

SEMAINE 2

HISTOIRE DE L'UNIVERS

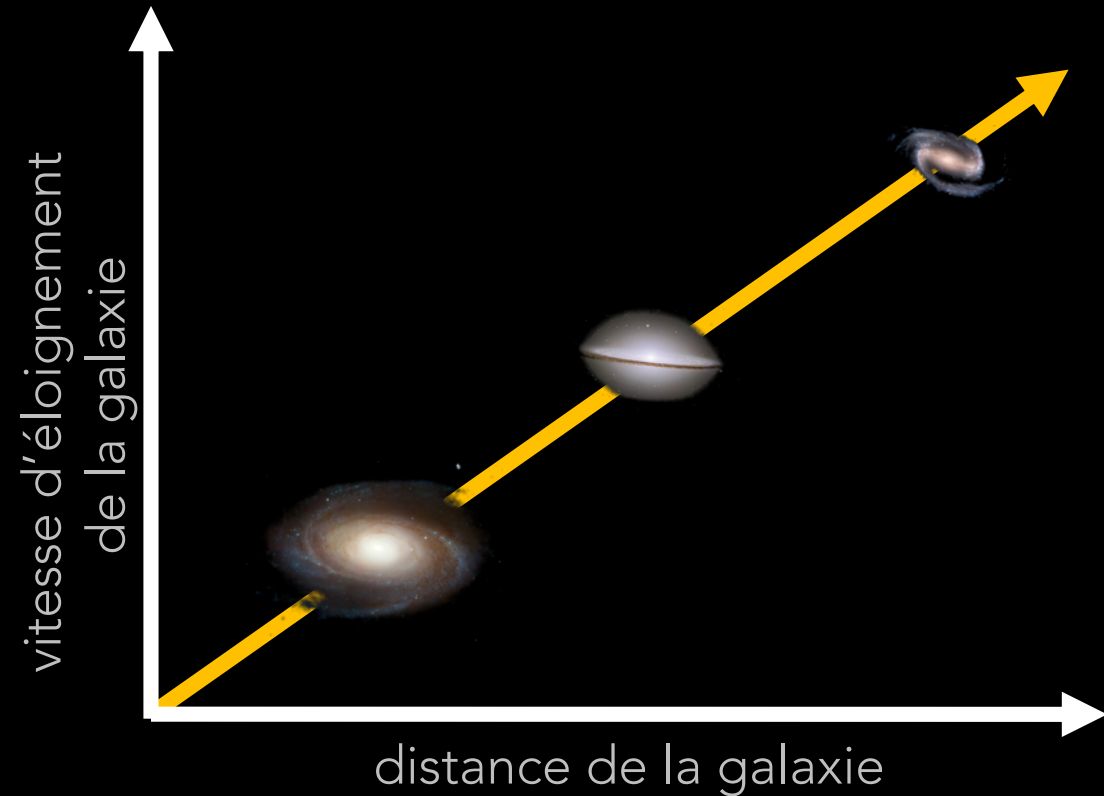
LE BIG BANG

visualisation... pas très réaliste!

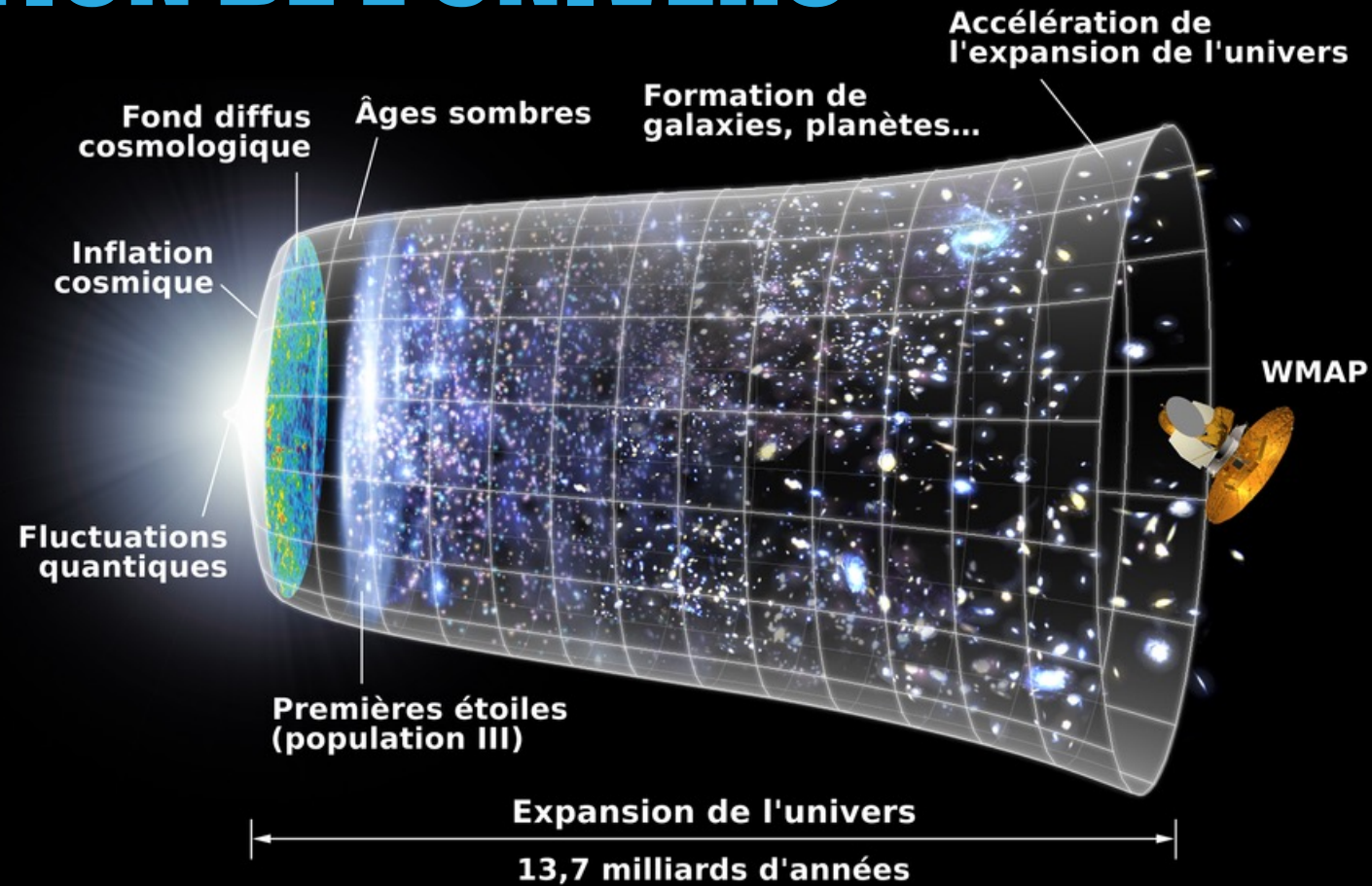
Crédit: NASA's Goddard Space Flight Center/CI Lab)
<https://svs.gsfc.nasa.gov/12656>

D'OÙ VIENT CETTE IDÉE?

En observant des galaxies lointaines, Edwin Hubble (1929) découvre qu'elles s'éloignent toutes de nous et que plus elles sont loin, plus elles s'éloignent rapidement: l'univers est en expansion.



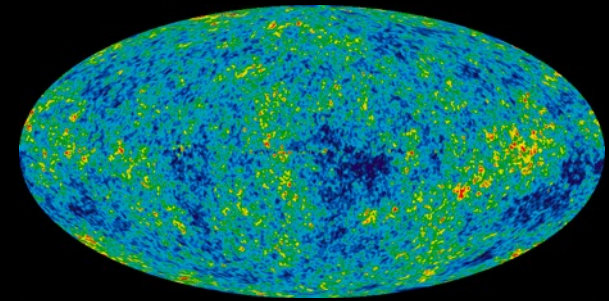
ÉVOLUTION DE L'UNIVERS



NASA/WMAP Science Team

ÉVOLUTION DE L'UNIVERS

TEMPS	ÉVÈNEMENT
0	Big Bang
+10 ⁻³² s	Inflation (expansion très rapide)
+ 3 minutes	Nucléosynthèse primordiale: formation des premiers noyaux d'éléments
+ 380 000 années	Formation des premiers atomes neutres (électrons s'attachent aux noyaux): hydrogène, hélium et un peu de lithium Émission du fond diffus cosmologique.
+ 150 millions d'années ?	Formation des premières grandes structures de l'Univers (étoiles, galaxies...)
+ 4 milliards d'années	Formation de la Voie lactée (il y a environ 10 milliards d'années)



Crédits:

Rayonnement de fond cosmologique: NASA / WMAP Science Team - <https://map.gsfc.nasa.gov/media/121238/index.html>

