

# LES GALAXIES

Fenêtres sur l'origine de  
univers





## "GALAXIE"

Étymologie grecque galaxias ou galaktikos, qui signifie voie lactée de gala (lait), désignant la bande claire barrant le ciel étoilée bien visible en été se réfèrent à la mythologie de la naissance d'Hercule.



**Galilée en 1610: constata avec sa lunette que la voie lactée était faite d'une multitude d'étoiles.**

**Idée déjà imaginé par Démocrite ( 450- 378 av J.C.)**





Charles Messier  
(1730-1817)



W.Herschel  
(1738-1822)



Dreyer  
(1852-1926)

## *Un peu d'histoire*

L'observation de la voûte céleste révèle que celle-ci contient des astres qui ont une image étendue et diffuse. d'ou le nom général de NEBULEUSES.

Charles Messier publie en 1774 puis en 1781 les premiers catalogues de 45 puis 103 nébuleuses ( M1 est la nébuleuse du crabe)

William et John Herschel, observent les nébuleuses avec un télescope de 122 cm et constatent que certaines d'entre elles sont Des amas d'étoiles et que d'autres ne se résolvent pas en étoiles. En 1840 John Herschel publie le Général Catalogue qui contient 5000 nébuleuses et amas.

En 1888 J.L.E. Dreyer publie le New Général Catalogue comprenant 7800 objets. Ainsi la galaxie d'Andromède est cataloguée M31 et NGC 224



Une Galaxie c'est énorme.....



Systeme solaire



La galaxie

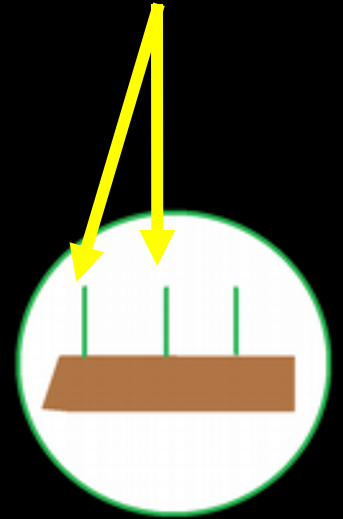


# La Galaxie c'est du vide

Galaxie



10 Km



Étoiles



**En 1924 Hubble se lance dans le calcul des distances des galaxies en observant des Céphéides ( étoile géante variable dont la relation période luminosité est connue).**

**Ainsi il trouve que la nébuleuse d'Andromède est située à une distance de 900.000 a.l., ce qui la situe bien à l'extérieur de notre galaxie.**

**Il existe d'autres systèmes de concentration d'étoiles identique à notre Galaxie.**



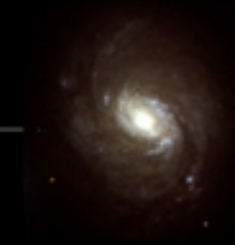
# LA SEQUENCE DE HUBBLE

Selon la morphologie des galaxies

Normal spirals



Sa



Sb



Sc

Ellipticals



E0



E2



E5



SO

- .galaxies spirales 70%
- .galaxies elliptiques 25%
- .galaxies irrégulières 5%

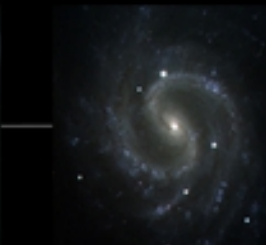
SBa



SBb



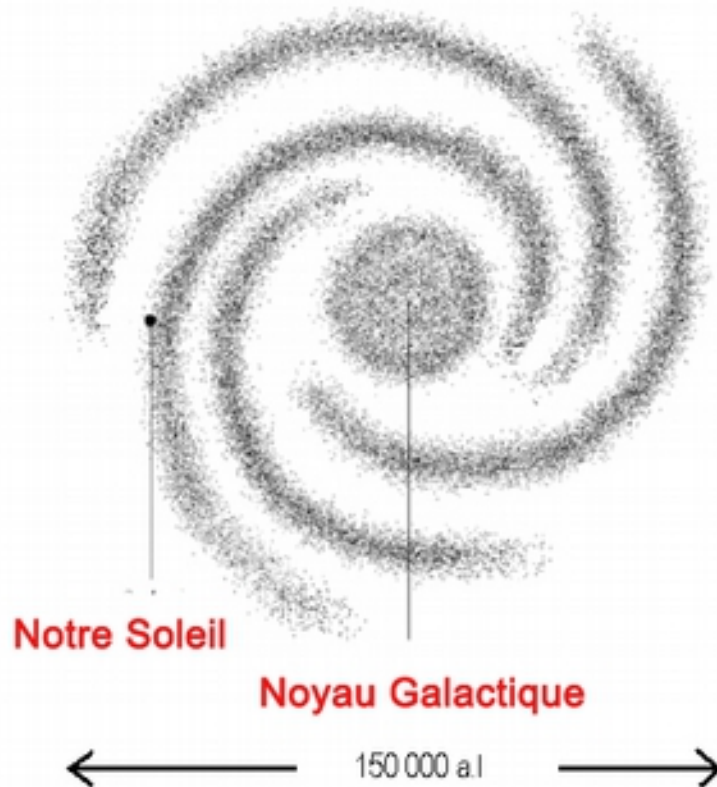
SBc



Barred spirals

# Plan de situation

La Galaxie vue de face



-Notre Galaxie, est composée de 150 milliards d'étoiles .

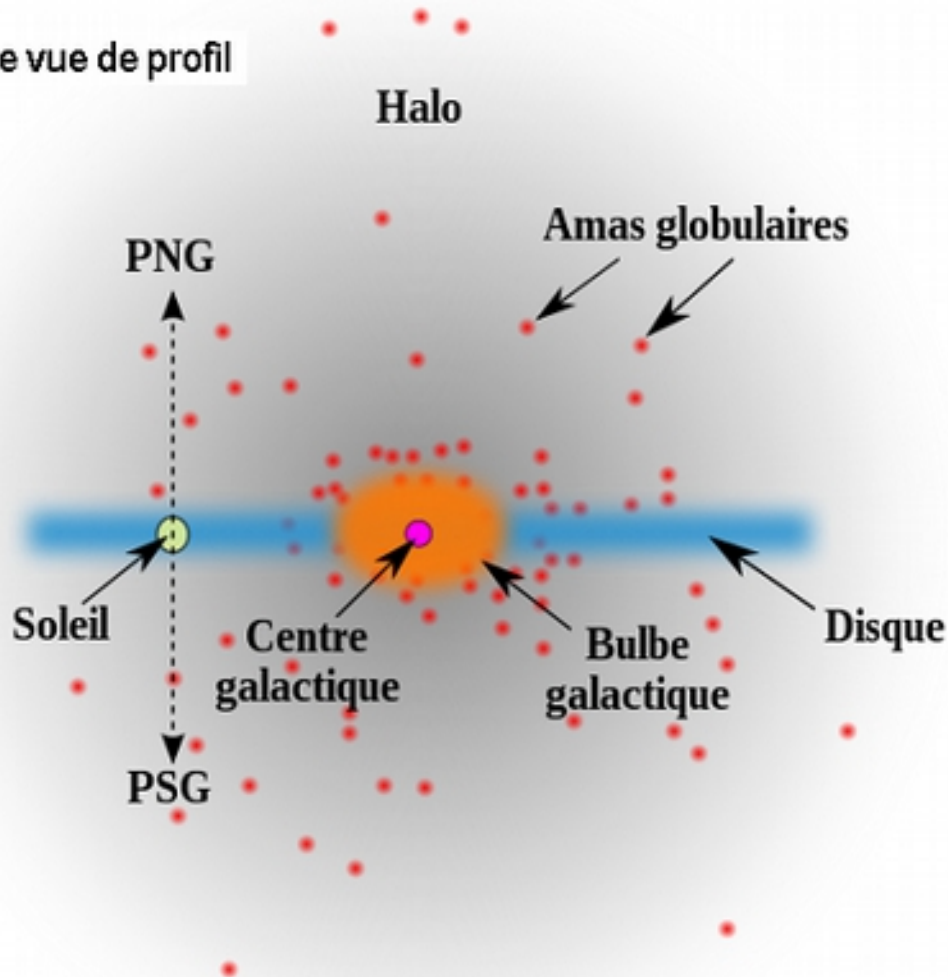
réparties en:

-Un bulbe central ou noyau

-Un disque mince ( 150000 al de diamètre)

