



McGill
UNIVERSITY

Une sombre histoire de l'Univers

Adélie Gorce

Image prise par le
télescope James Webb



Image prise par le
téléscope James Webb



Image prise par le
téléscope James Webb

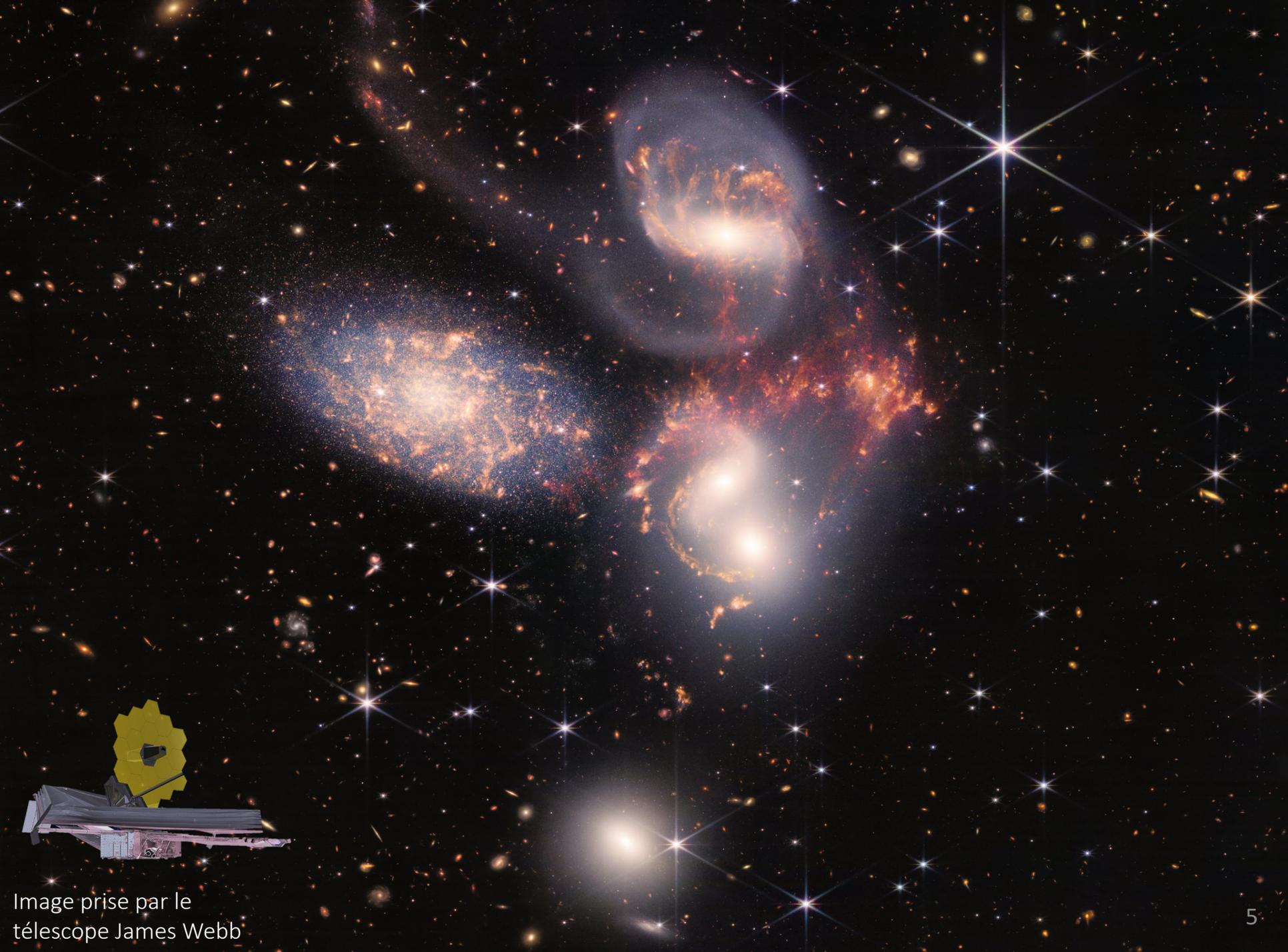
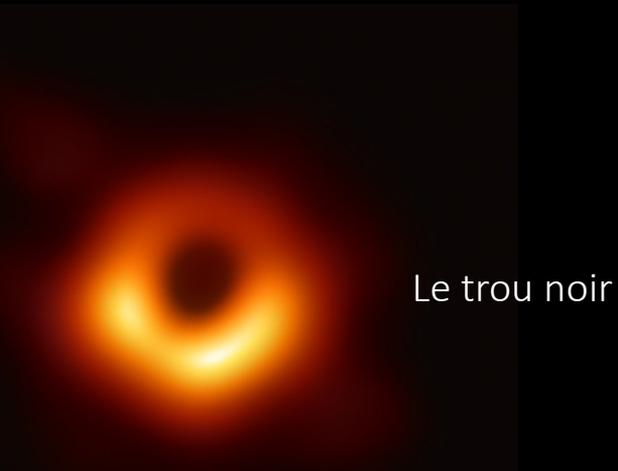