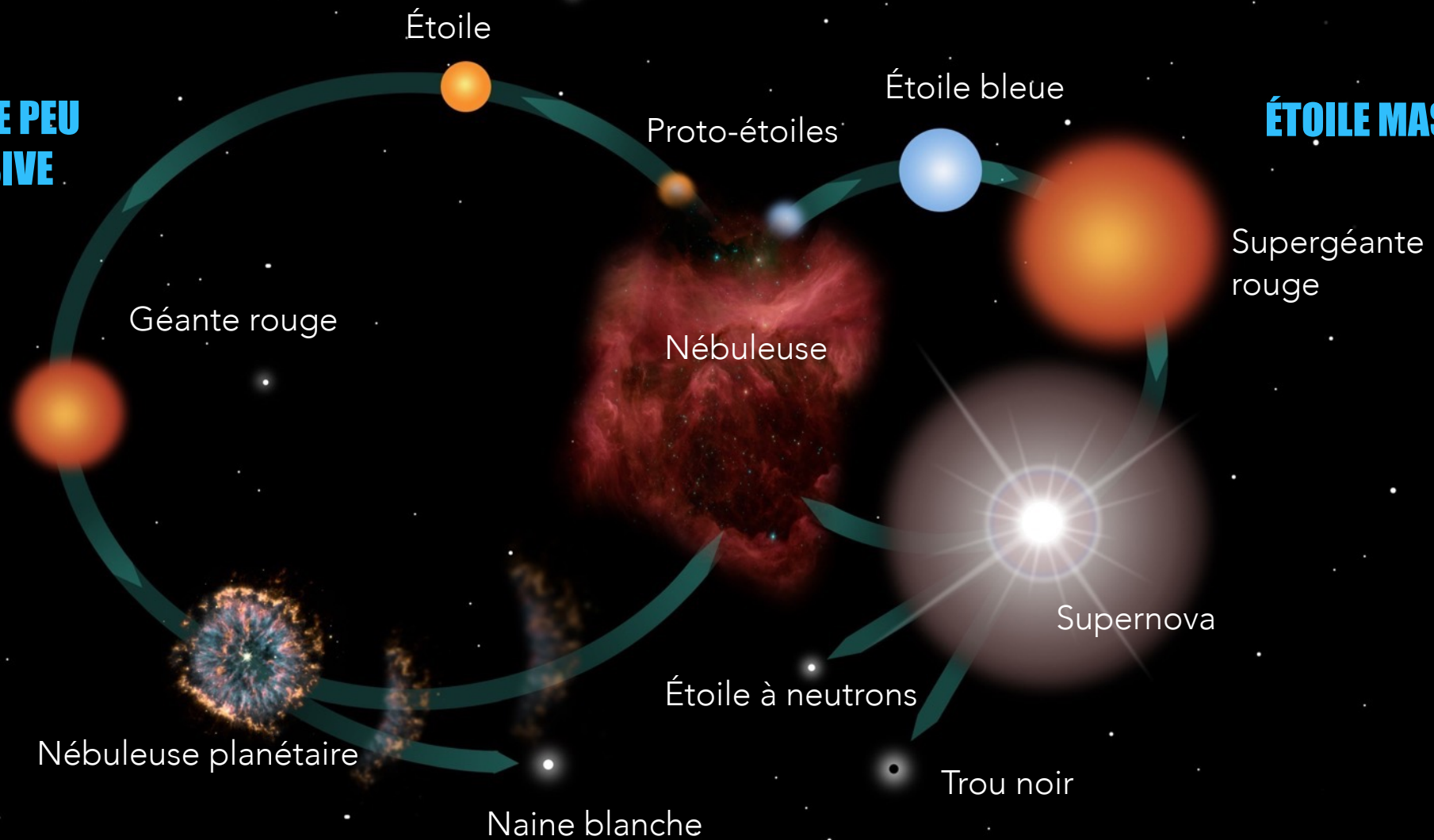
Voie Lactée: NASA/JPL-Caltech/R. Hurt (SSC/Caltech)

<http://www.spitzer.caltech.edu/images/1927-ssc2008-10a1-The-Milky-Way-Galaxy>

VIE ET MORT DES ÉTOILES

**ÉTOILE PEU
MASSIVE**

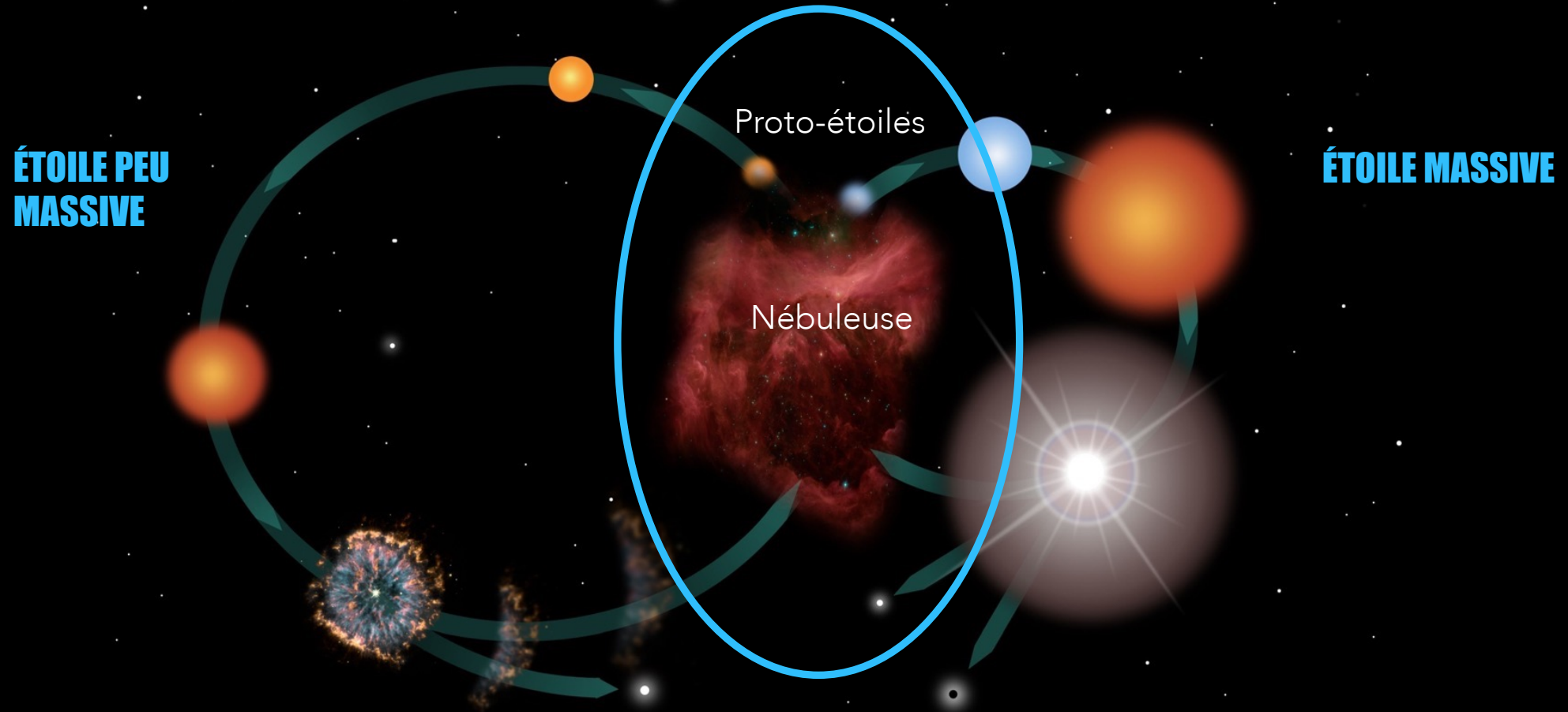
ÉTOILE MASSIVE



Crédit: NASA

https://imagine.gsfc.nasa.gov/educators/lessons/xray_spectra/images/life_cycles.jpg

FORMATION DES ÉTOILES



Les nébuleuses sont des nuages de gaz et de poussières dans l'espace.

Plusieurs sont des endroits où se forment des étoiles et des systèmes planétaires.

La nébuleuse d'Orion, située à 1500 années-lumière.



Crédit: NASA/ESA/STScI

http://hubblesite.org/image/1826/news_release/2006-01

Sous l'effet de la gravité, le gaz se contracte en différents endroits et forme des étoiles et planètes.

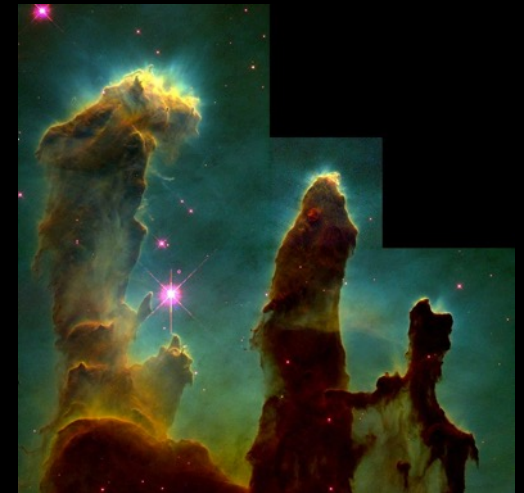
La nébuleuse de l'Aigle, située à 7000 années-lumière.