- Du gaz et des poussières dans le disque mince

Galaxie vue de profil



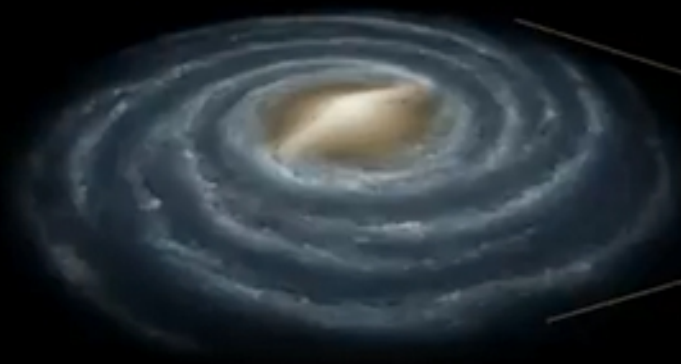
**-Un halo galactique contenant des amas globulaires, du gaz, et de la matière noire...**

“L’univers aujourd’hui”

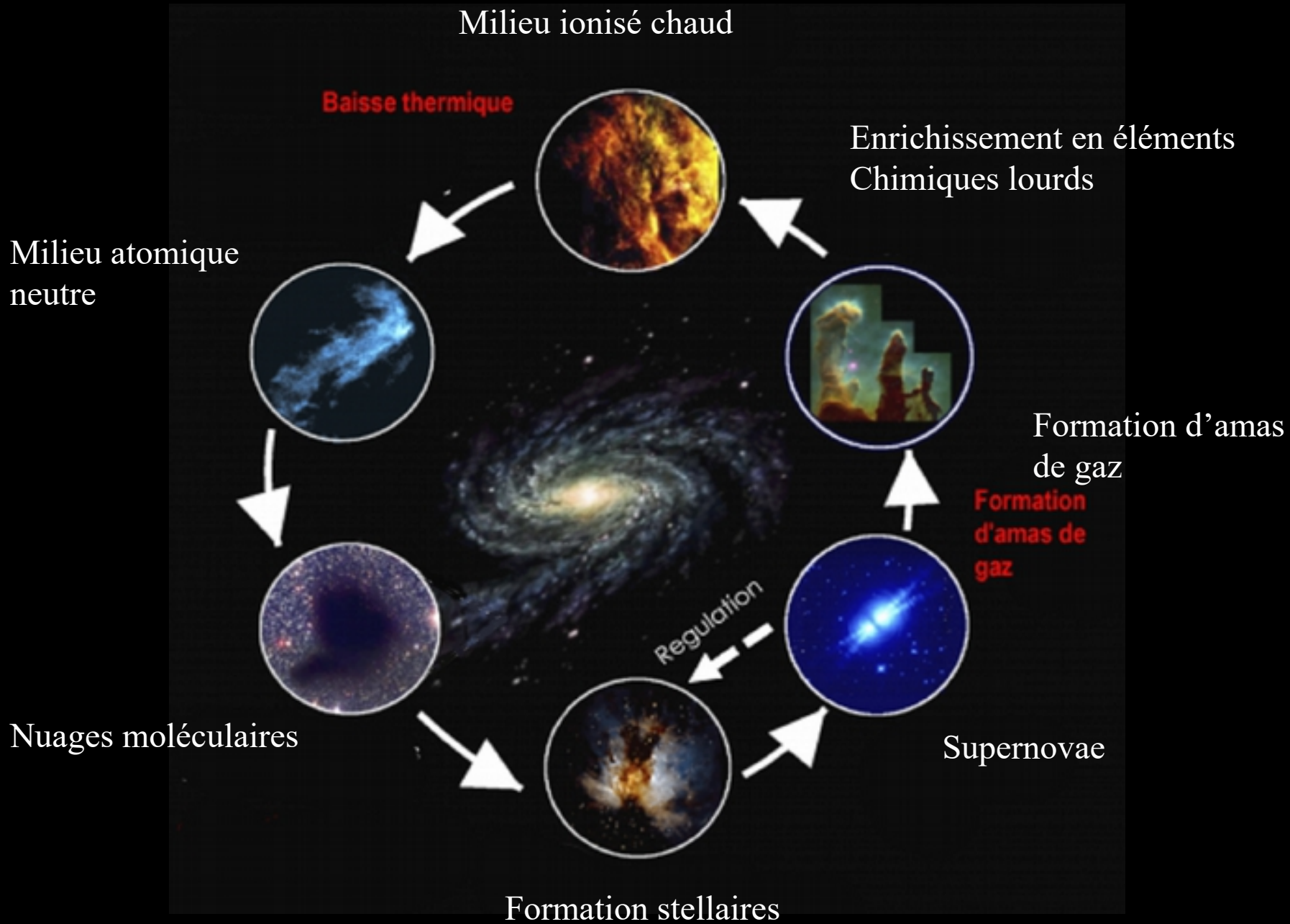


~2000 milliards de galaxies inter-connectées  
sur la toile cosmique

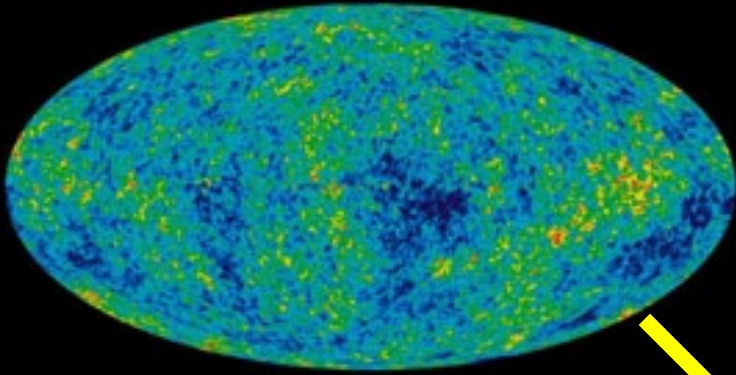
“L’univers il y a 100 ans”