Image prise par le
téléscope James Webb

Galaxie Messier 87

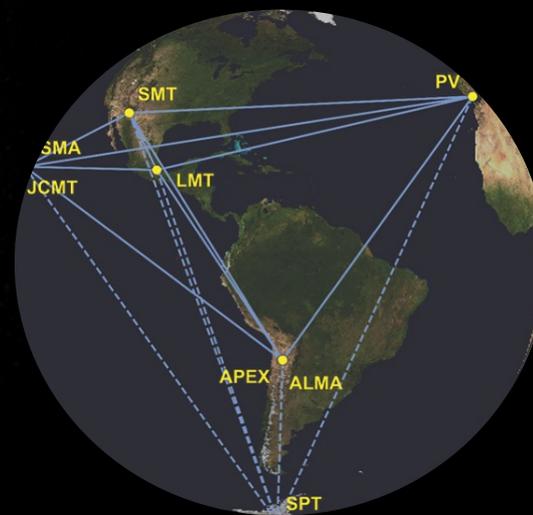
Katie Bouman



Le trou noir



Un bagel



Galaxie Messier 87



Katie Bouman

Le trou noir

Un bagel

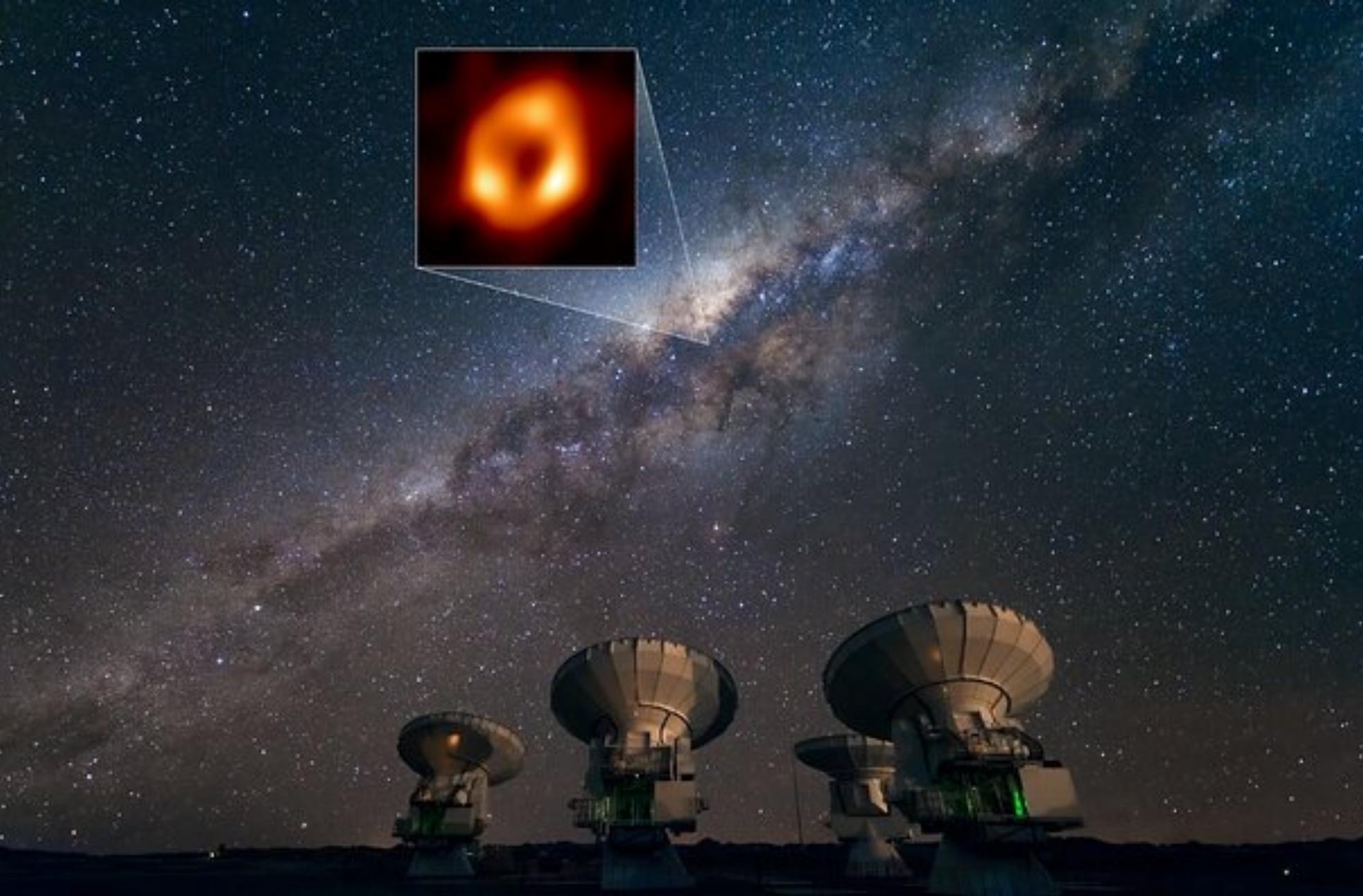
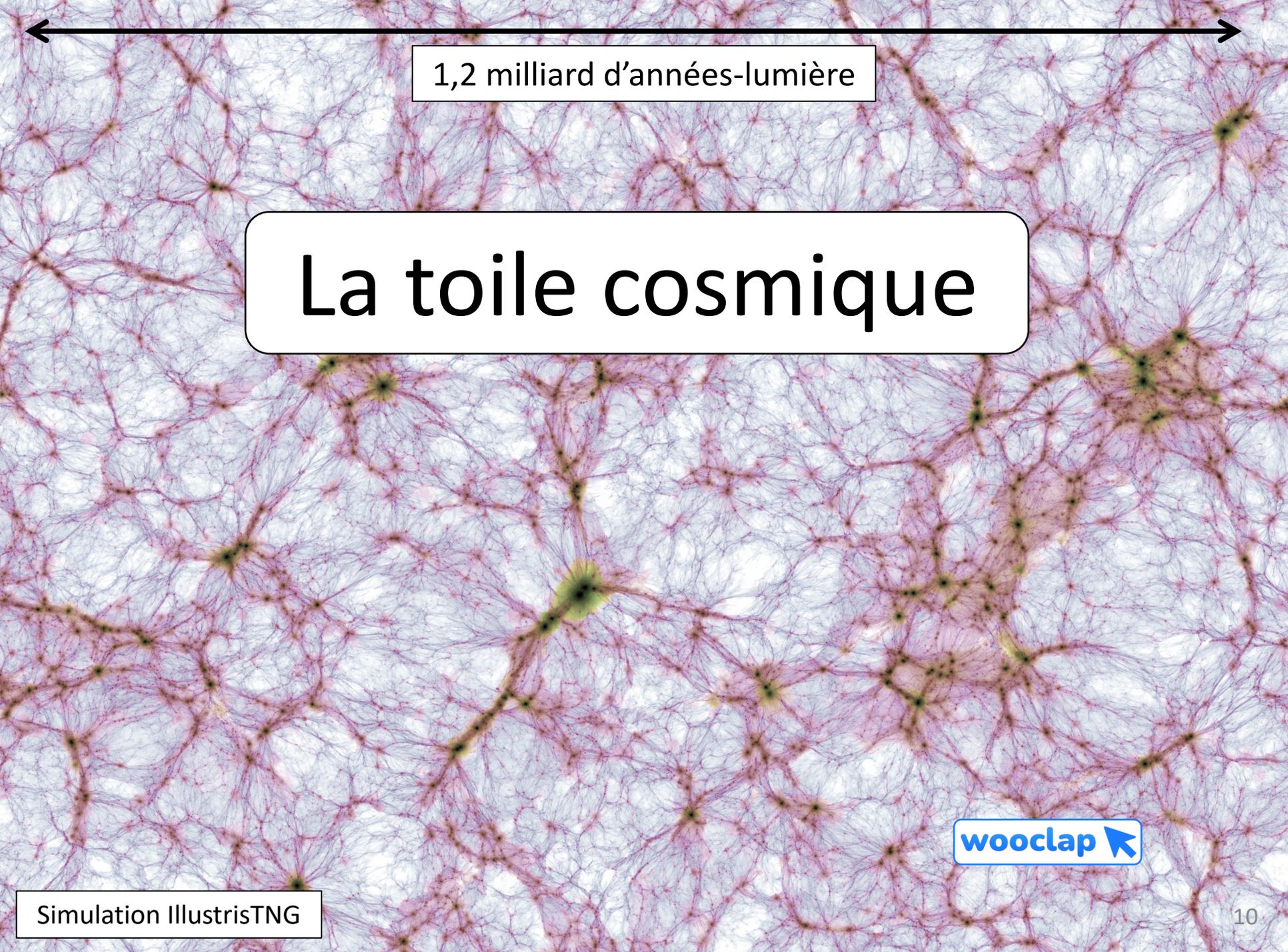