Le centre de la nébuleuse de l'Aigle, photographié par Hubble en 2015.



Image originale
de 1995:



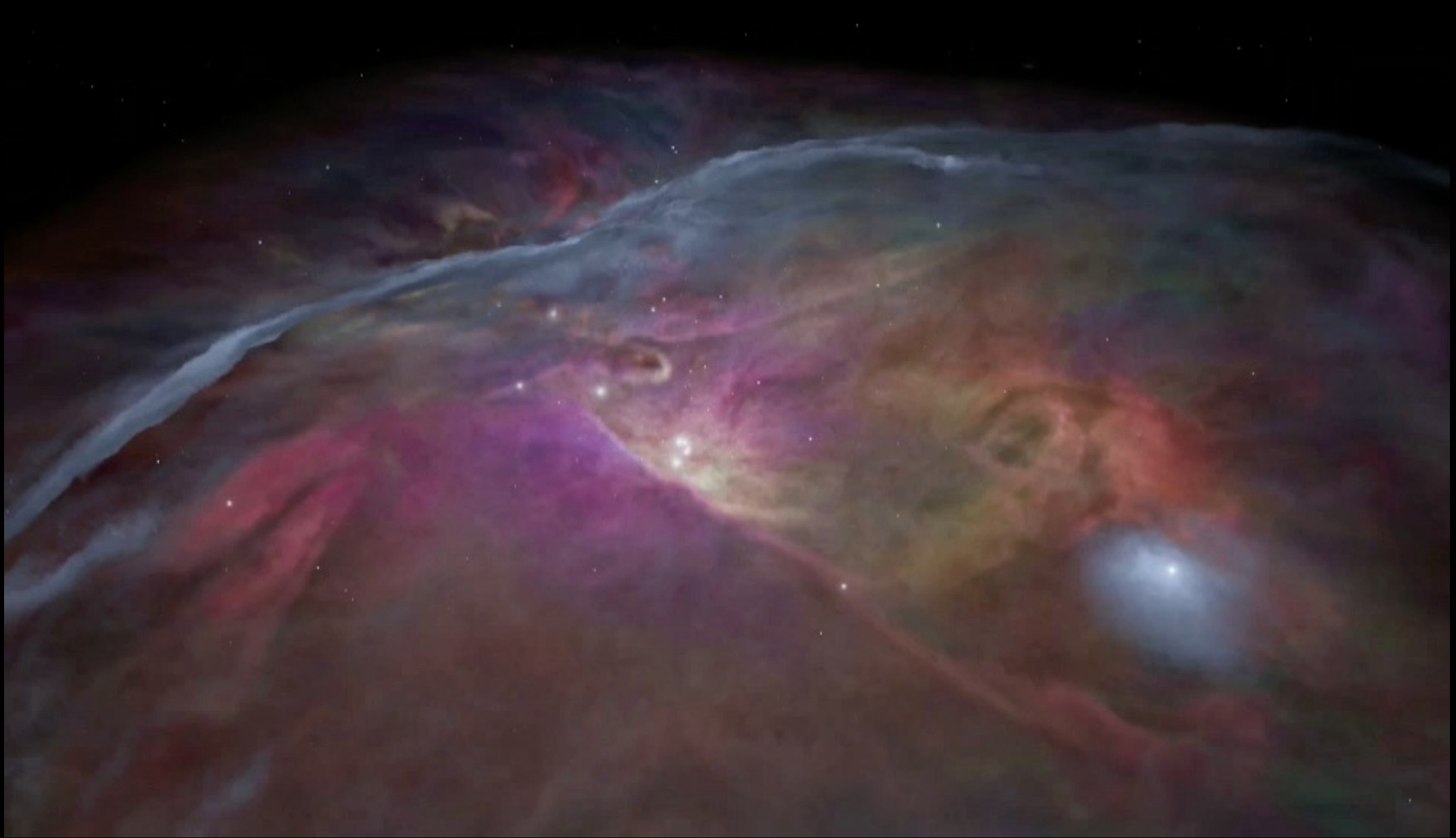
Crédit: NASA/ESA/STScI

<http://hubblesite.org/image/3862/category/91-astronomical>

<http://hubblesite.org/image/351/category/3-nebulae>



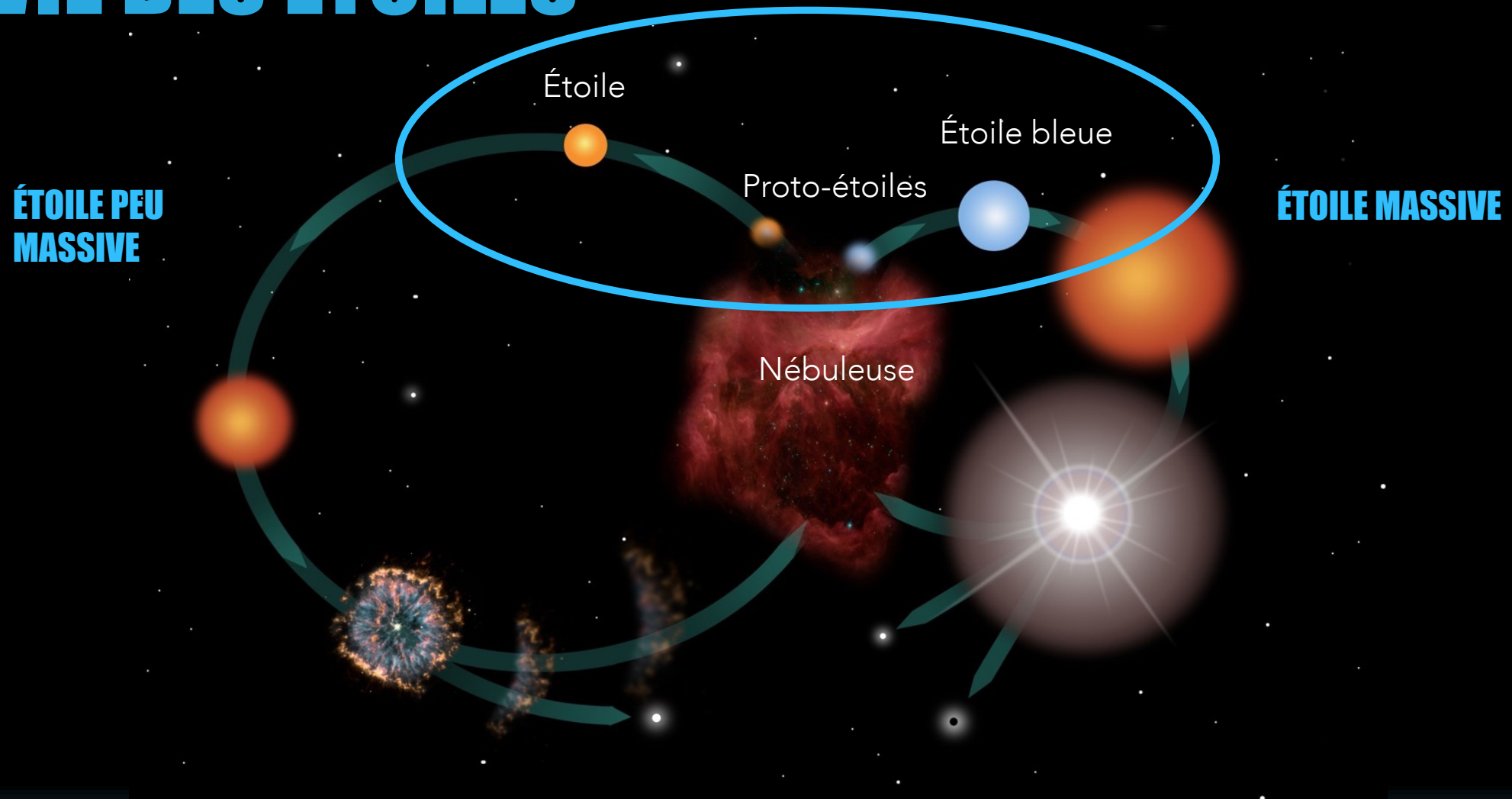
Formation
d'étoiles dans
la nébuleuse
d'Orion



Crédit: NASA's Goddard Space Flight Center / NASA/ESA/STScI/AURA/The Hubble Heritage Team