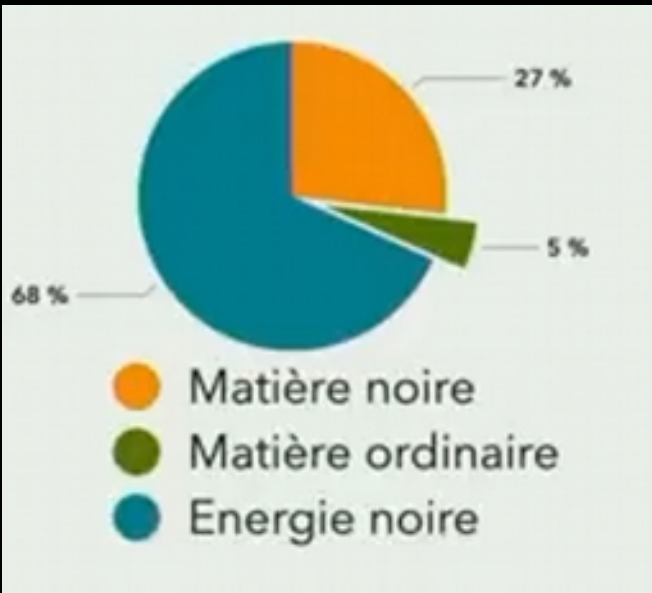
1 galaxie : la Voie Lactée



# L'Univers il y a 13,7 milliards d'années homogène



# L'Univers aujourd'hui inhomogène







- De la matière noire 84%

- De la matière ordinaire 16%

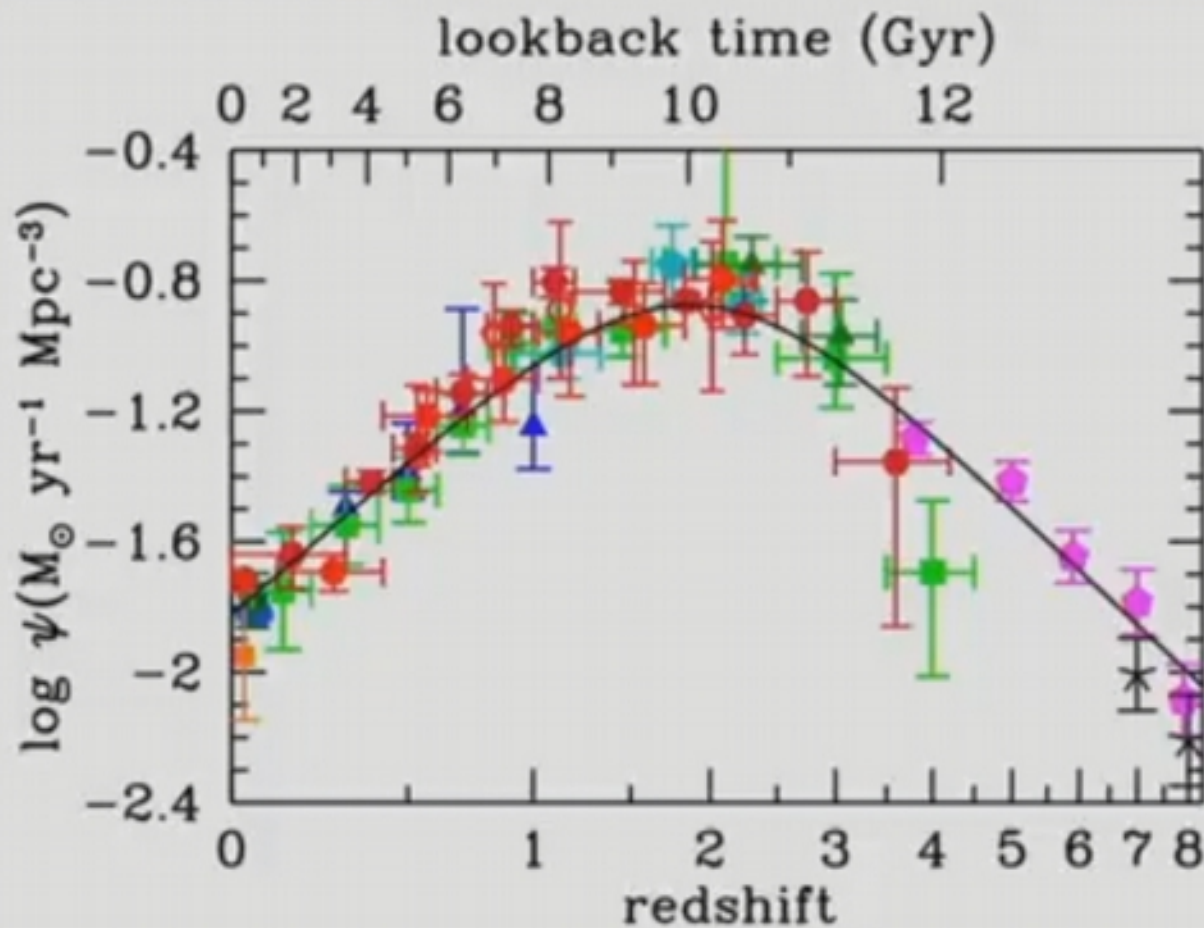
- Du gaz beaucoup d'hydrogène, un peu d'hélium (nucléosynthèse primordiale)

- De la poussière

- Des étoiles

A vast field of galaxies, each with a unique shape and color. The galaxies range from small, distant points of light to larger, more detailed structures. Some are bright yellow or orange, while others are a deep blue. The shapes vary from smooth, rounded forms to elongated, irregular structures. The background is a deep, dark black, making the individual galaxies stand out sharply.

Diversité des galaxies



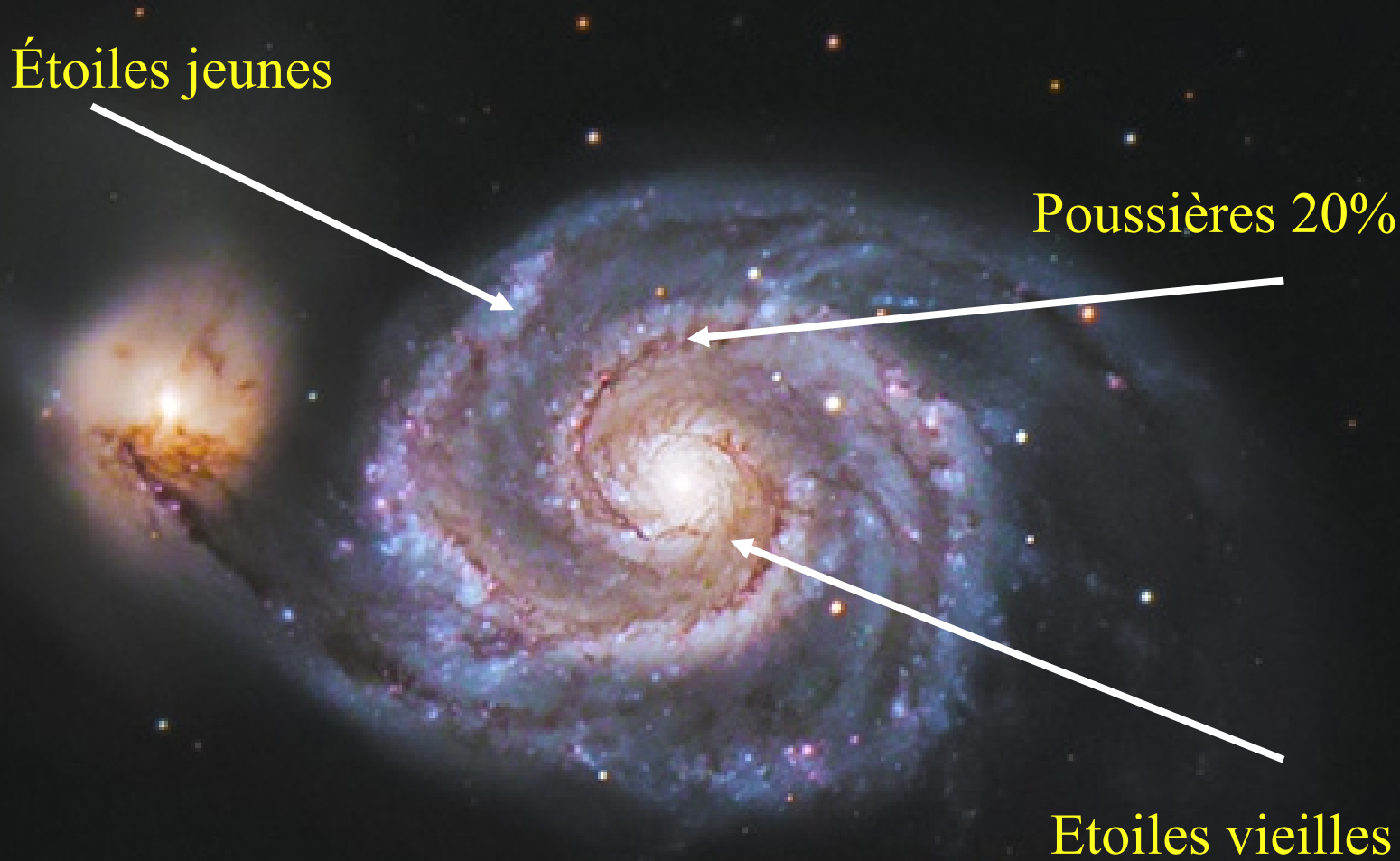
Ce que montre les observations 80% des étoiles ont été Formées il y a 10 milliards d'années

# C'est quoi une galaxie

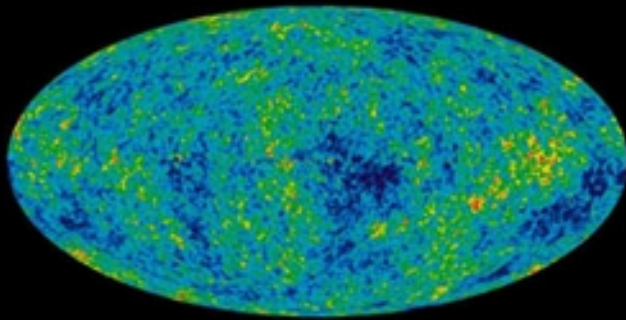
Étoiles jeunes

Poussières 20%

Etoiles vieilles



# Comment se forment les galaxies ?

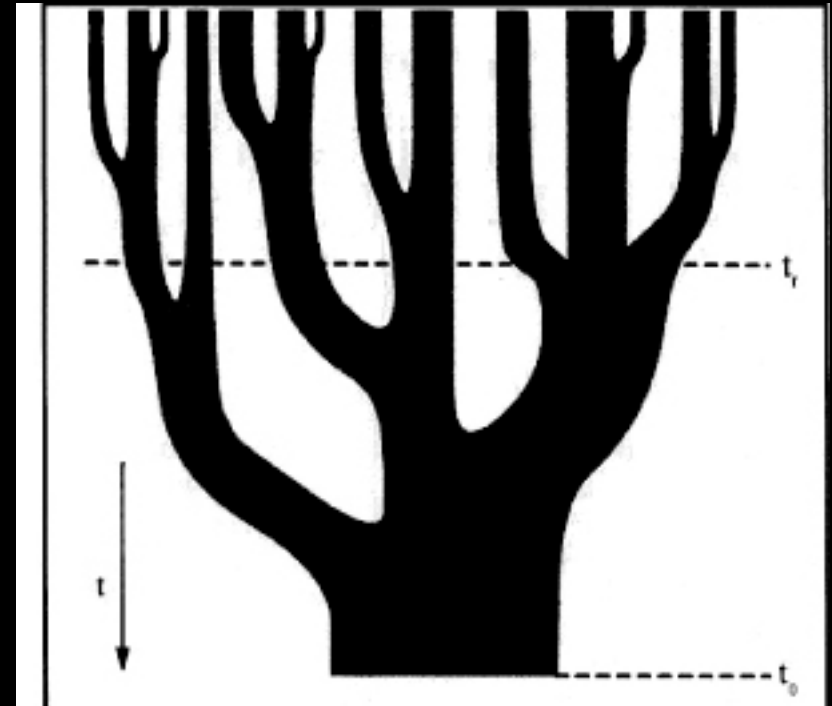


Complexité  
Multi-facteurs

Matière noire  
Énergie noire  
Physique des galaxies  
Formation de étoiles  
Impact des trous noirs  
etc.....