Image prise par la collaboration
Event Horizon, 2022

La cosmologie



1,2 milliard d'années-lumière

La toile cosmique

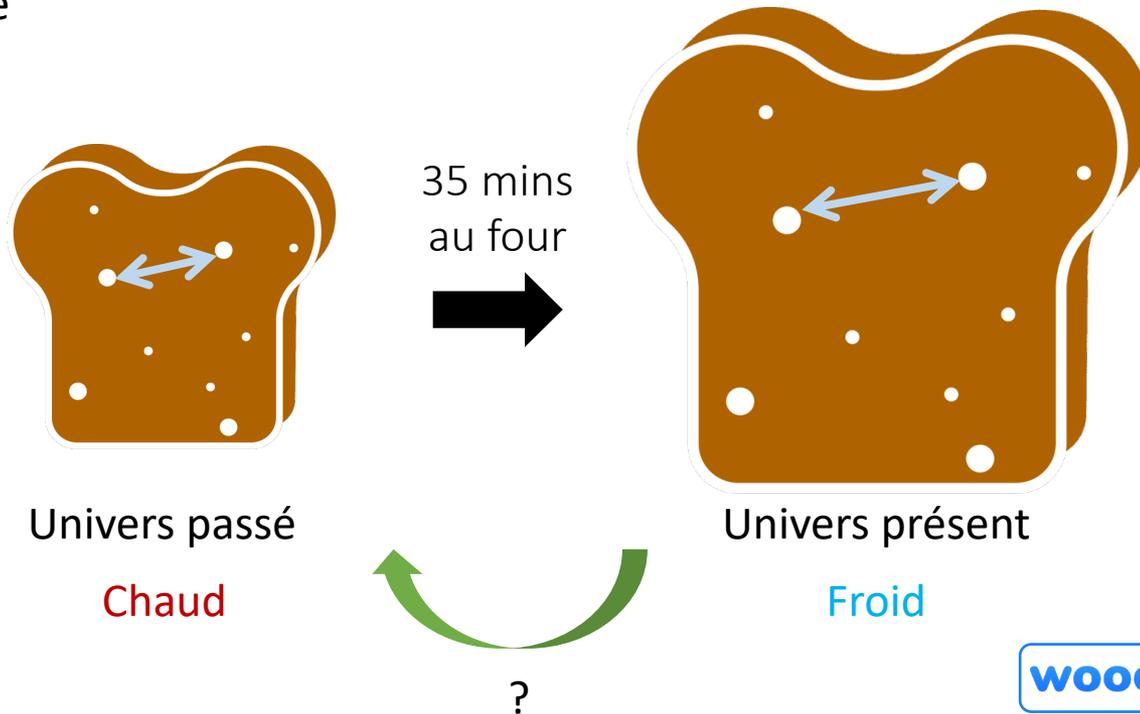
wooclap 

Simulation IllustrisTNG

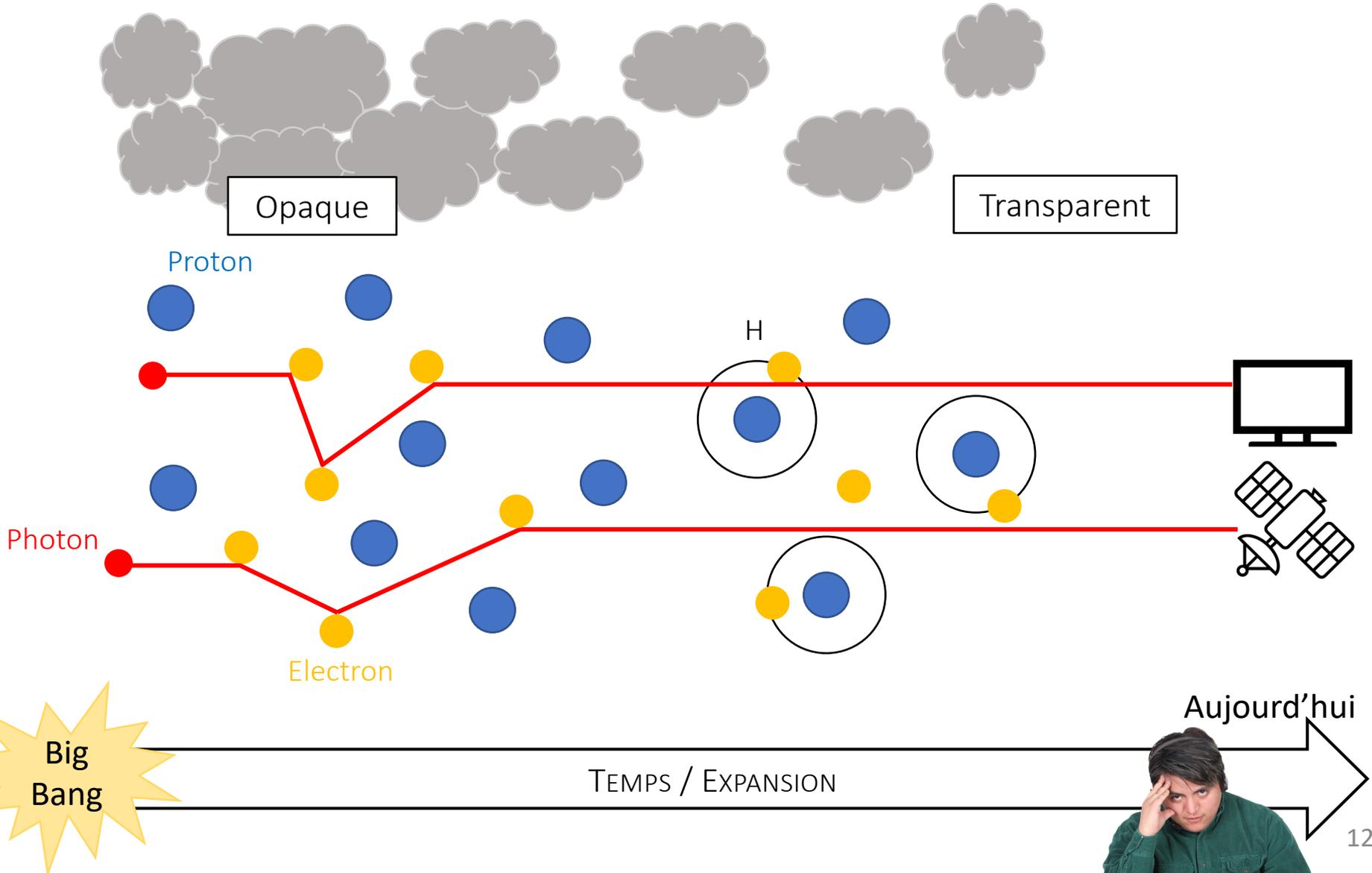


Edwin Hubble

Découverte de l'expansion de l'Univers
(loi de Hubble-Lemaître):
« *Les galaxies s'éloignent les unes des autres à une vitesse approximativement proportionnelle à leur distance* »



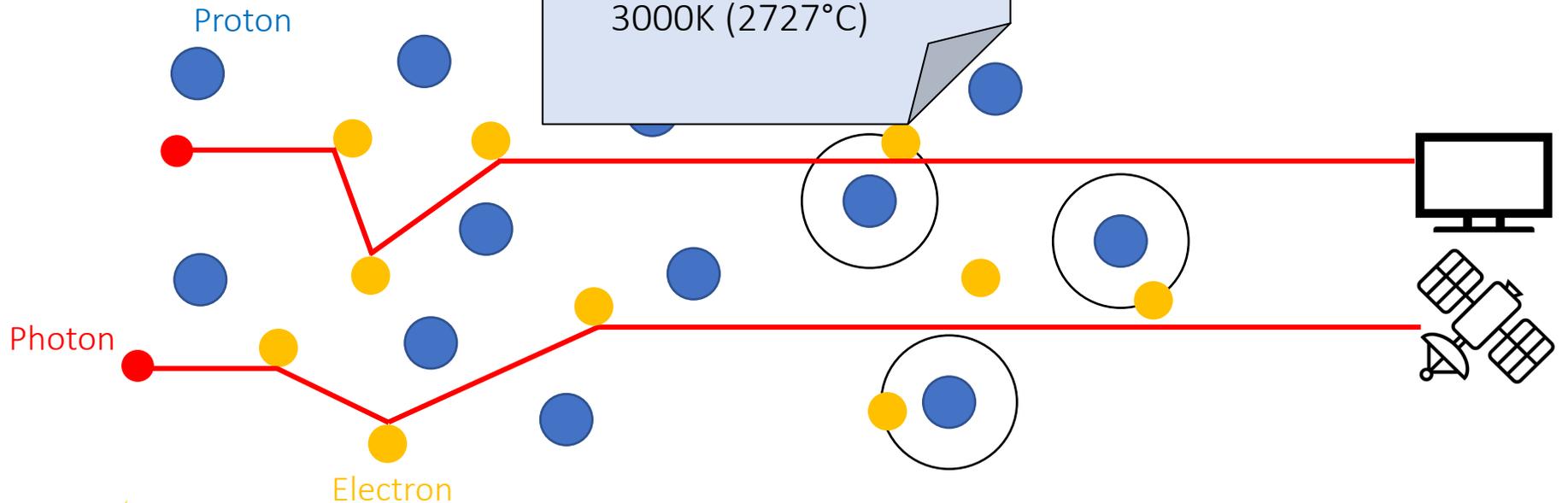
Le fond diffus cosmologique



Le fond diffus cosmologique

Lors de la recombinaison, l'Univers a

- ✓ 380 000 ans
- ✓ $1/1000^{\text{e}}$ de sa taille actuelle
- ✓ Une température de 3000K (2727°C)



Big Bang

TEMPS / EXPANSION

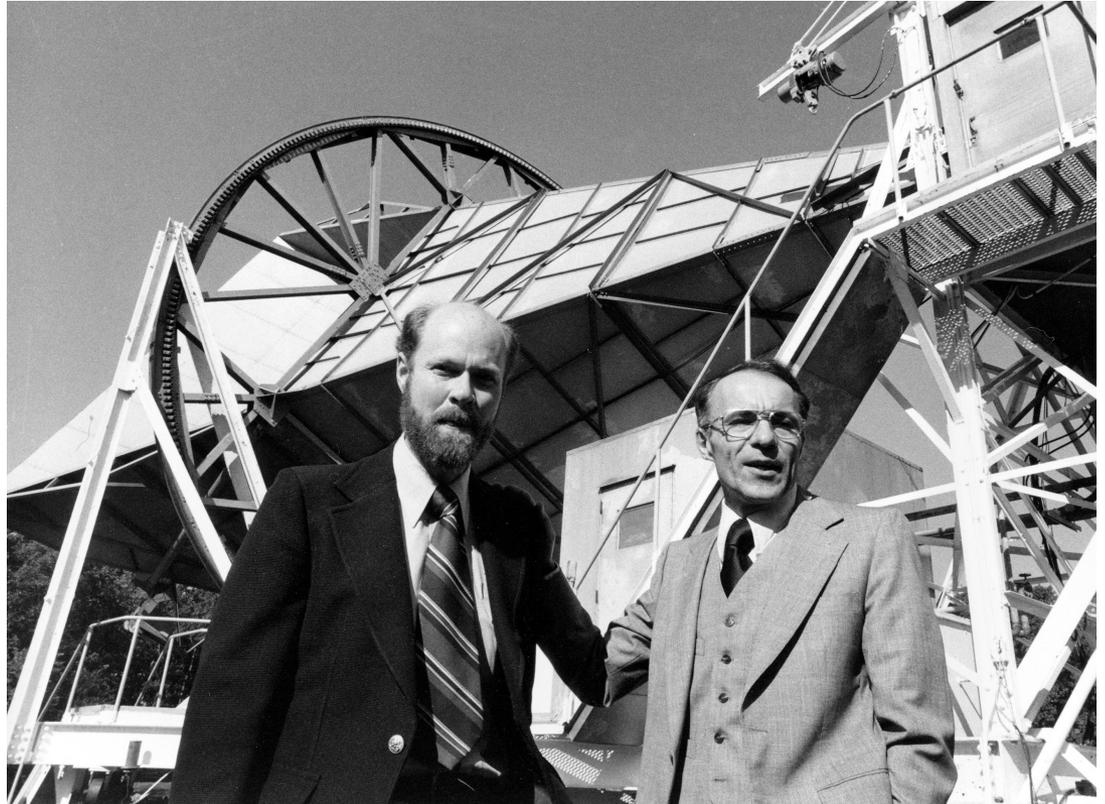
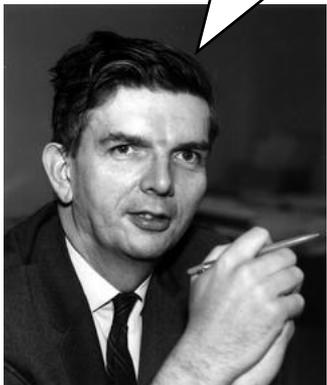
Aujourd'hui