<https://svs.gsfc.nasa.gov/12086>

VIE DES ÉTOILES



Crédit: NASA

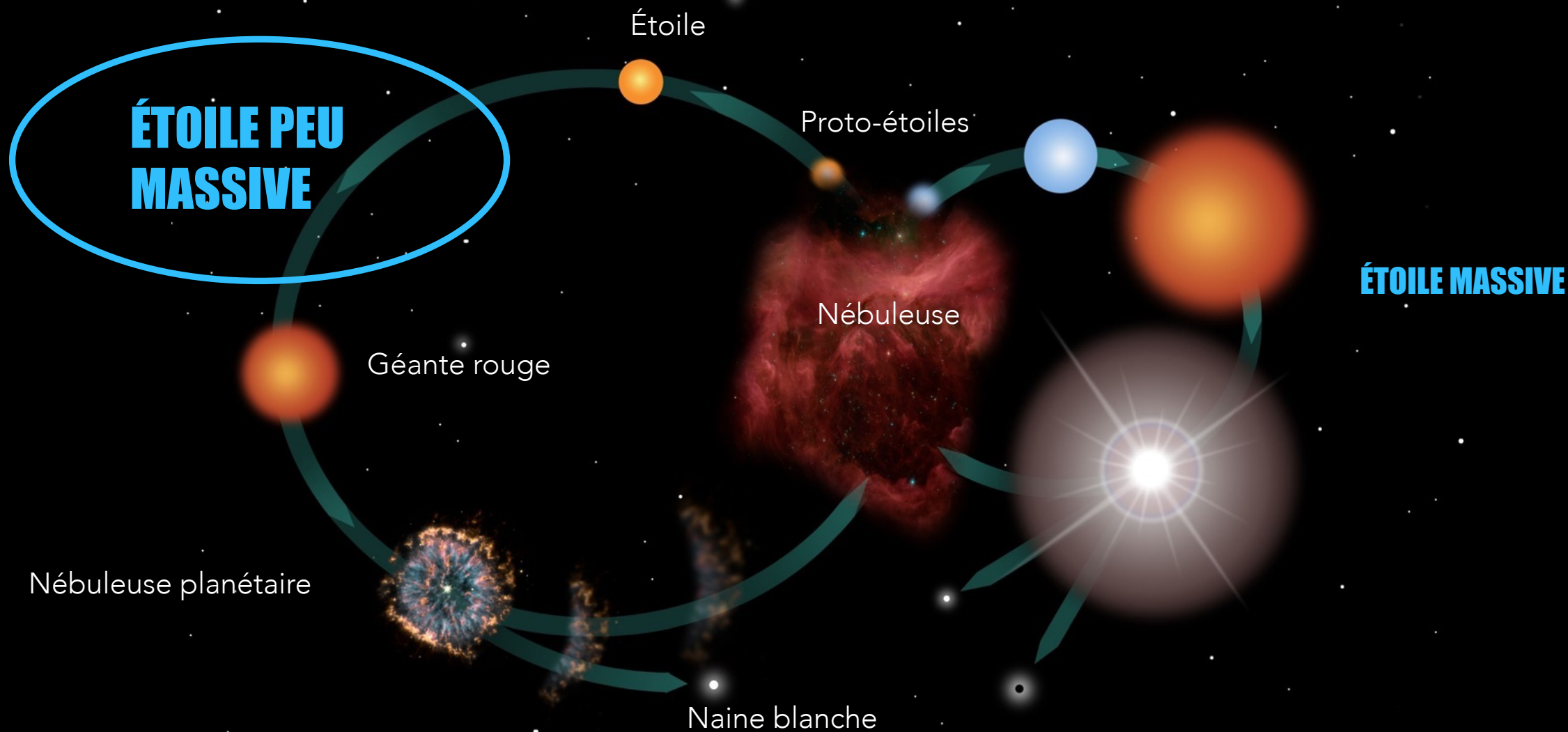
https://imagine.gsfc.nasa.gov/educators/lessons/xray_spectra/images/life_cycles.jpg

TYPES D'ÉTOILES

Le facteur qui influence l'évolution d'une étoile est sa masse:

- Les étoiles peu massives (moins de 10x masse du Soleil, environ) vivent* des milliards d'années avant de changer drastiquement. Ces étoiles seront moins chaudes durant leur vie (jaunes, rouges...)
- Les étoiles massives (plus de 10x la masse du Soleil) ne vivront que quelques millions d'années. Ces étoiles seront plus chaudes (bleues).

* vie d'une étoile: fusion nucléaire de l'hydrogène en son centre



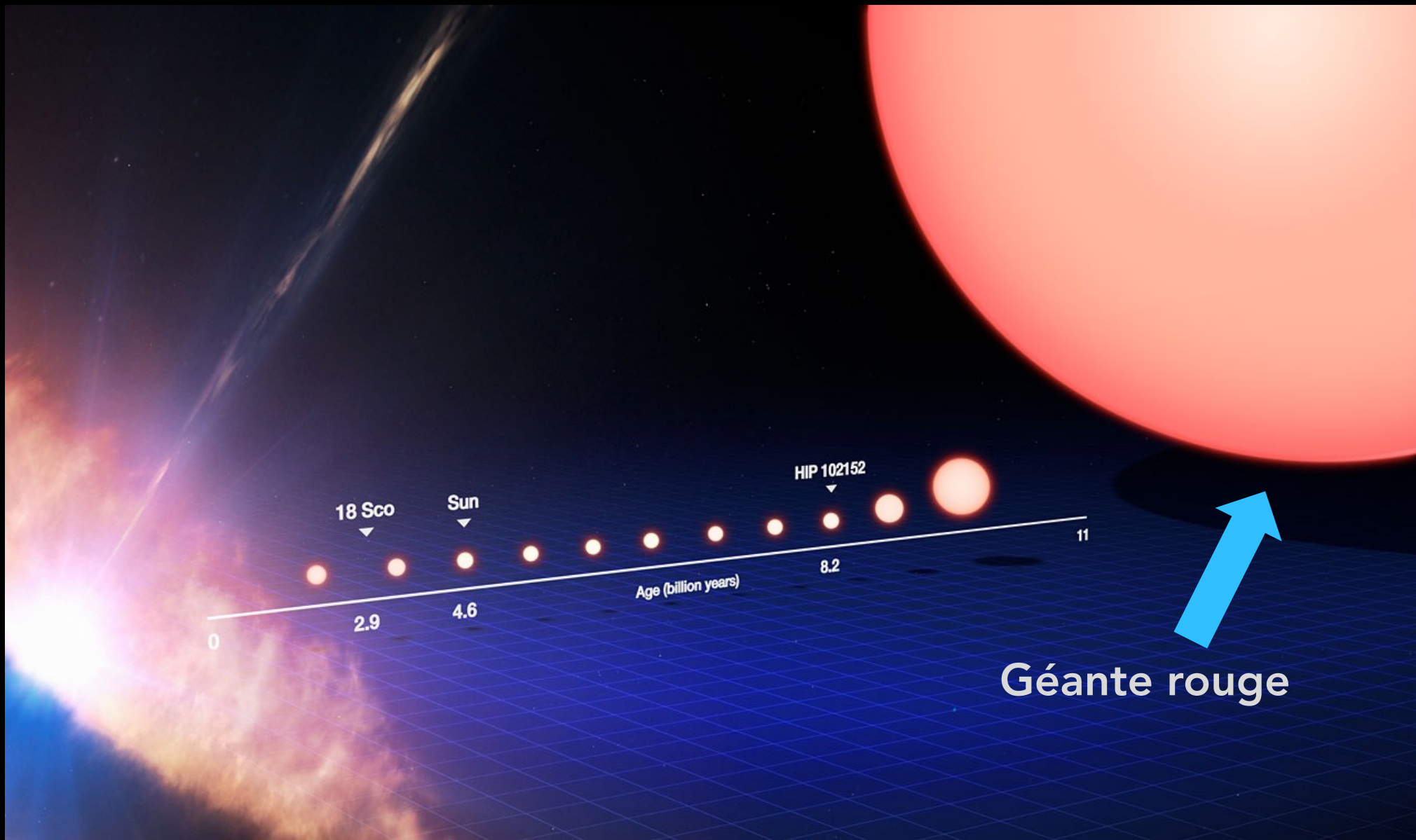
Crédit: NASA

https://imagine.gsfc.nasa.gov/educators/lessons/xray_spectra/images/life_cycles.jpg

CYCLE DE VIE DU SOLEIL

Le Soleil est au milieu de sa vie (4,6 milliards d'années sur environ 10 milliards) .

- Vers la fin de sa vie, il va gonfler pour devenir une géante rouge. Il englobera alors Mercure, Vénus et possiblement la Terre.
- Puis, ses couches extérieures vont s'échapper pour former une nébuleuse planétaire (nom très étrange...).
- Il restera alors son centre, une naine blanche encore très chaude et qui prendra des milliards d'années à se refroidir. Les naines blanches sont très denses: environ la masse du Soleil dans un objet de la grosseur de la Terre.