# Formation des galaxies ( il y a 20 à 30 ans)

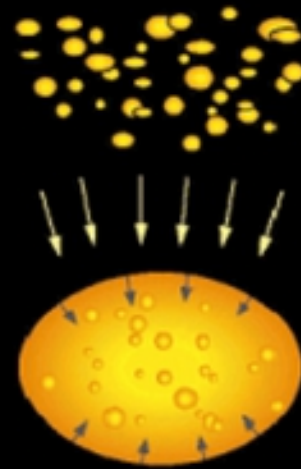
□ Théorie de la fusion progressive de galaxies naines, d'amas globulaires.



□ Accrétion de gaz, des poussières.

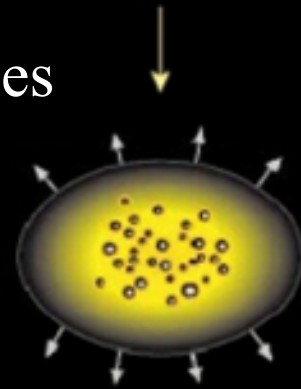


100 Millions d'années



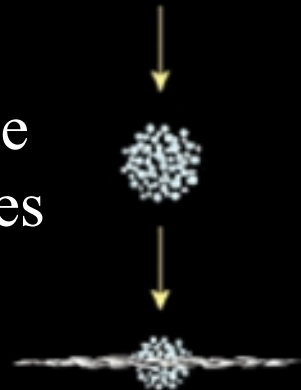
Effondrement  
du nuage de gaz

Formation  
rapide des étoiles



Les SN chassent  
le gaz

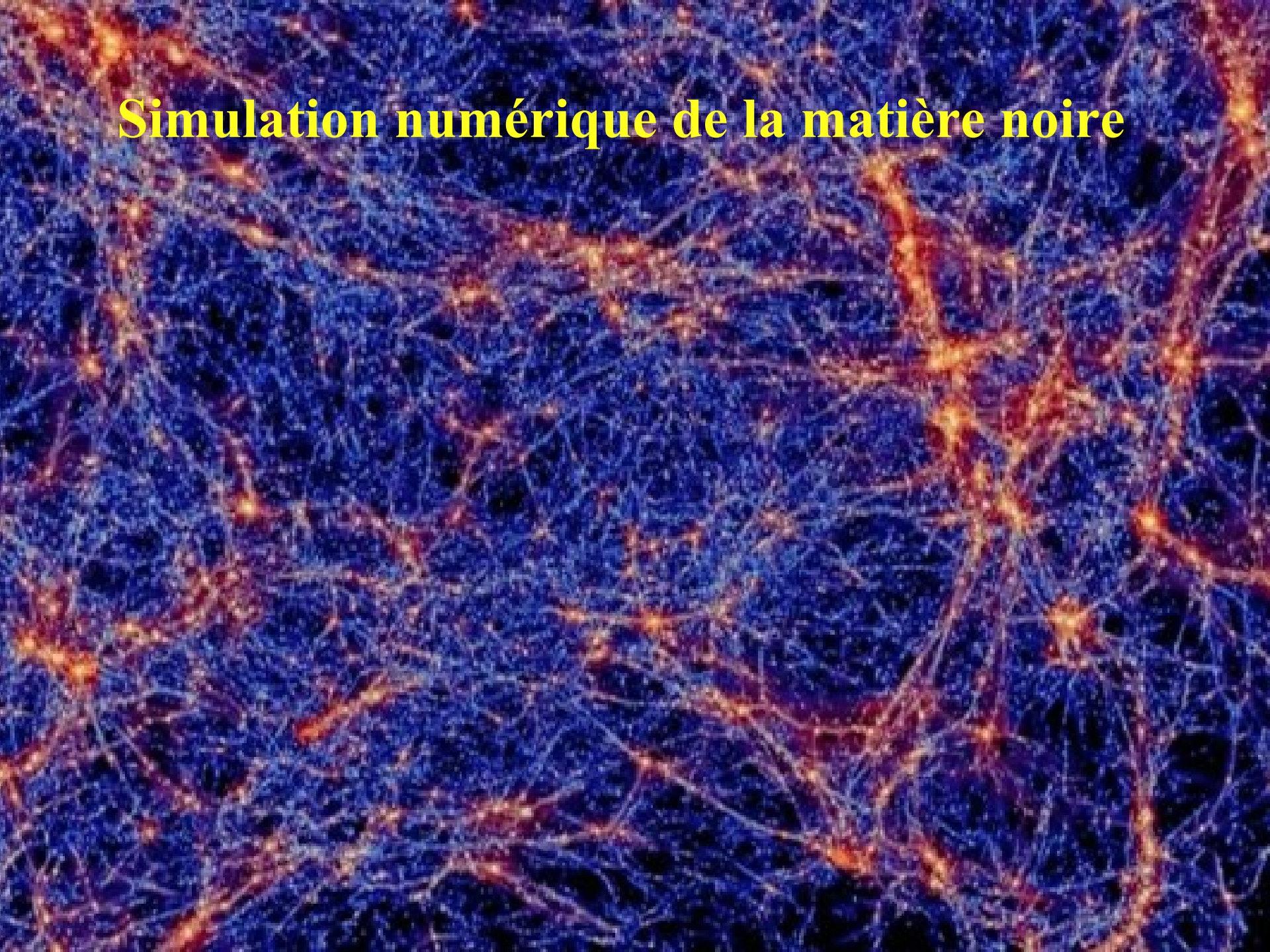
Formation du disque  
1 à 2 milliards d'années