La découverte du fond diffus cosmologique, 1964



Boys, we've
been scooped



Observation : Robert Wilson & Arno Penzias
Prix Nobel 1978

Interprétation : Dicke, Peebles, Roll & Wilkinson

Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



COBE

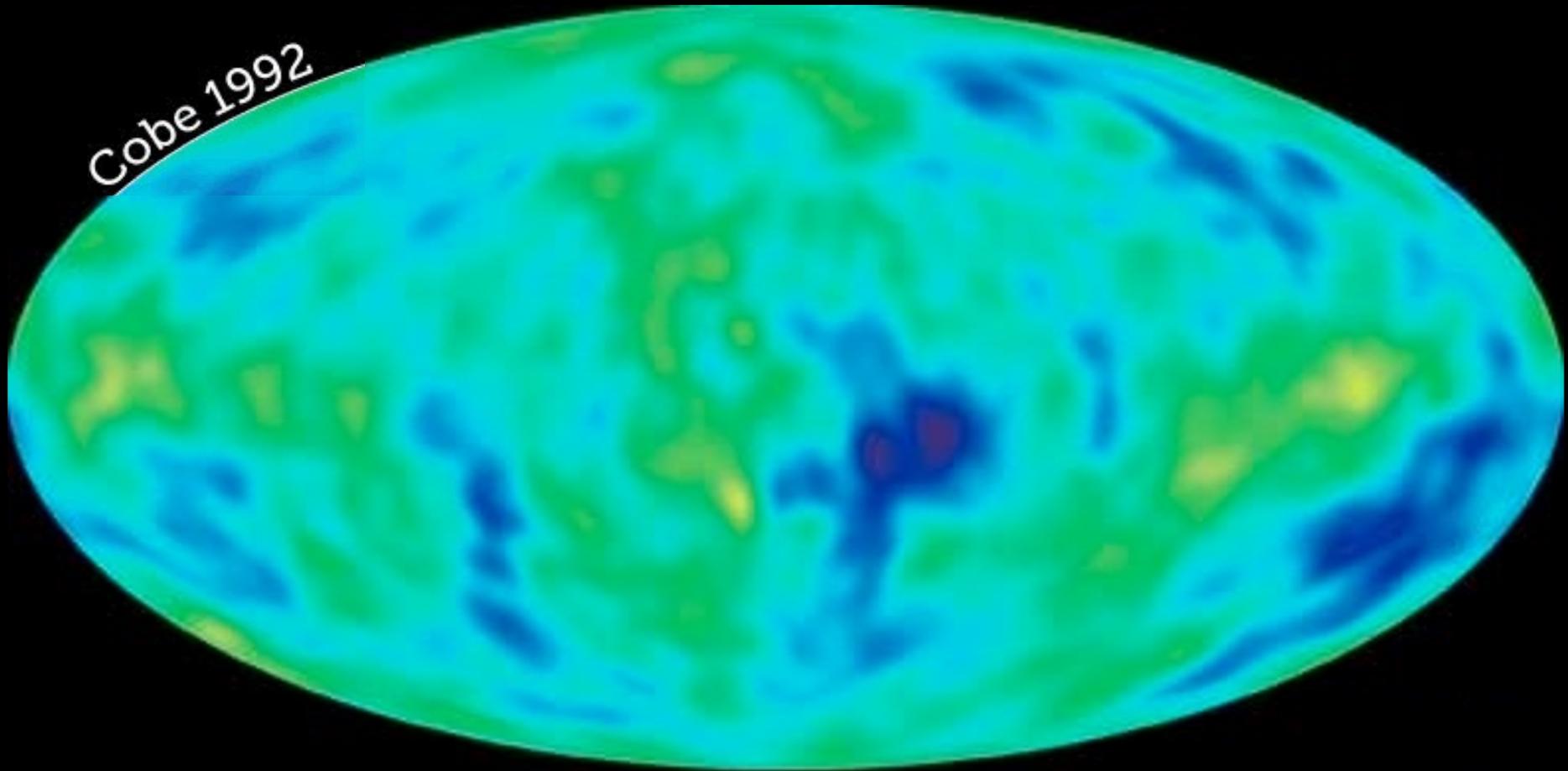
Signal homogène & isotrope

$$T = 2,728\text{K} \simeq - 270^{\circ}\text{C}$$

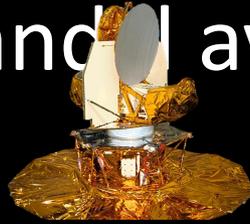
Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



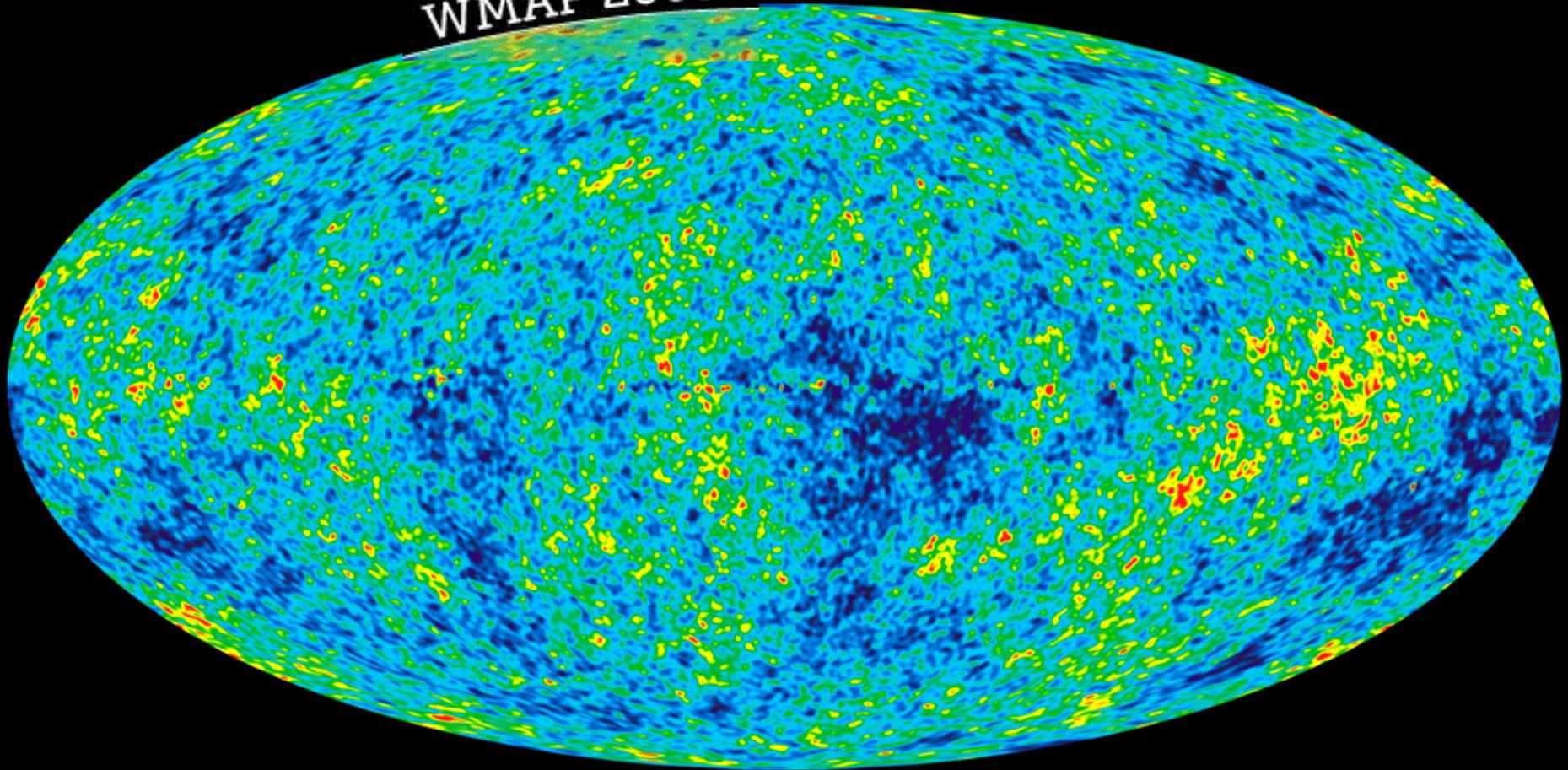
Cobe 1992



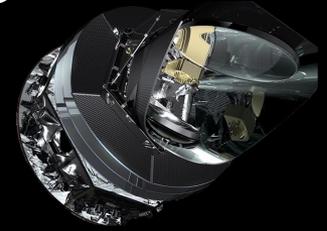
Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



