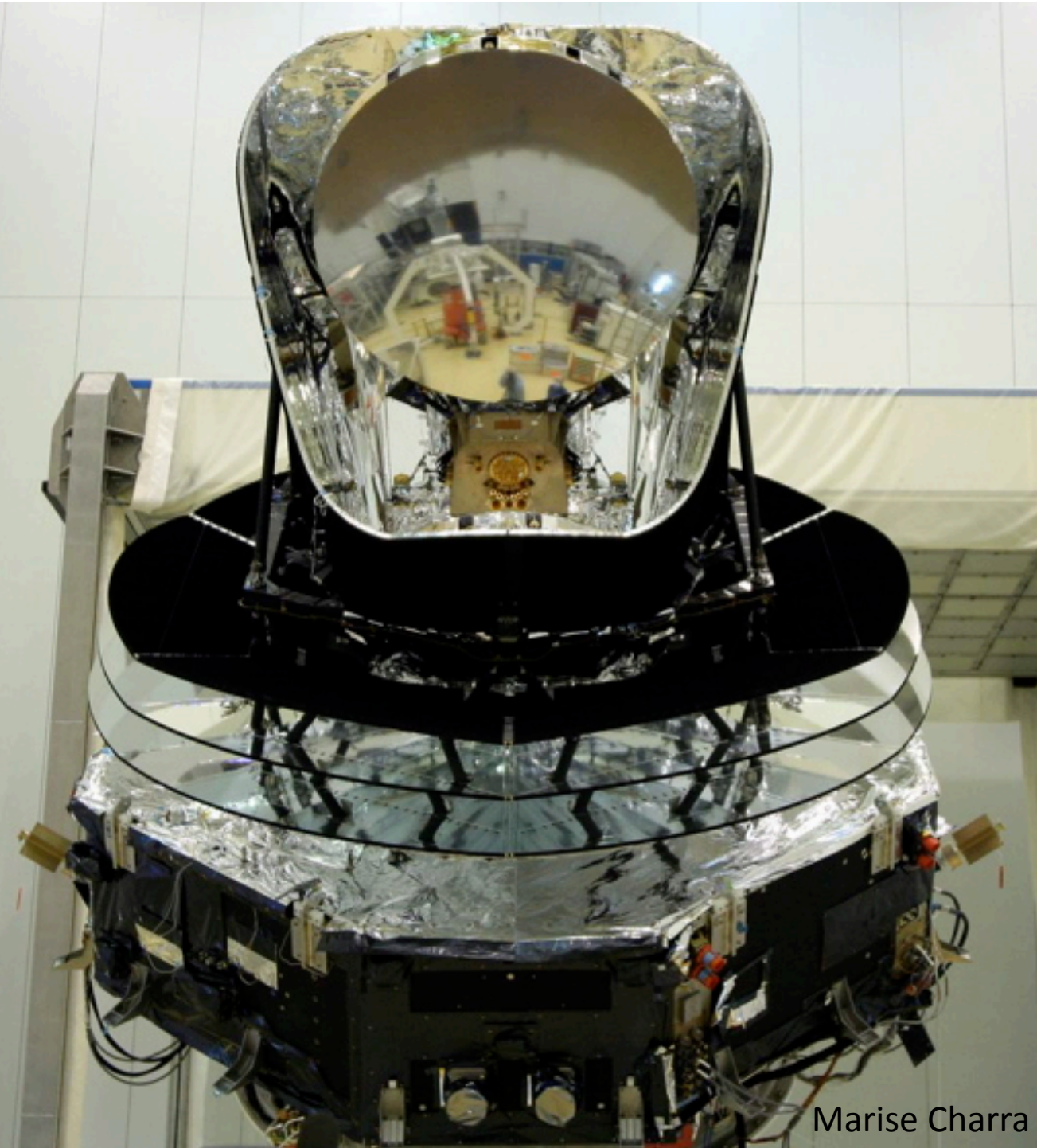
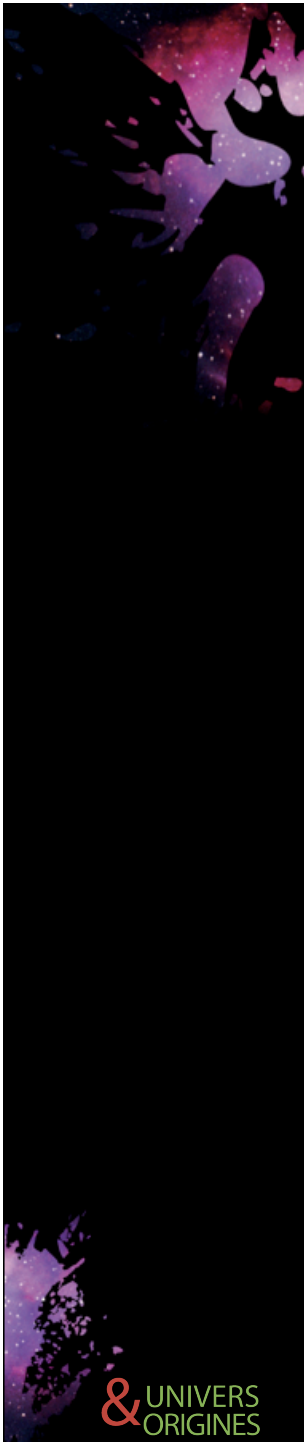
# La polarisation du CMB