Formation d'un  
sphéroïde

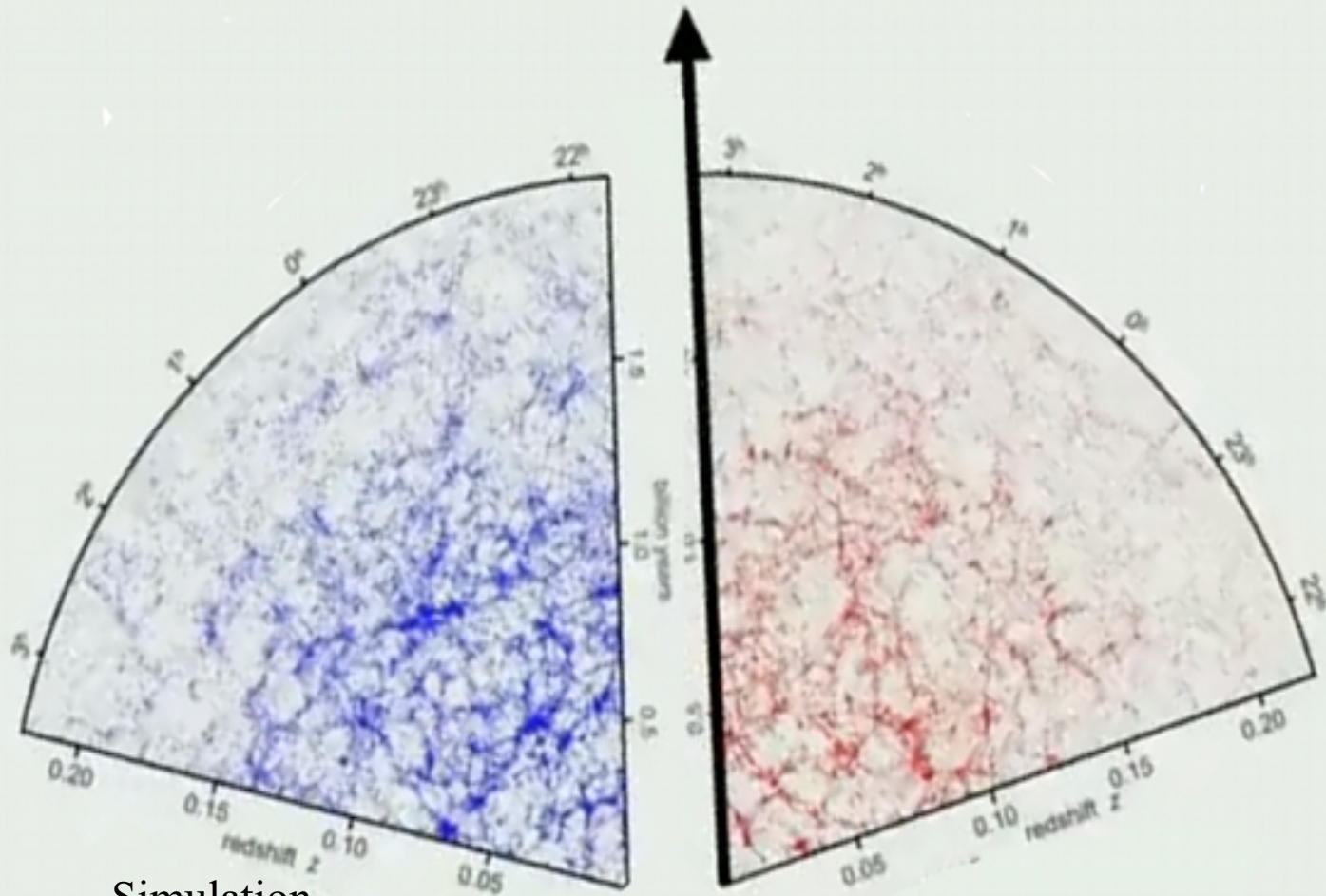
Formation d'une  
spirale

# Simulation numérique de la matière noire





# Distribution spatiale des galaxies



Simulation  
numérique

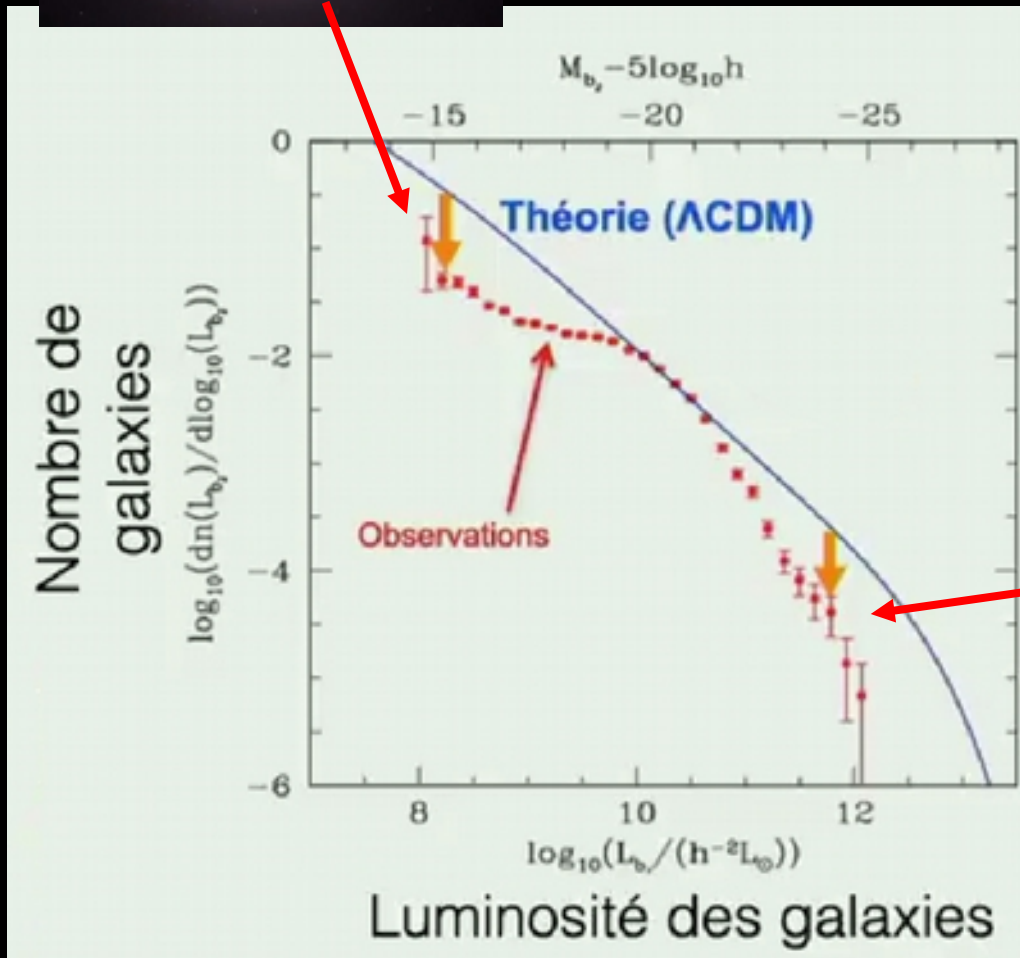
**Présent**

Observation

# Nombre de galaxies : Simulations numériques —

## Observations —

Supernovae



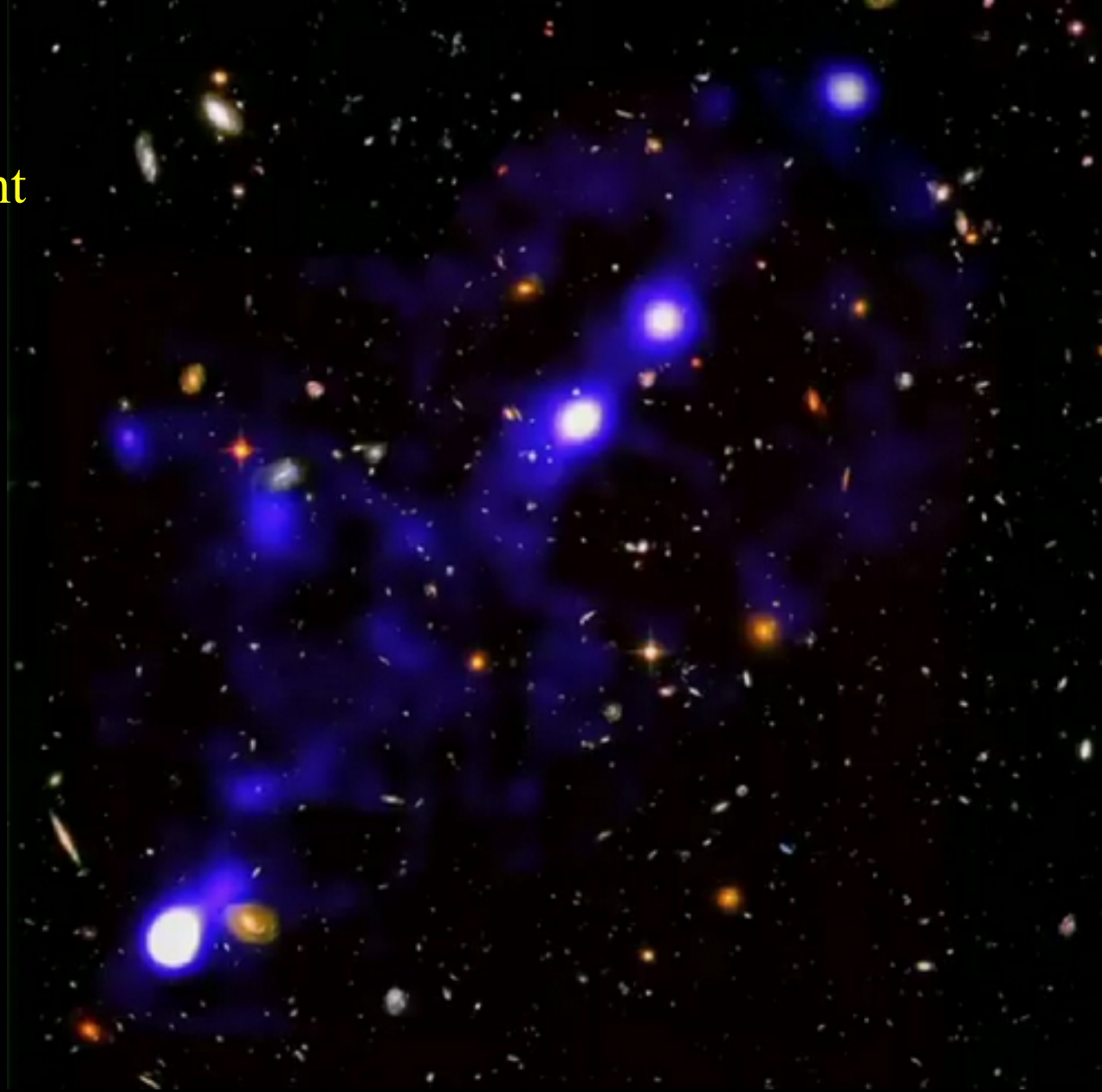
Noyaux actifs





Galaxie Centaurus A (NGC 5128)

Détection d'un filament  
Chaud ( VLT)