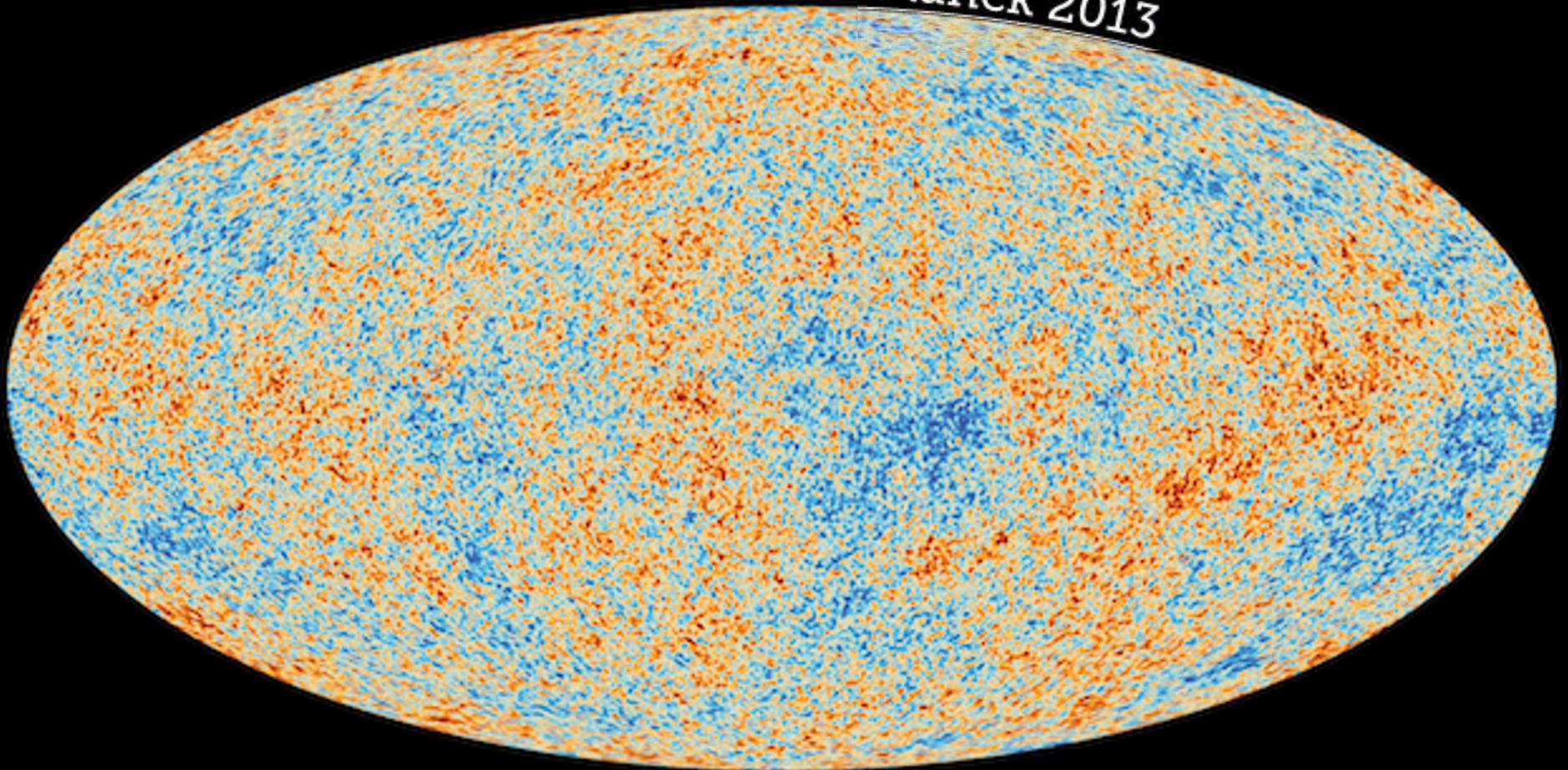
WMAP 2003



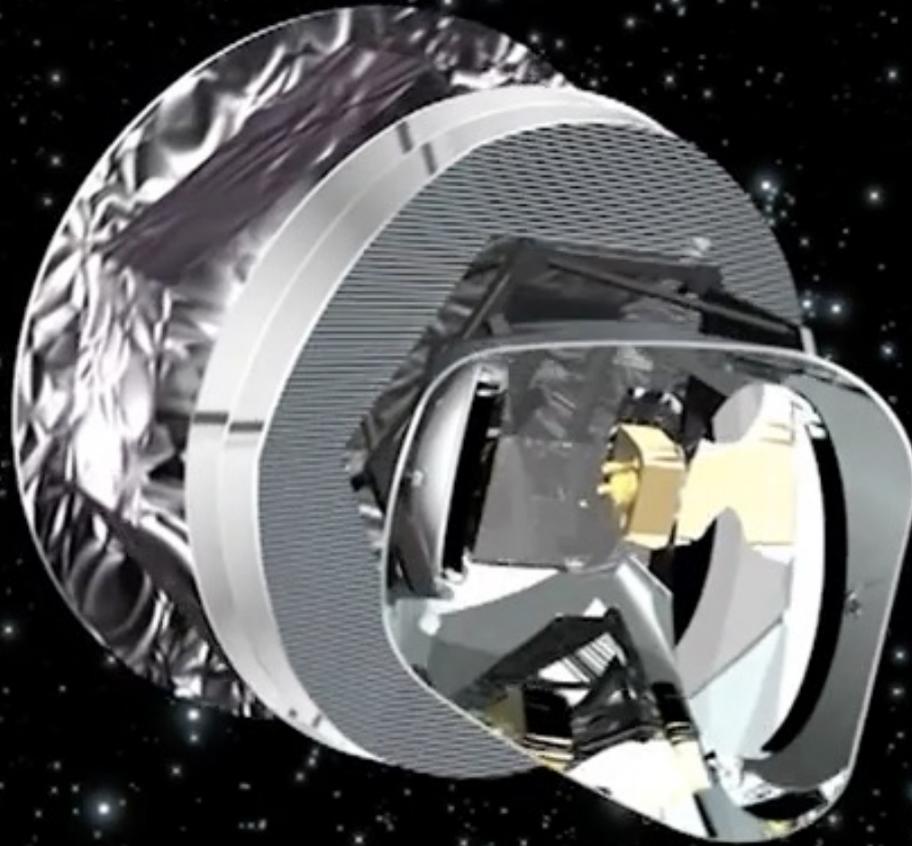
Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



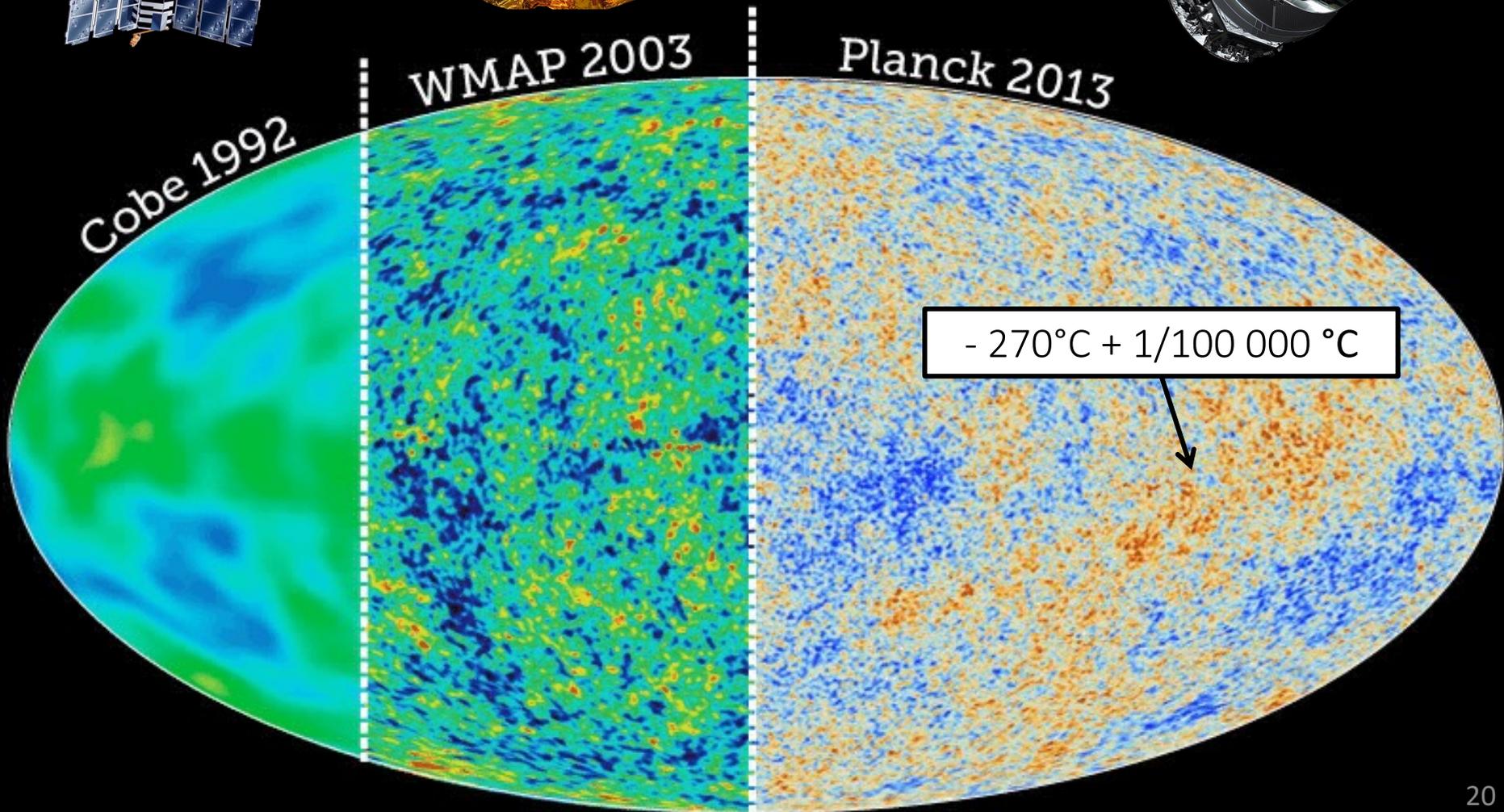
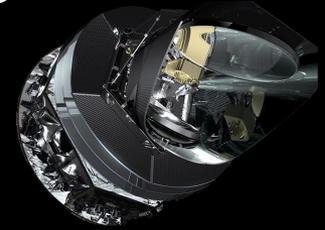
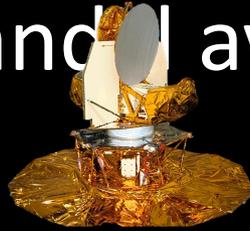
Planck 2013