Géante rouge



www.eso.org

NÉBULEUSE PLANÉTAIRE ET NAINE BLANCHE

gaz éjecté par l'étoile
(couches extérieures)

naine blanche

La nébuleuse de l'Hélice,
située à 700 années-lumière.



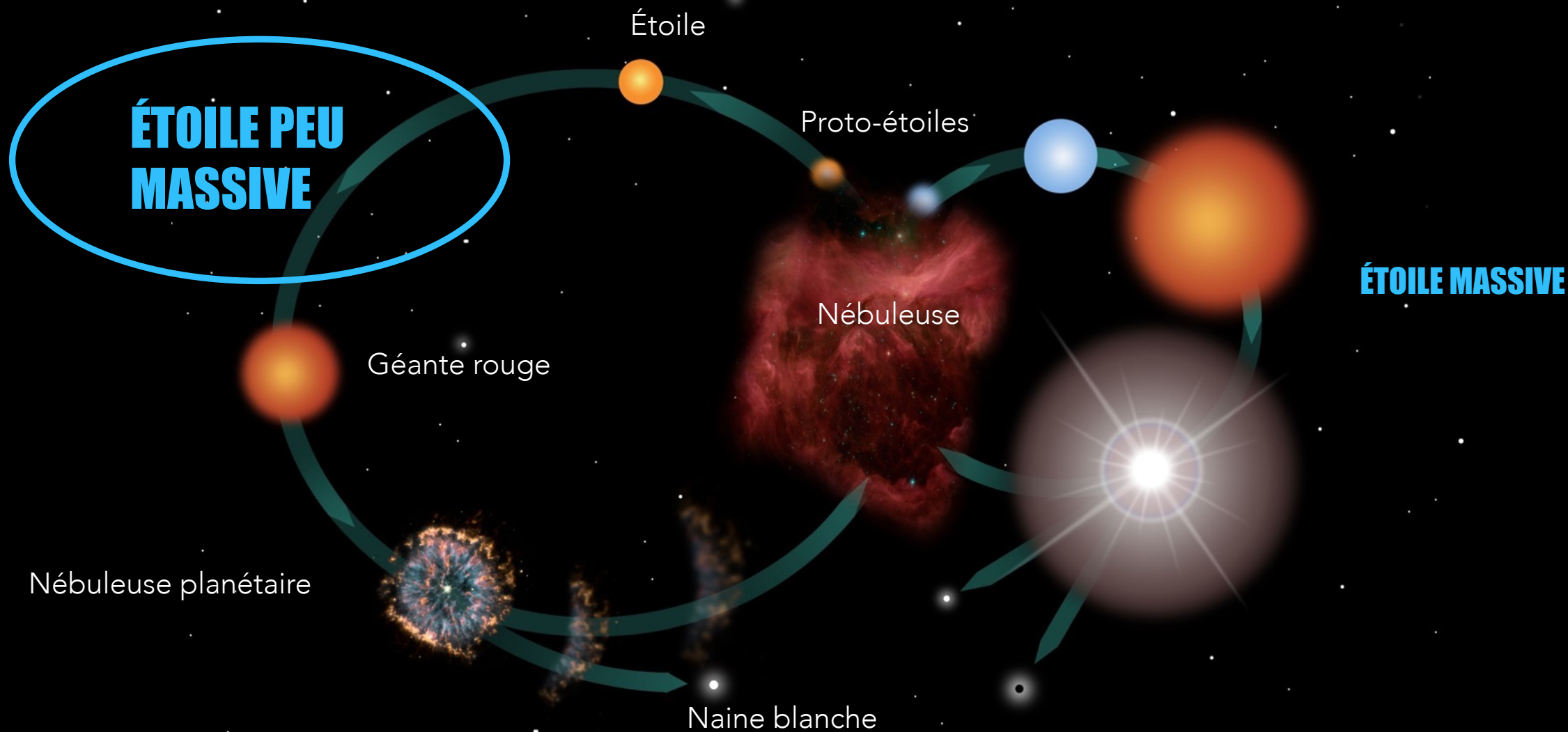
La nébuleuse de l'Anneau
(ou de la Lyre), 2300 a.l.