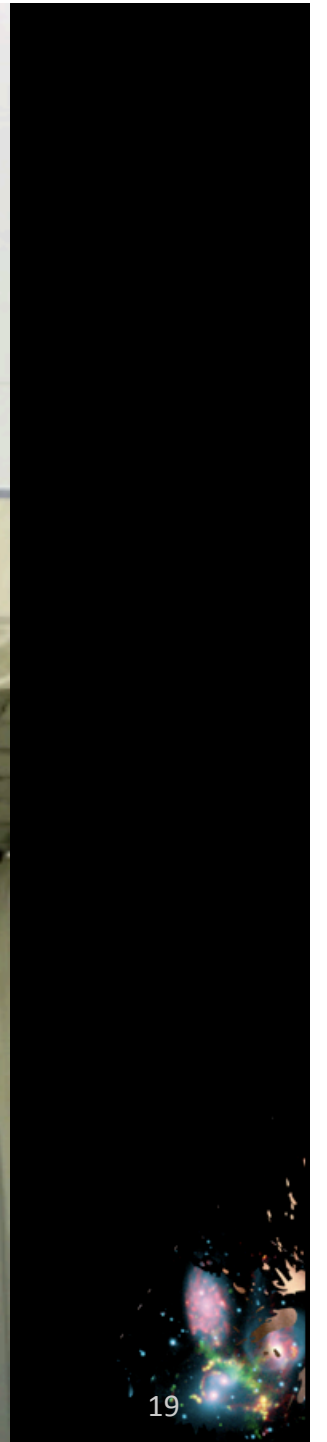
# Planck

- Satellite ESA/Planck
- 2 instruments
  - LFI
    - 30, 40, 70 GHz
    - R. Mandolesi (Bologne)
  - HFI
    - 100, 143, 217, 353, 545, 857 GHz
    - J.L. Puget (Orsay)
- Lancement vers L2 prévu le 29-04-2009 !
- 2 ans d'observation (4 surveys complets)
- Premiers résultats 2012