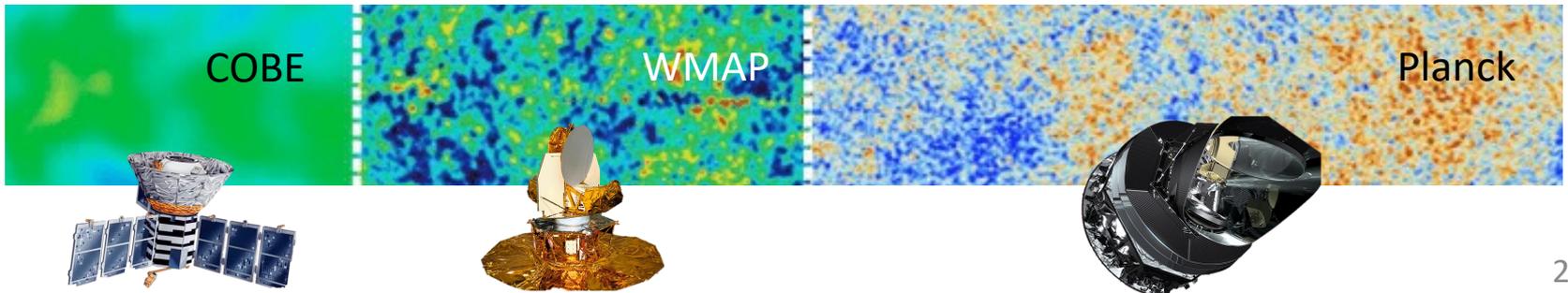
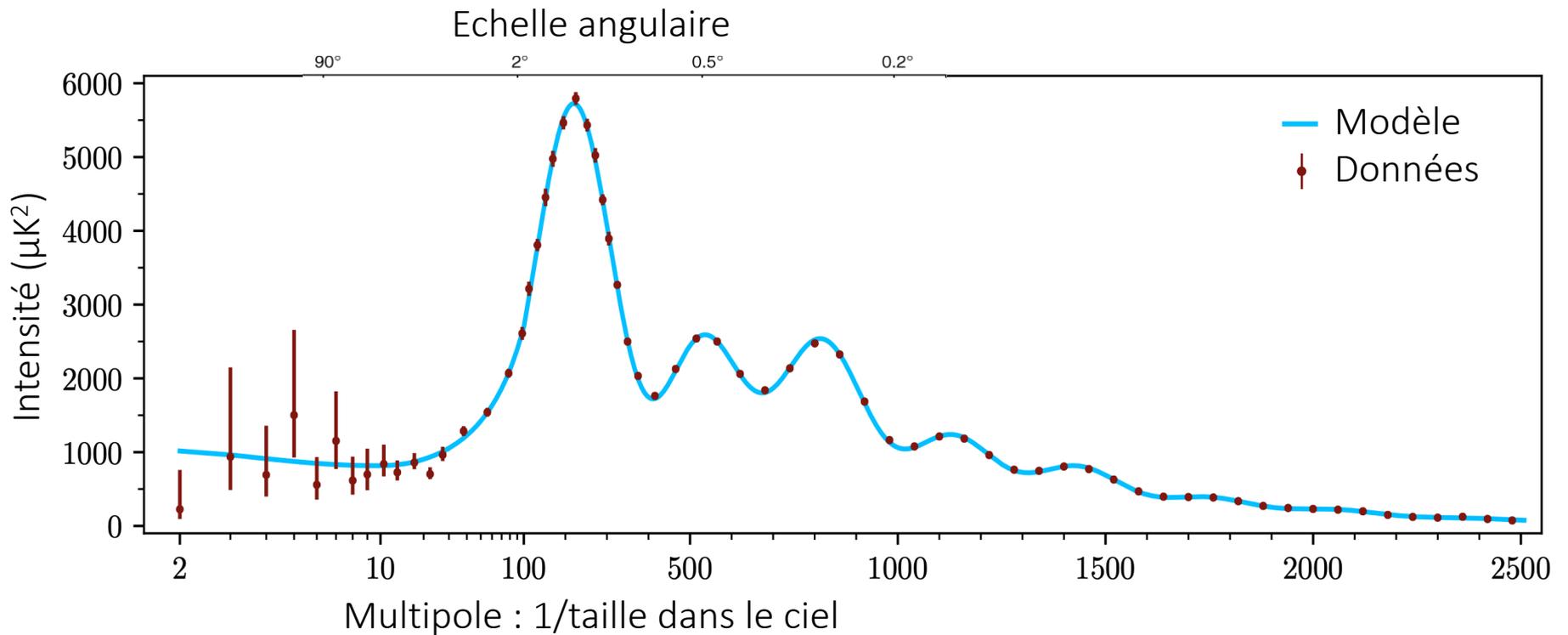
Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



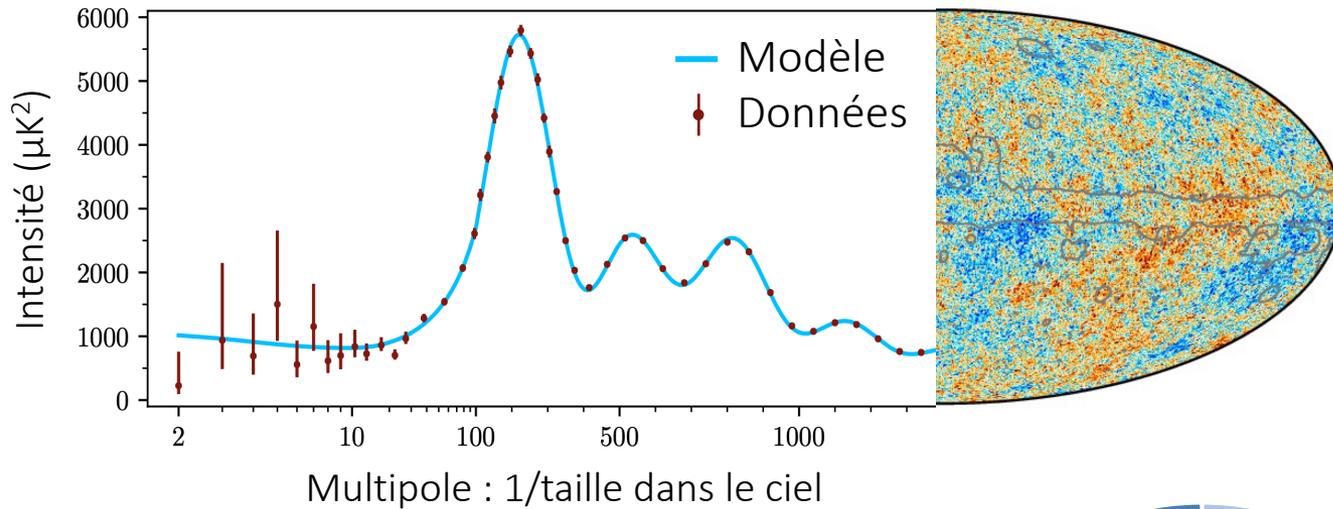
Observer l'Univers quand il avait 380 000 ans



Le fond diffus cosmologique : Spectre de puissance angulaire



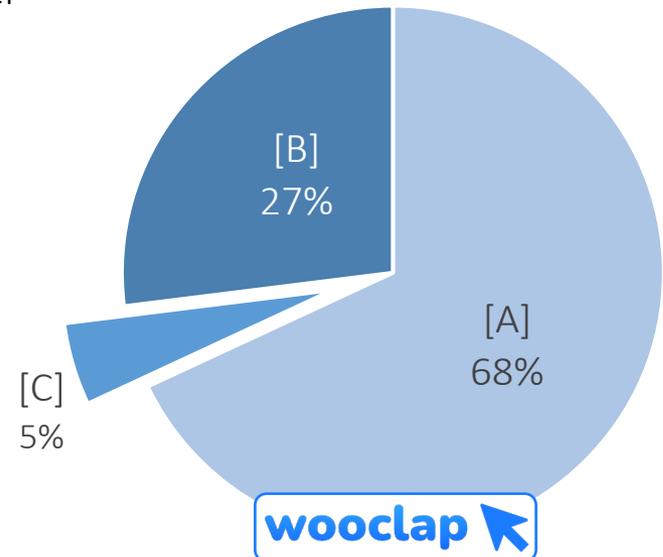
Le fond diffus cosmologique : Spectre de puissance angulaire



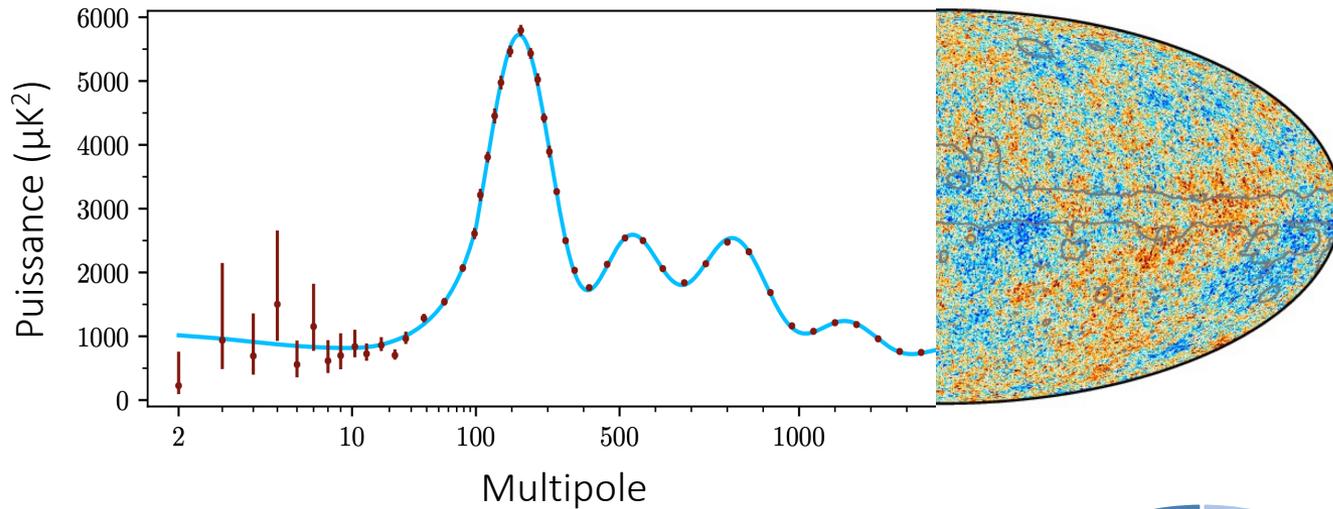
Modèle cosmologique :

(6 paramètres cosmologiques)

- De quoi est composé l'Univers ?
- A quelle vitesse s'expand-t-il ?
- Quel est son âge ?