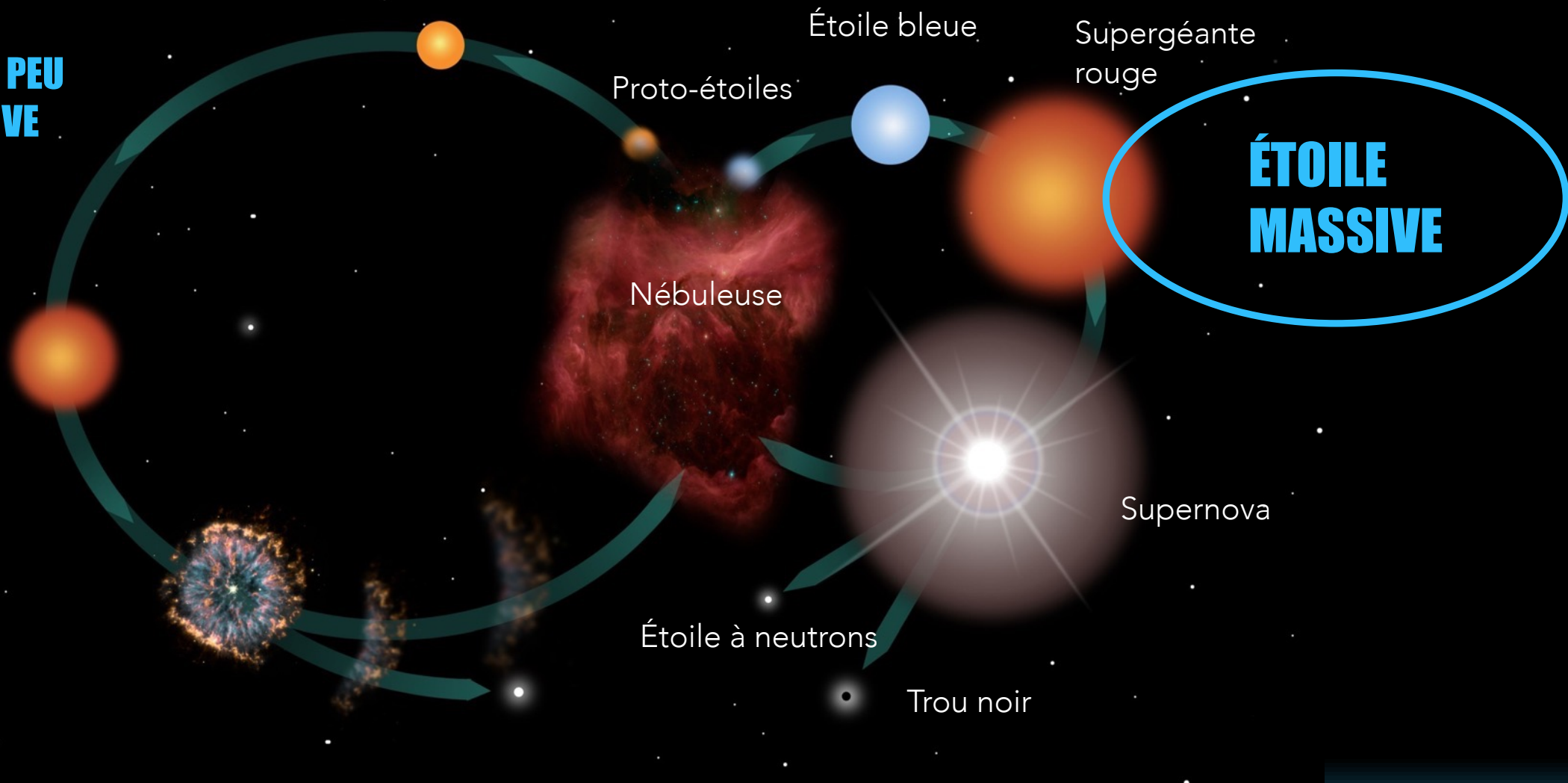
NGC 6302 – Nébuleuse du Papillon



Nébuleuse Œil-de-Chat

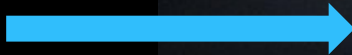


**ÉTOILE PEU
MASSIVE**

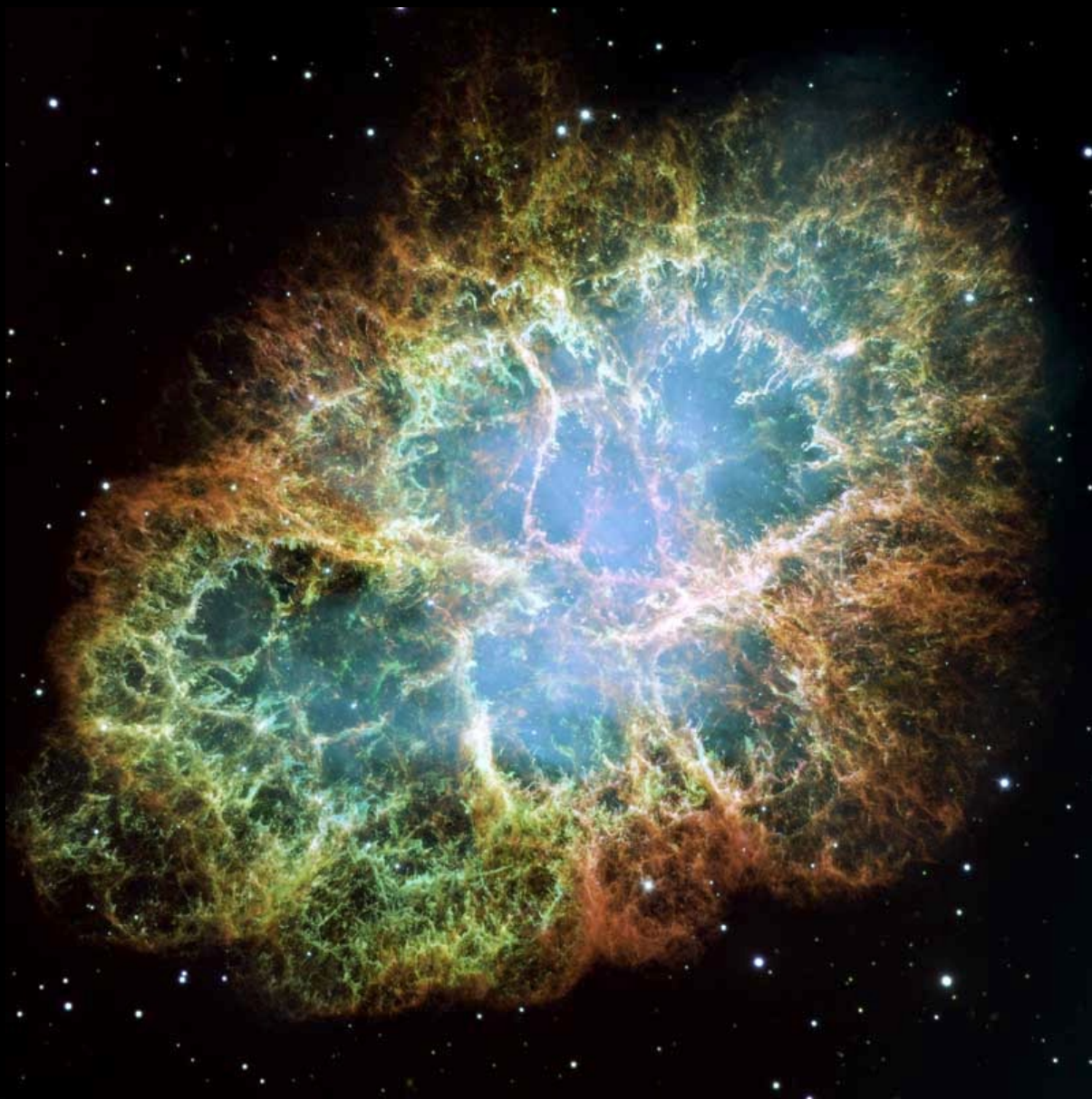


SUPERNOVA

Une étoile devient soudainement plus brillante que sa galaxie entière. C'est une étoile qui explose, une **supernova**.





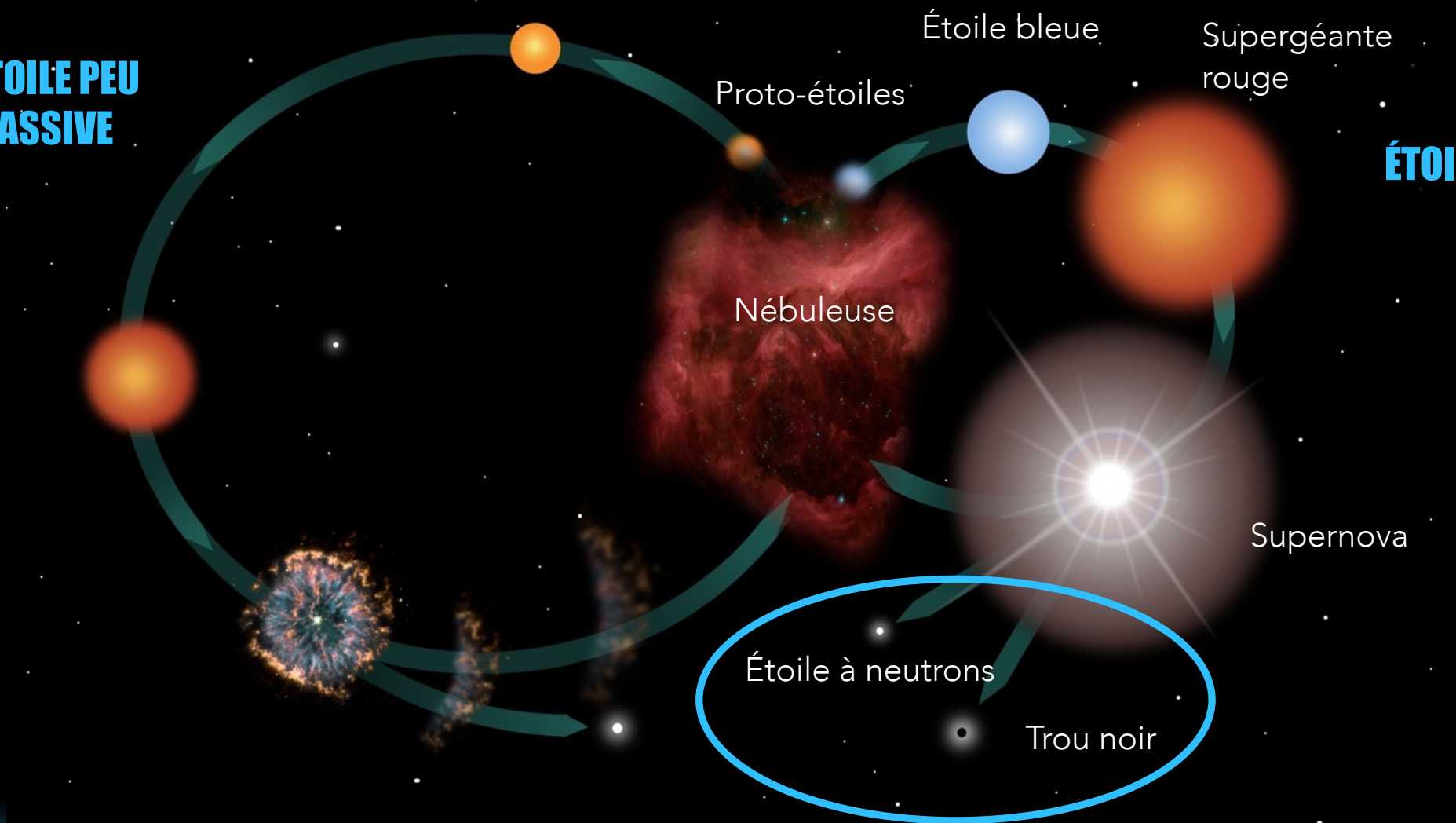


Nébuleuse du Crabe (M1)

Supernova observée en 1054, située à 6500 a.l. de nous. Le nuage fait maintenant plus de 11 a.l. de large et est toujours en expansion (1400 km/s).