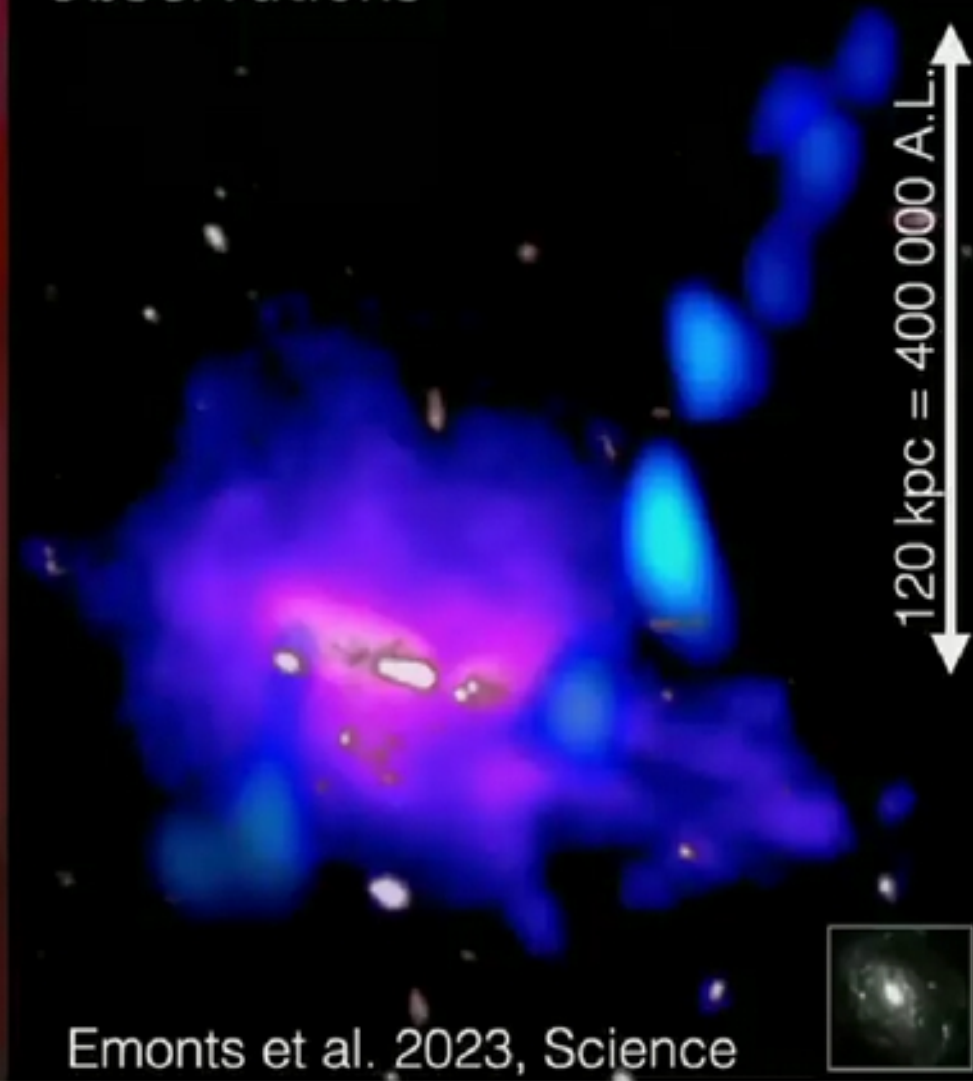


## Computer Simulations



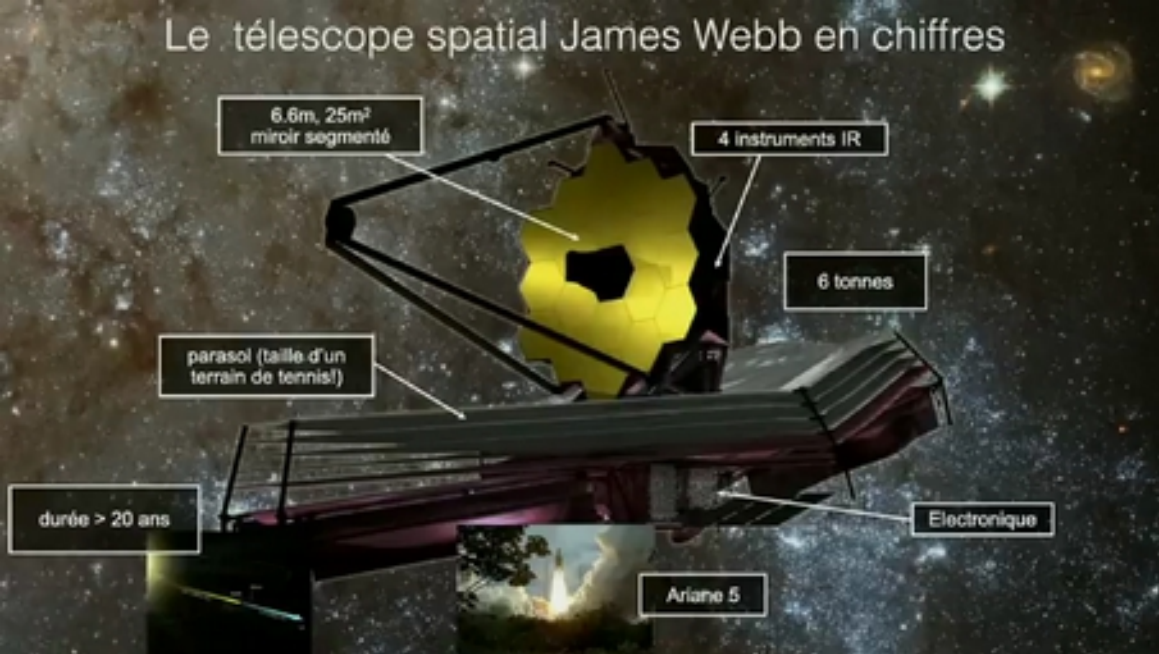
Credits: G. Stinson & A.V. Macciò  
Max-Planck-Institute for Astronomy (MPIA)