Le fond diffus cosmologique : Spectre de puissance angulaire

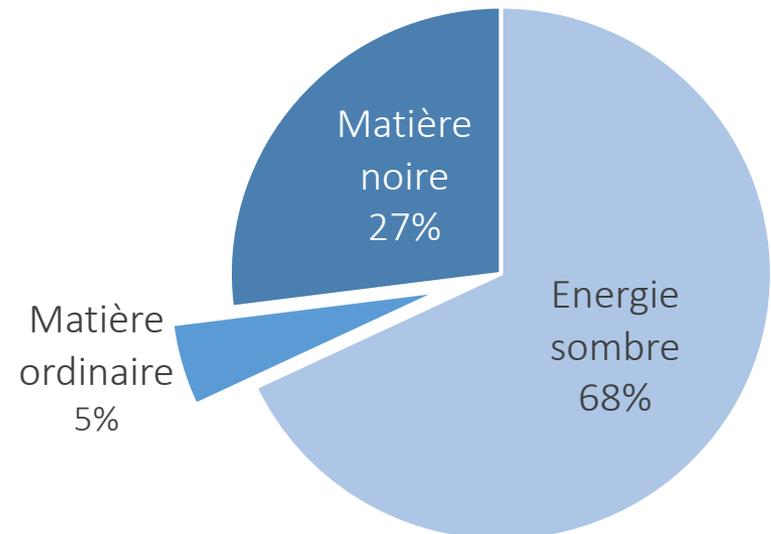


Modèle cosmologique :

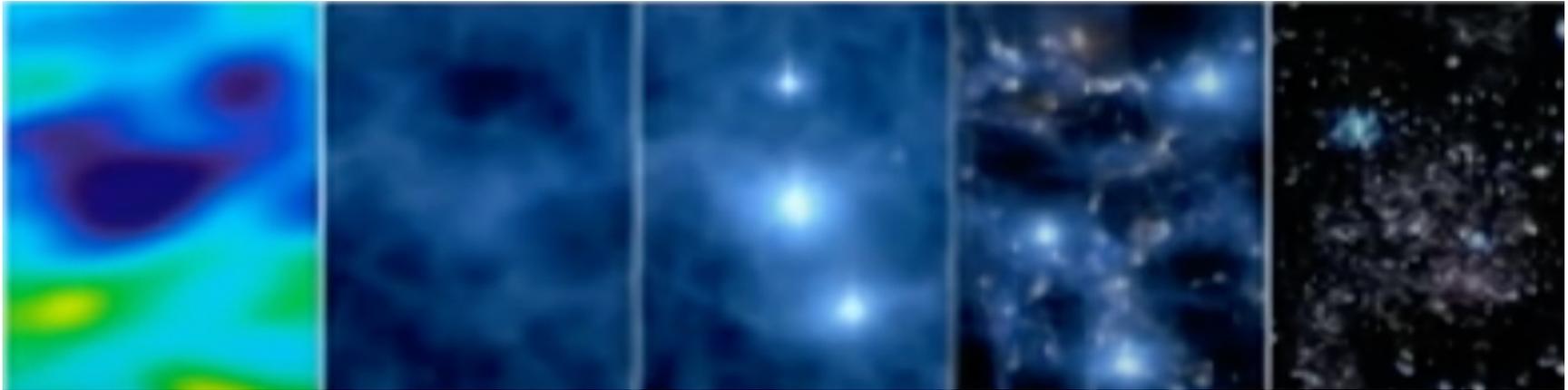
(6 paramètres cosmologiques)

- De quoi est composé l'Univers ?
- A quelle vitesse s'expand-t-il ?
- Quel est son âge ?

13,8 milliards d'années !!

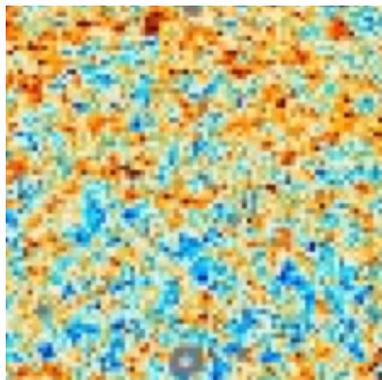


La structuration de l'Univers



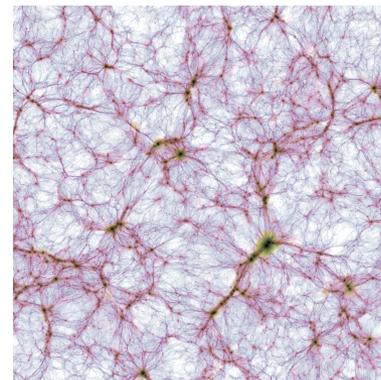
Temps

Fond diffus

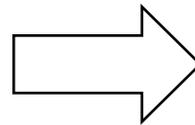


Dense et chaud

Univers actuel



Froid et très vide





Avant la naissance des
premières étoiles...

... l'Univers ressemblait
plus ou moins à ça.

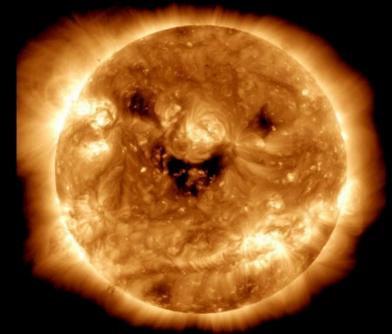
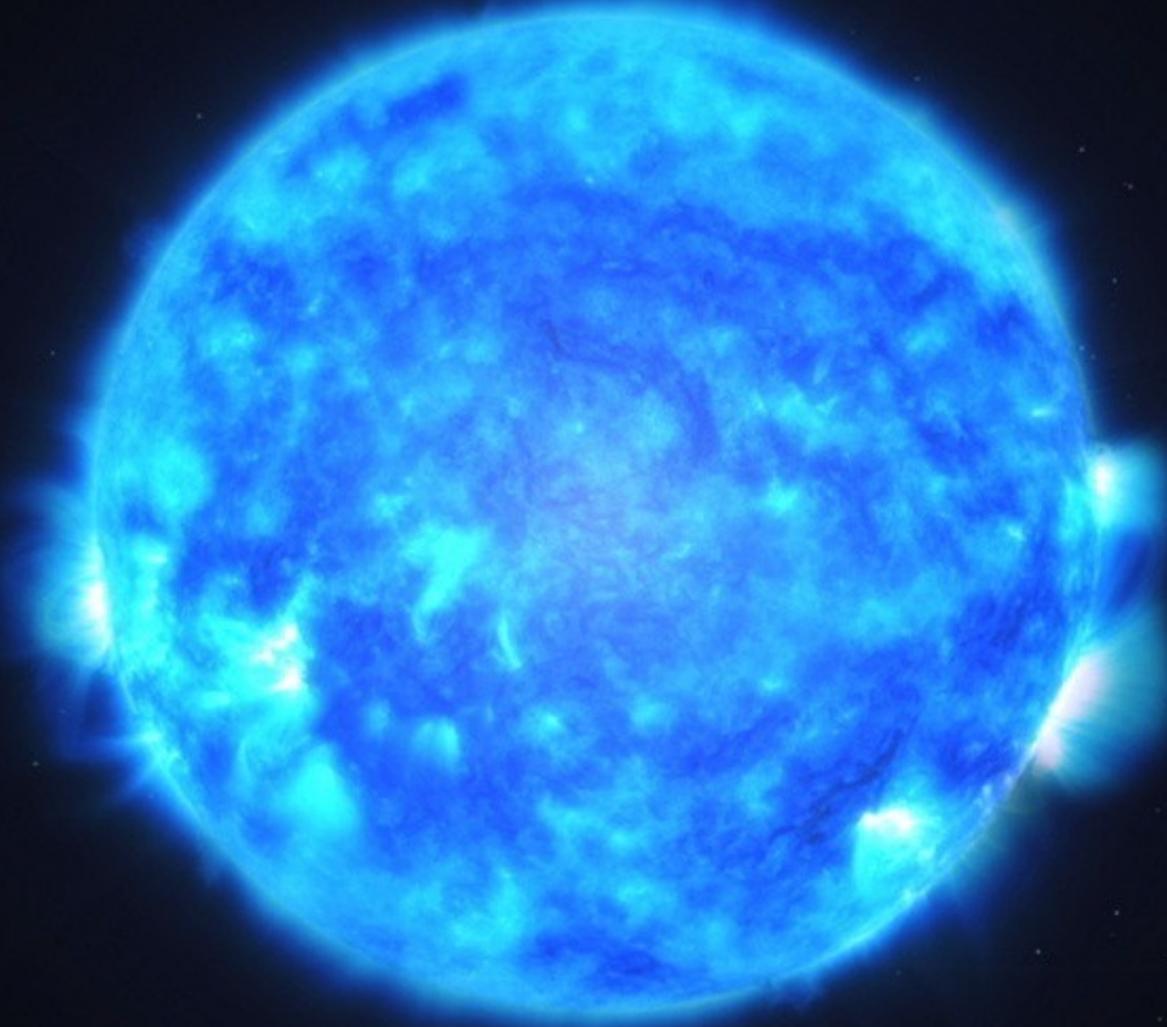
AGES
SOMBRES
 $\approx 300\ 000$ ans