**ÉTOILE PEU
MASSIVE**

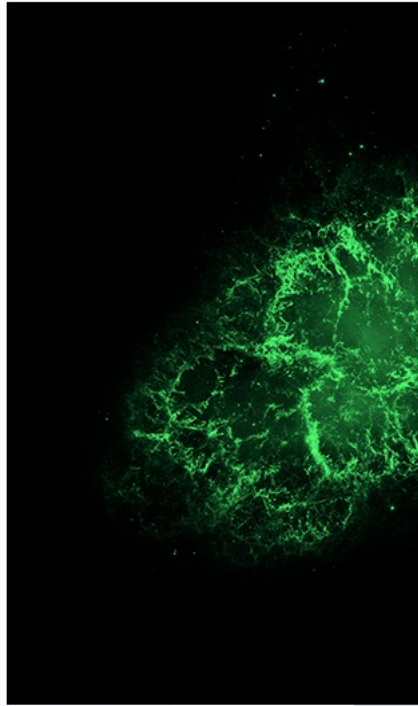
ÉTOILE MASSIVE



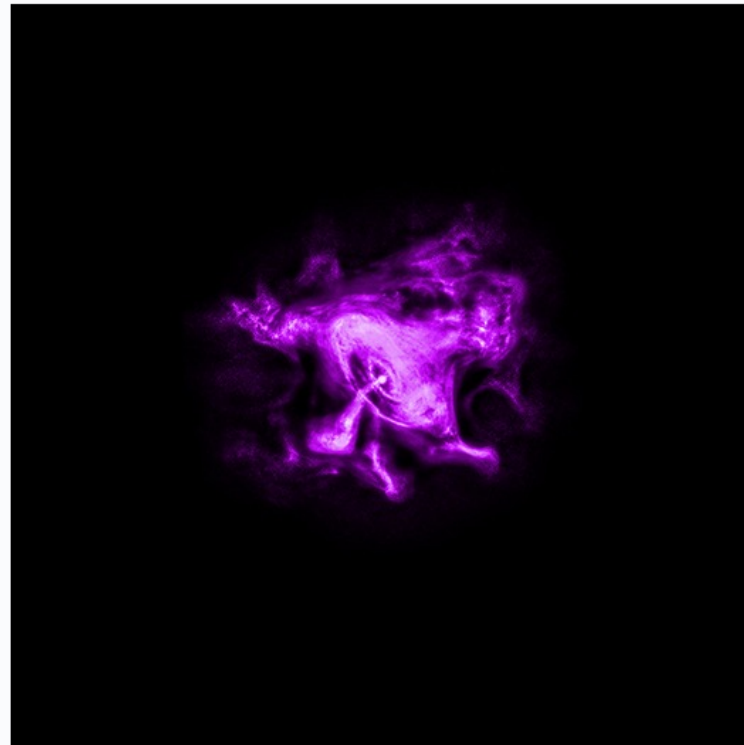
ÉTOILE À NEUTRONS

Crab Nebula: Observatories Combine to Crack Open the Crab Nebula

Crab Nebula: Observatories Combine to Crack Open the Crab Nebula



View Wavelengths Composite X-ray Optical



View Wavelengths Composite X-ray Optical Infrared Radio UV

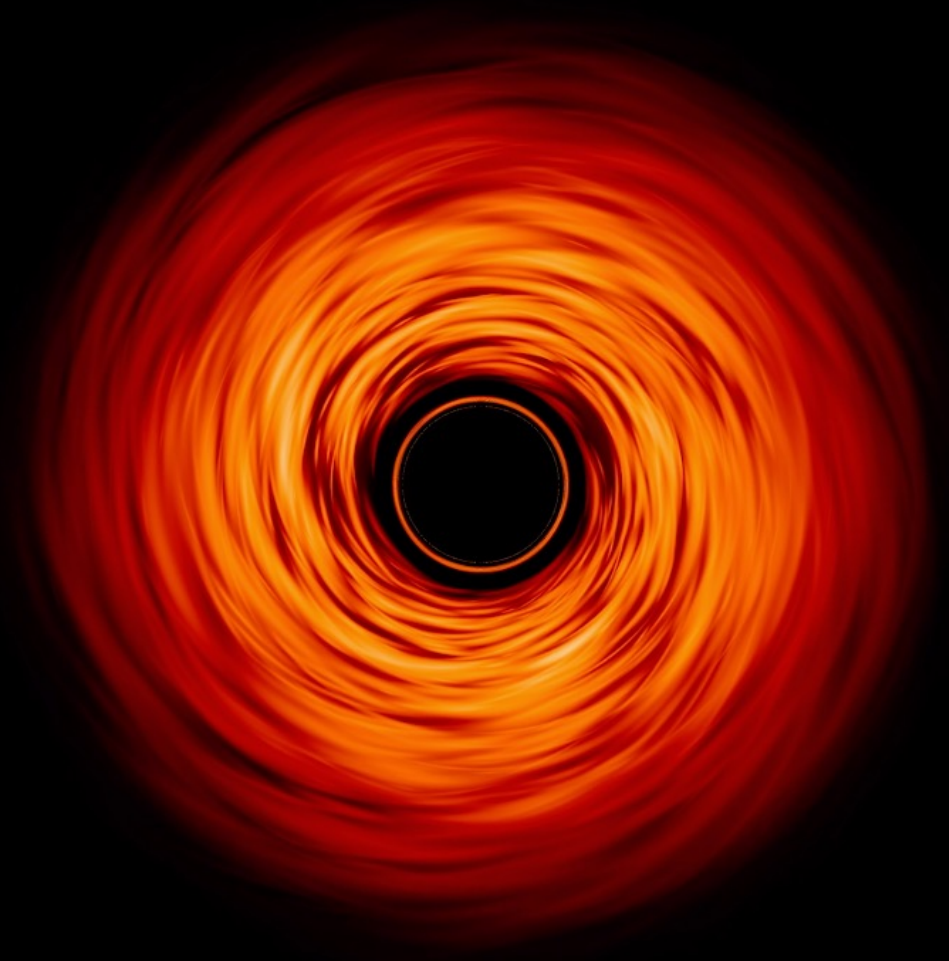
Au cœur de la nébuleuse se trouve une **étoile à neutrons**, le restant extrêmement dense de l'étoile: plusieurs fois la masse du Soleil dans un diamètre de 10km environ.

Un **pulsar** est une étoile à neutrons qui tourne rapidement sur elle-même et émet des jets de radiations.

TROU NOIR

Si le cœur de l'étoile est encore assez massif, il peut continuer à s'effondrer sur lui-même. Il devient alors un trou noir.

Un trou noir est un objet dont la gravité est tellement forte que rien ne peut s'échapper, même pas la lumière.

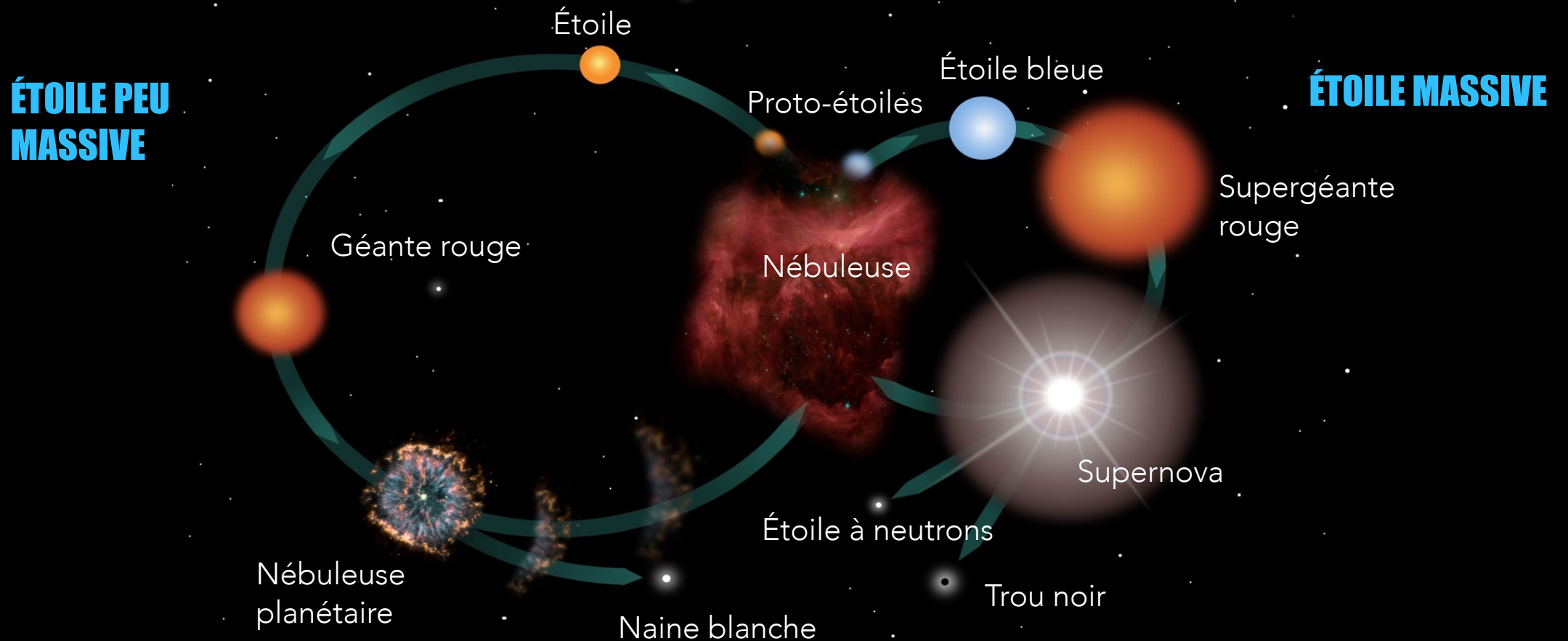


TROU NOIR

La gravité extrême près du trou noir crée un effet de lentille et déforme l'apparence des objets près et derrière le trou noir.