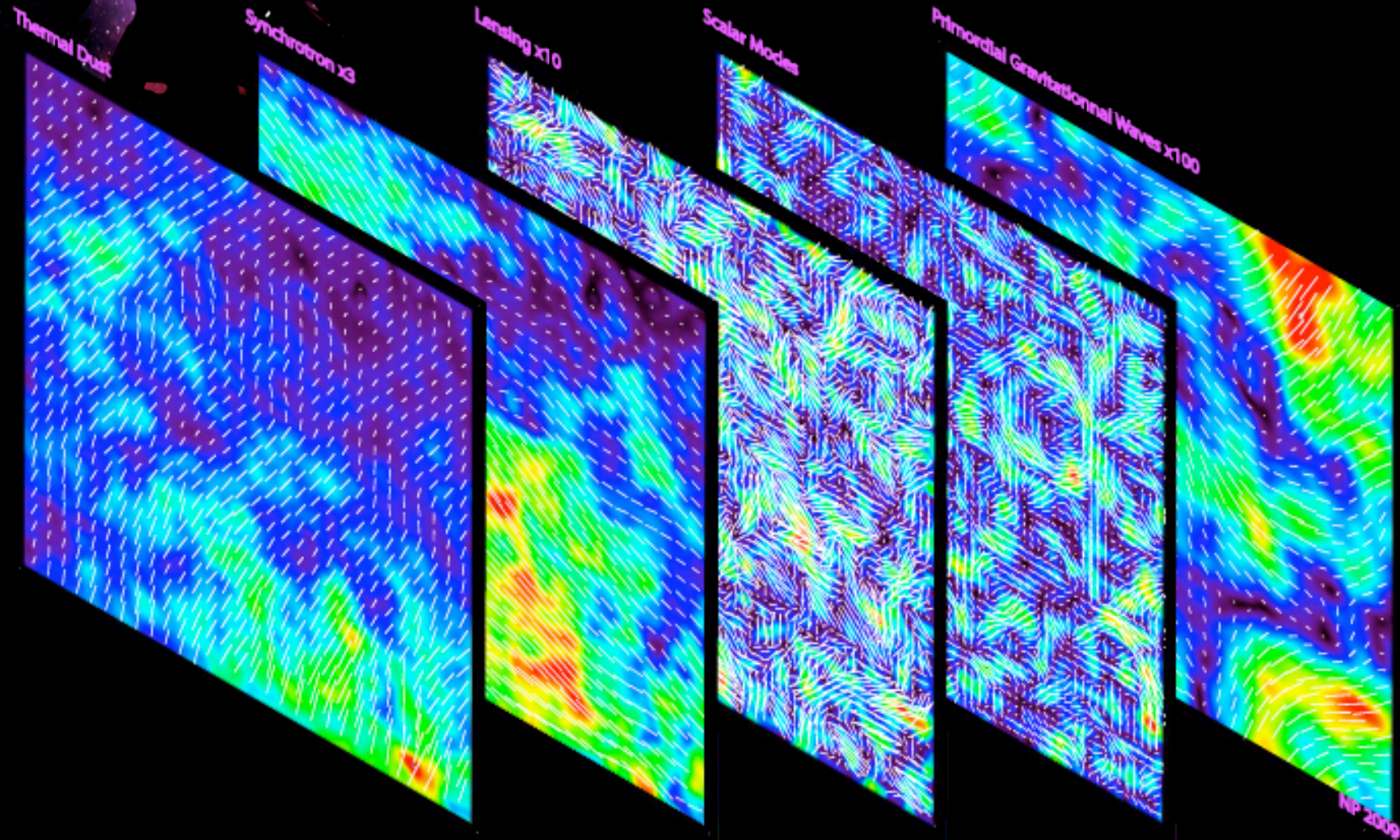




Marise Charra



# Les avant-plans



# Détection des modes B?

PLANCK

Plus

Moins

Sensibilité de Planck suffisante si  
 $E_{\text{infl}} \sim 10^{16}$  GeV

La classe “naturelle” des modèles  
d’Inflation :  $E_{\text{infl}} \sim \text{GUT}$

Couverture de tout le ciel

Grande couverture fréquentielle

Amplitude des modes B  
proportionnelle à  $E_{\text{infl}}^4$

Avant-plans polarisés et encore mal  
contraints

- La détection n’est pas improbable...
- D’autres manip complémentaires en route... (BICEP, EBEX, Spider...)
- Même de nouvelles upper limits seraient précieuses