Printemps cosmique

1 milliard d'années-lumière



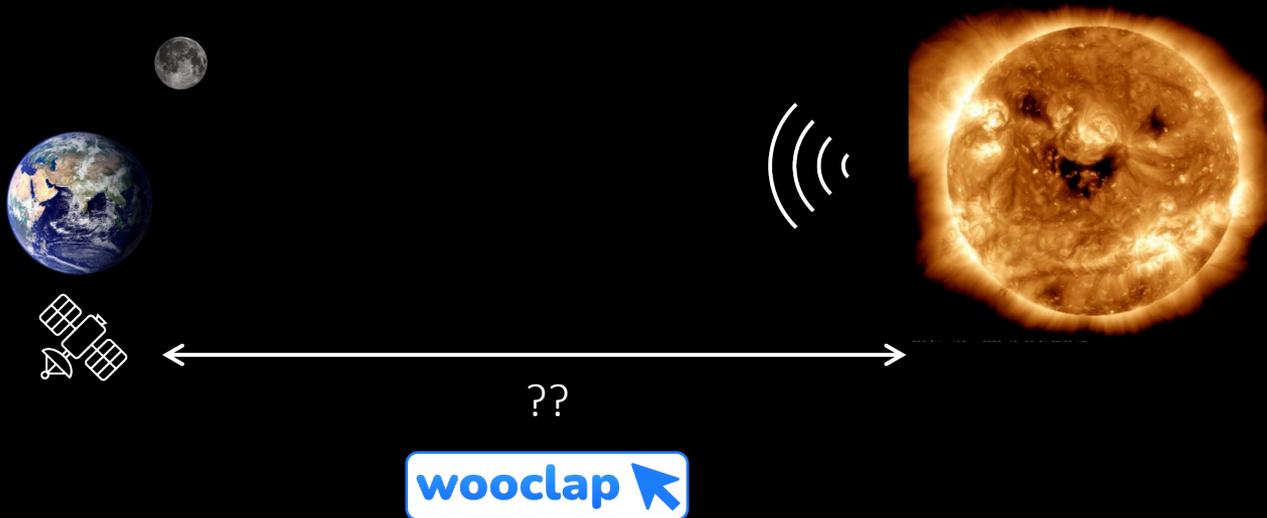
Premières étoiles



- 100x plus massives que le Soleil
- Durée de vie \simeq 5 millions d'années (Soleil : 10 milliards)

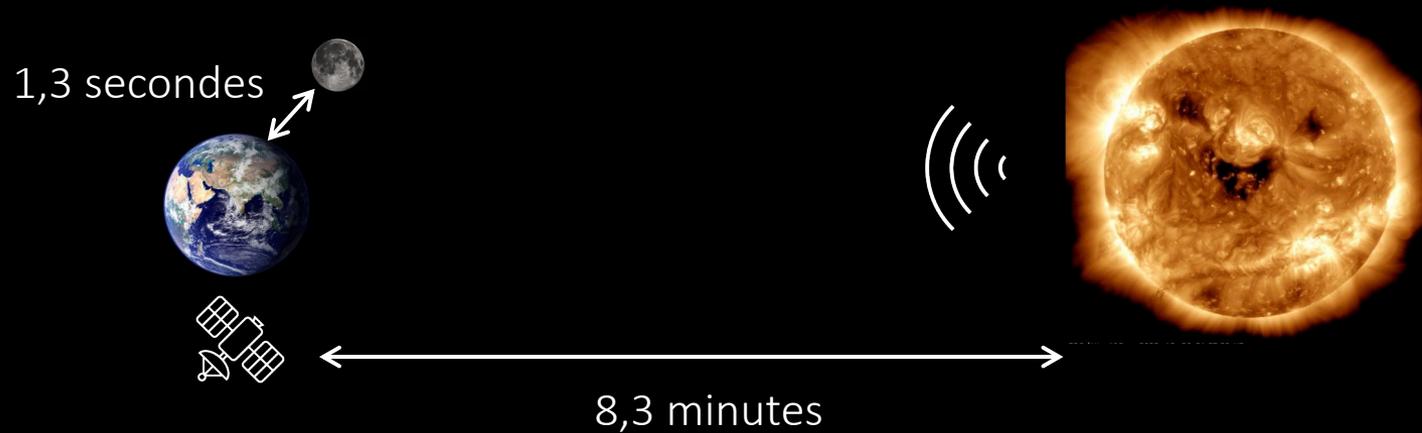
Premières étoiles : Comment les observer ?

Regarder dans le passé...



Premières étoiles : Comment les observer ?

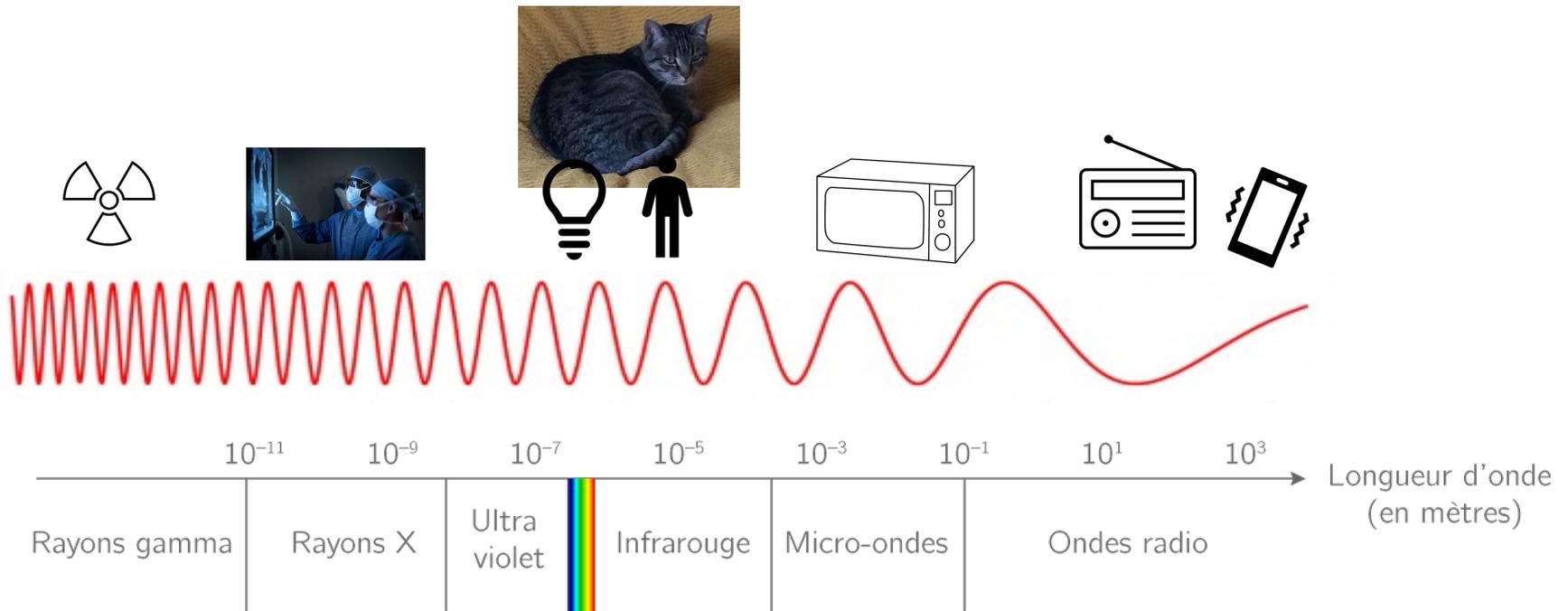
Regarder dans le passé...



Intermède :

Différent types d'observations de la lumière

Regarder dans le passé...
... mais dans les ondes radio



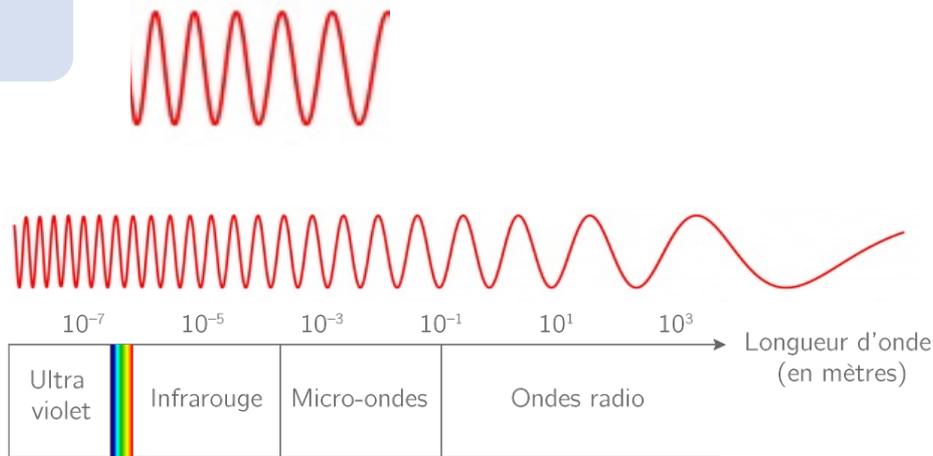
Premières étoiles : Comment les observer ?

Regarder dans le passé...
... mais dans les ondes radio

Il y a 13 milliards
d'années

Le redshift, ou « décalage vers le rouge »

Aujourd'hui !



Le Square Kilometre Array





Le siècle de la cosmologie vient tout juste
de débuter...

Merci !