## Observations

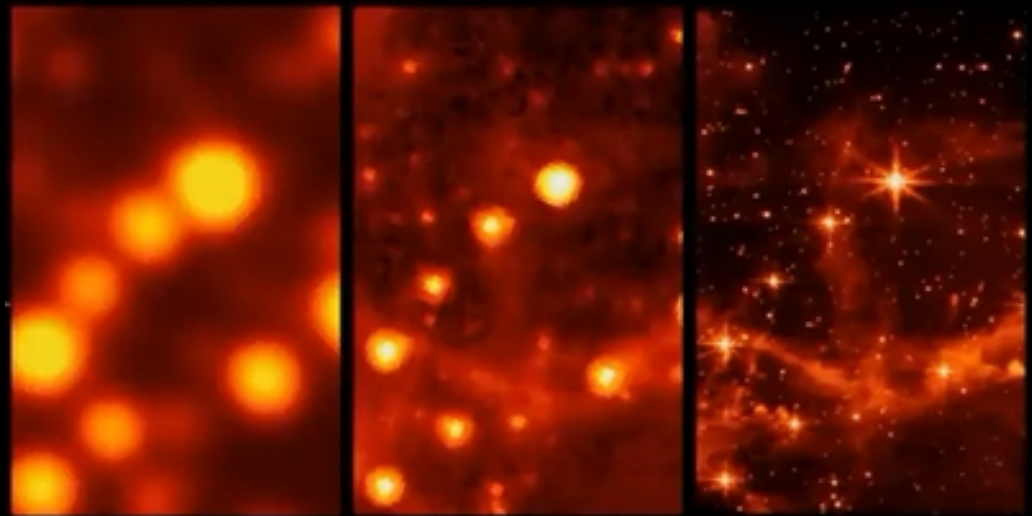


Emonts et al. 2023, Science

# Le télescope spatial James Webb en chiffres



## The Evolution of Infrared Space Telescopes



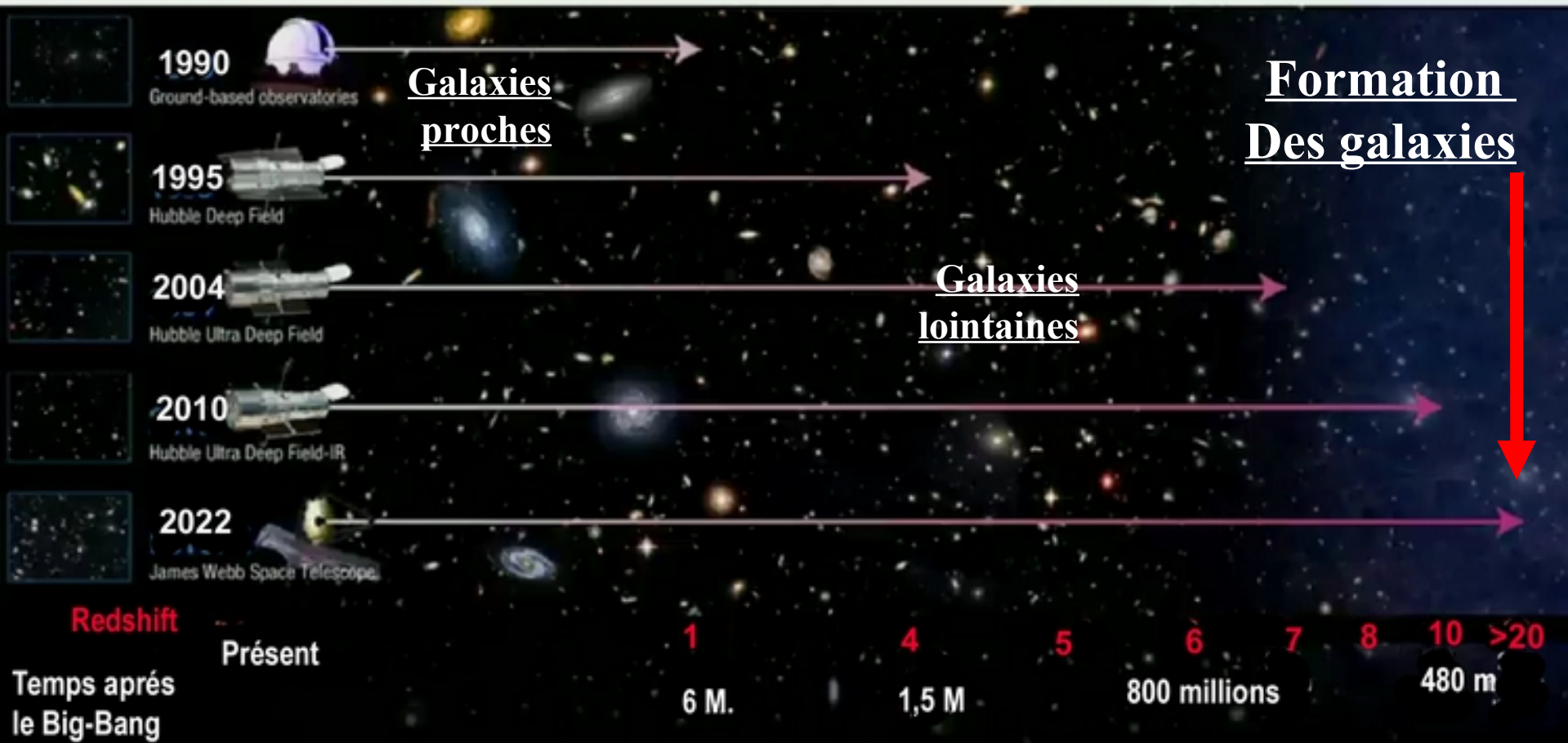
WISE W2 4.6  $\mu\text{m}$

Spitzer/IRAC 8.6  $\mu\text{m}$

JWST/MIRI 7.7  $\mu\text{m}$

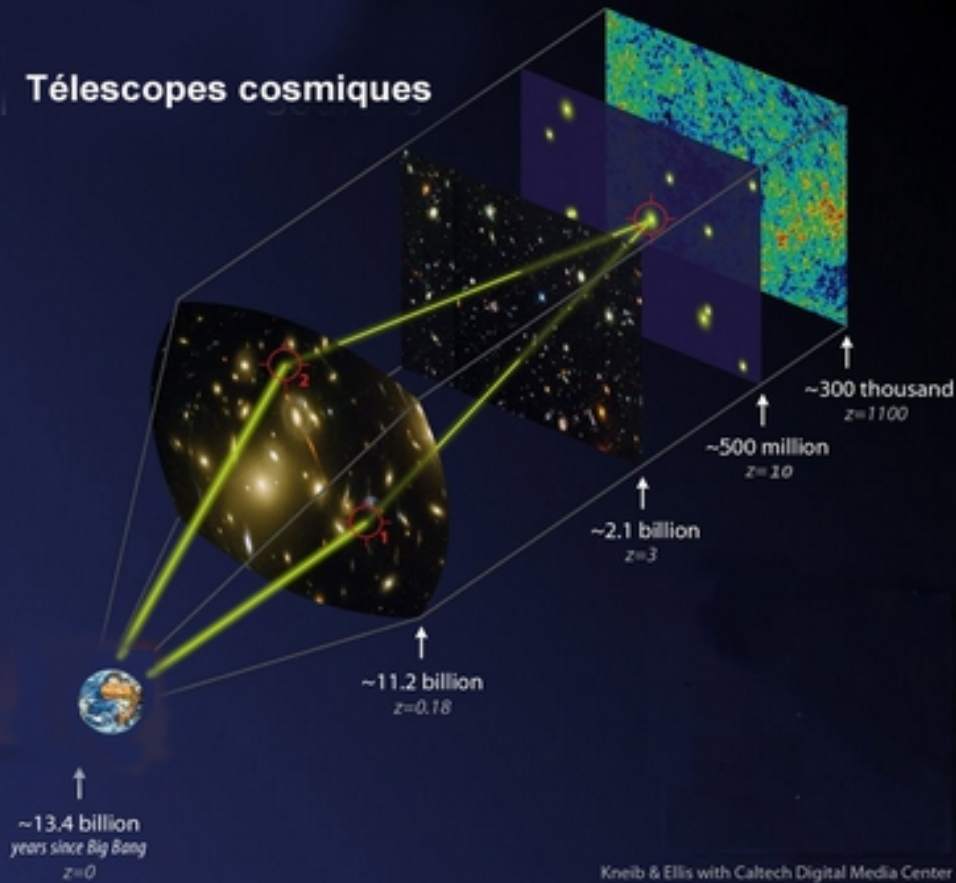
Pouvoir de résolution

# Le JWST permet de sonder les galaxies TRES lointaines

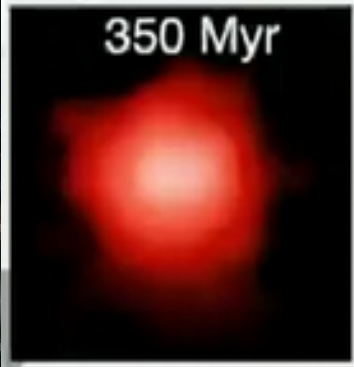
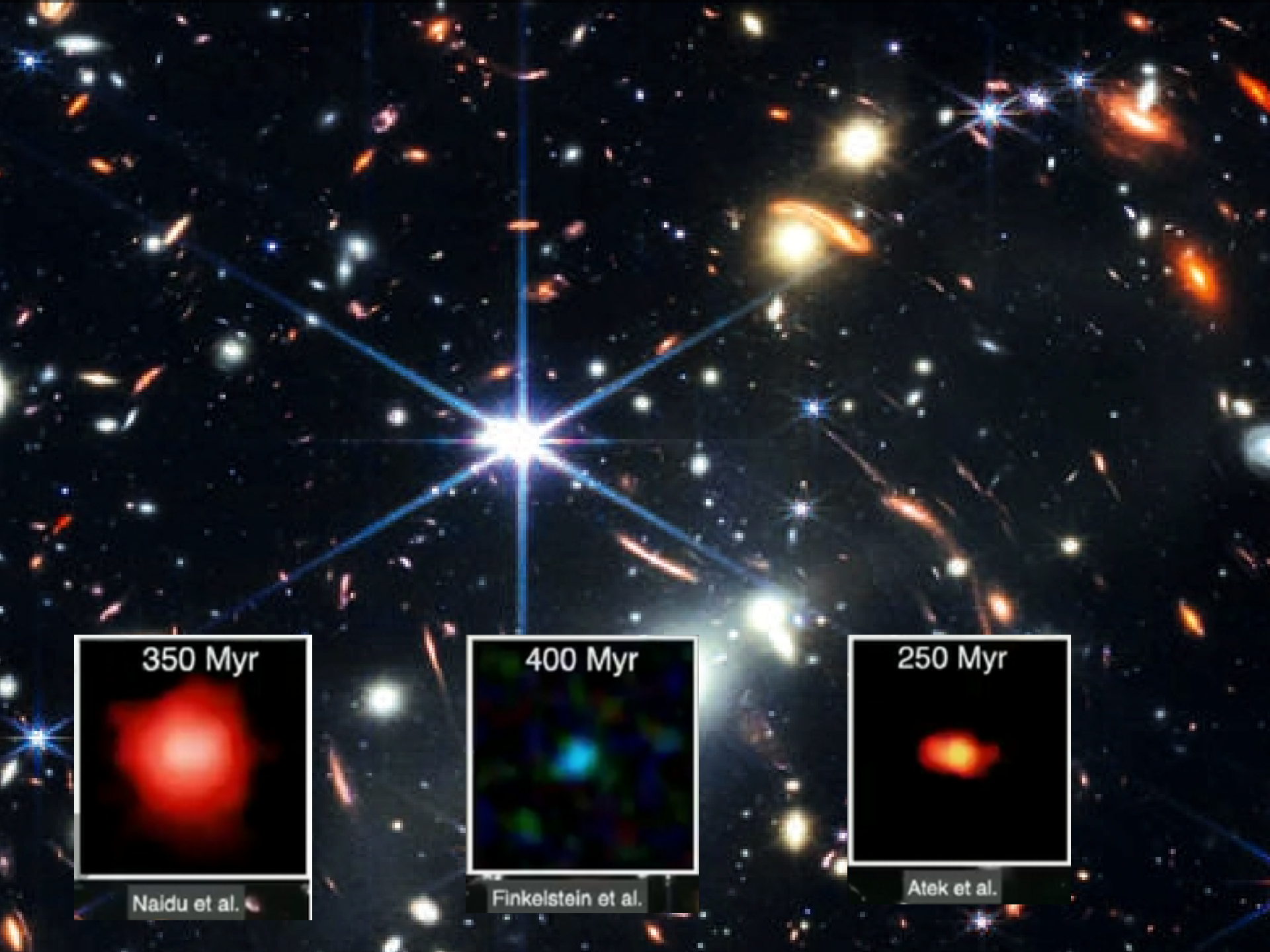


# Pour aller plus loin que J.W 1<sup>es</sup> TELESCOPES COSMIQUES

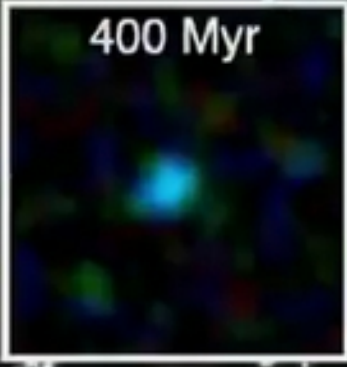
## Télescopes cosmiques







Naidu et al.



Finkelstein et al.

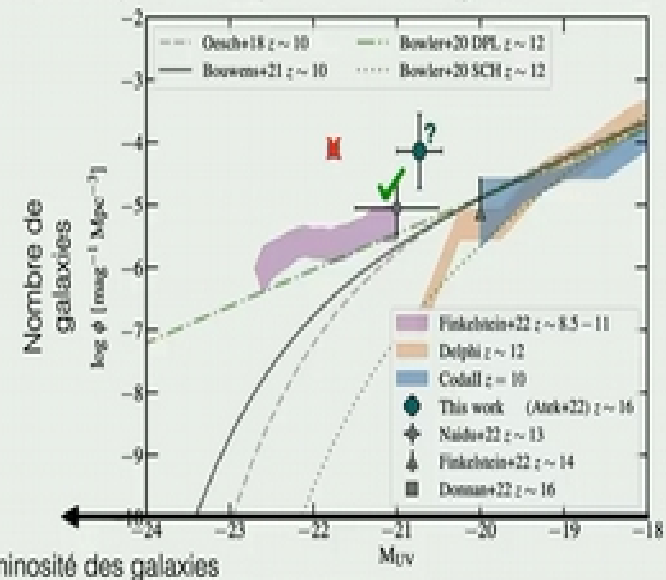
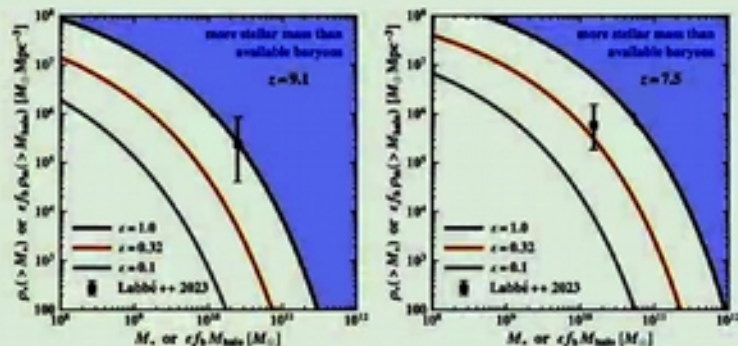


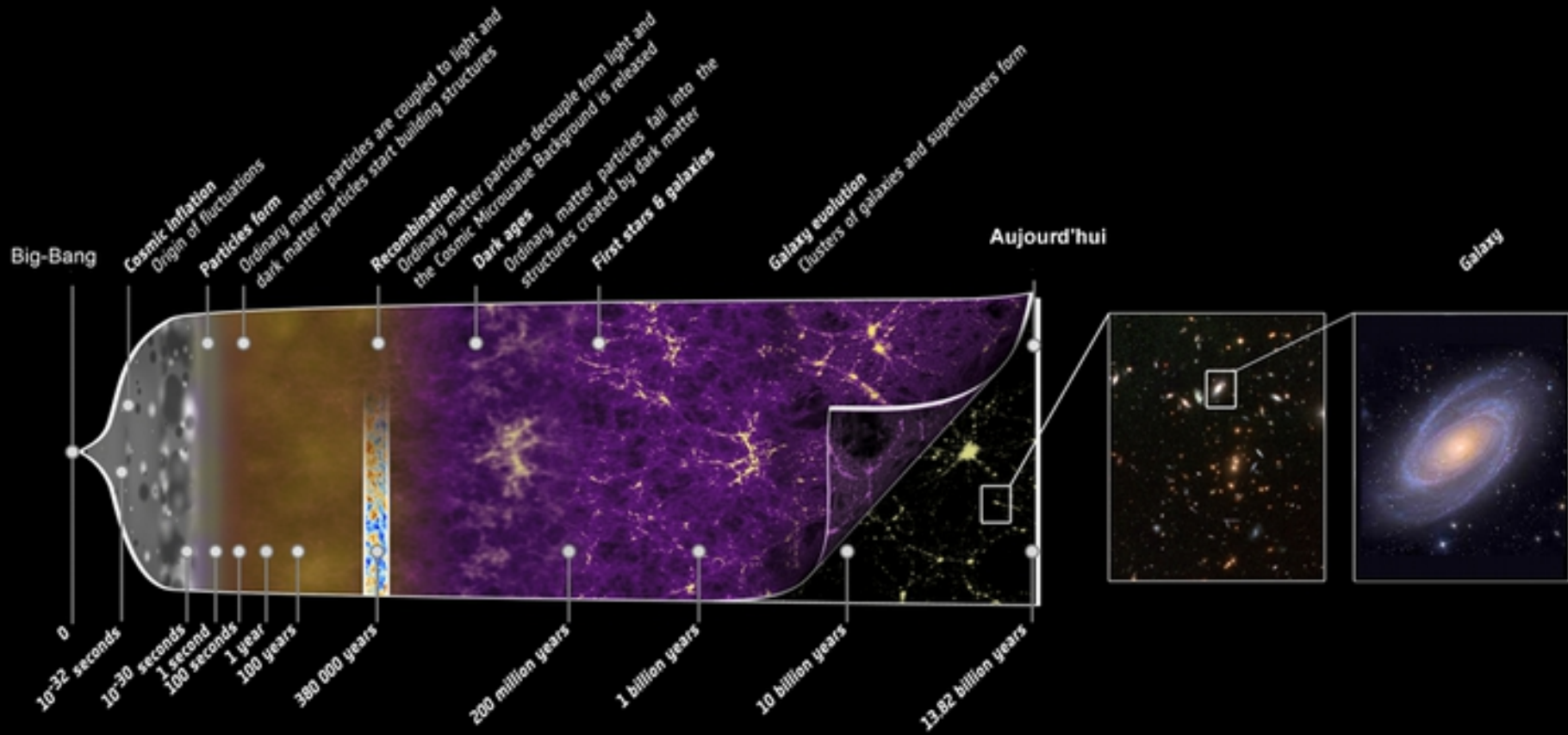
Atek et al.

# Ces galaxies lointaines modifient elles les modèles

La découverte récente de galaxies très **massives** et très **lointaines** avec un décalage spectral  $Z = 8-9$  et jusqu'à 11 (100 millions d'années après le « Big-Bang »), et un pourcentage de formation d'étoiles très élevé par rapport à leurs masses.

- La formation stellaire est-elle très efficace dans l'Univers jeune (Dekel et al. 2023) ?
- Ces galaxies sont-elles des galaxies particulières? Des fusions entre galaxies ?
- ...ou des noyaux actifs ?
- Faut-il mettre à jour les modèles de population stellaires?





**A suivre .....**

**C'est fini....**

**Merci de votre attention**