CYCLE DE VIE DES ÉTOILES



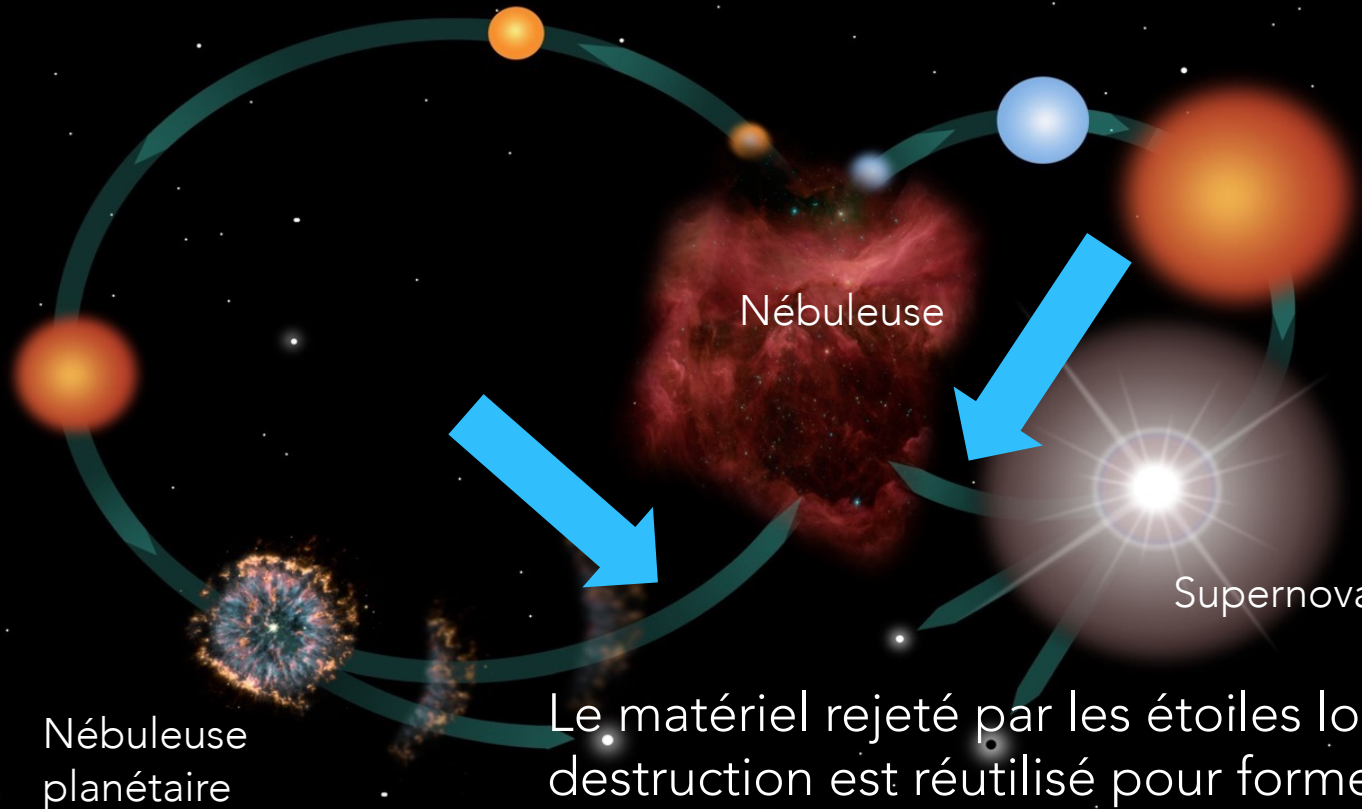
Crédit: NASA

https://imagine.gsfc.nasa.gov/educators/lessons/xray_spectra/images/life_cycles.jpg

RECYCLAGE COSMIQUE

ÉTOILE PEU
MASSIVE

ÉTOILE MASSIVE



Le matériel rejeté par les étoiles lors de leur destruction est réutilisé pour former de nouvelles étoiles (et planètes...)

RECYCLAGE COSMIQUE

Il a fallu que des générations d'étoiles vivent et meurent pour produire tous les éléments qui forment la Terre (et nous-mêmes) aujourd'hui.

D'autres phénomènes ont aussi contribué à la formation des éléments.

The Origin of the Solar System Elements

1 H	big bang fusion 										cosmic ray fission 										2 He												
3 Li	4 Be	merging neutron stars? 										exploding massive stars 										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne						
11 Na	12 Mg	dying low mass stars 										exploding white dwarfs 										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar						
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																
55 Cs	56 Ba			72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn															
87 Fr	88 Ra																																
																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	Very radioactive isotopes; nothing left from stars									

Graphic created by Jennifer Johnson
<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~jaj/nucleo/>

Astronomical Image Credits:
 ESA/NASA/AASNova

FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE

Le système solaire s'est formé il y a 4,6 milliards d'années. C'est en étudiant les plus vieilles roches sur Terre et des météorites qu'il est possible de dater la formation de la Terre et des planètes.

Plus de 99% de la masse dans la nébuleuse solaire a formé le Soleil. La fraction restante est ce qui a formé tous les autres objets!

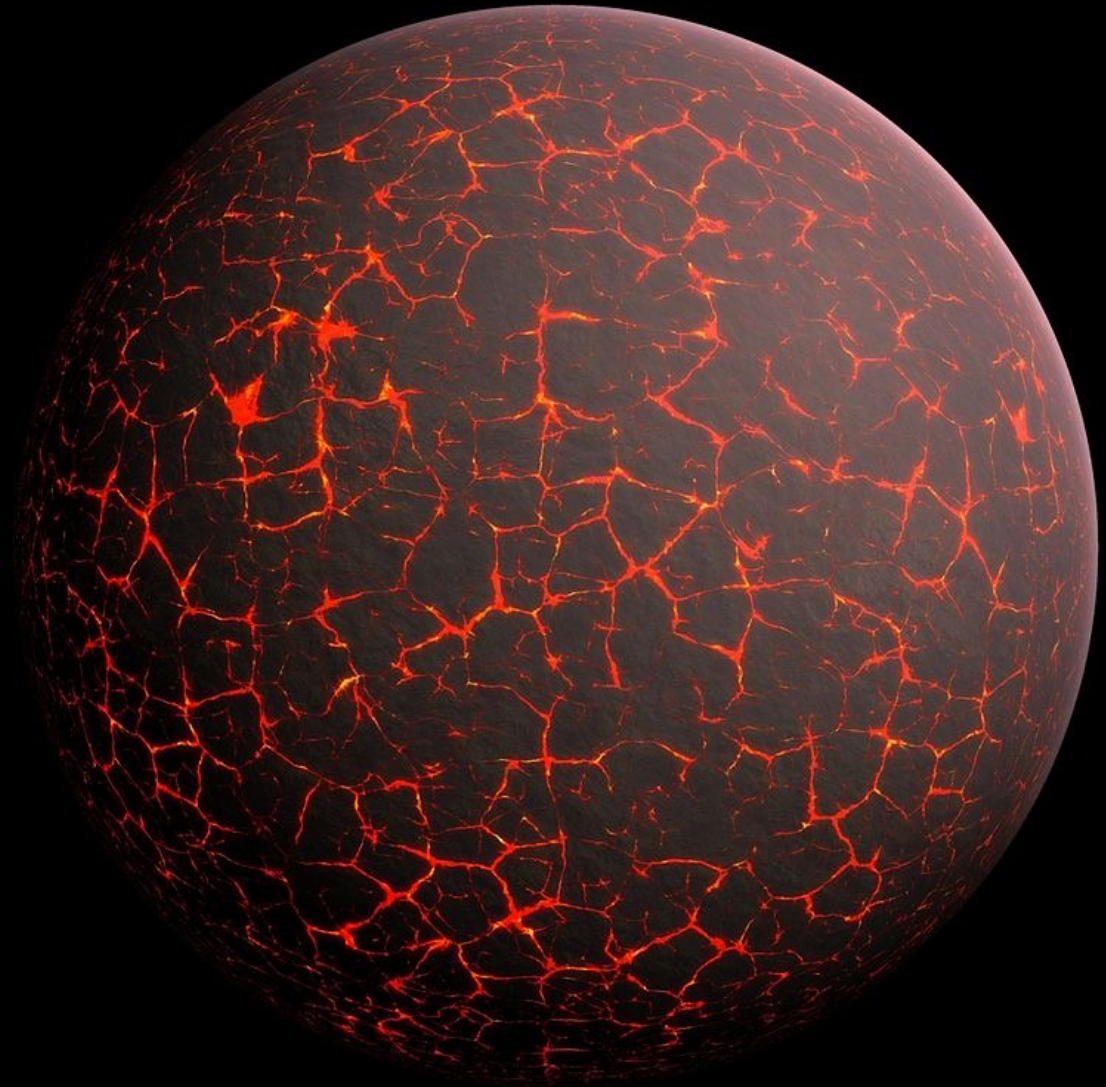


Il est possible de voir des systèmes planétaires en formation dans d'autres systèmes.

Images prises par le radiotélescope ALMA au Chili.



Tôt après sa formation, la Terre continuait à être bombardée, était extrêmement chaude et le volcanisme était intense.



Crédit: pixabay

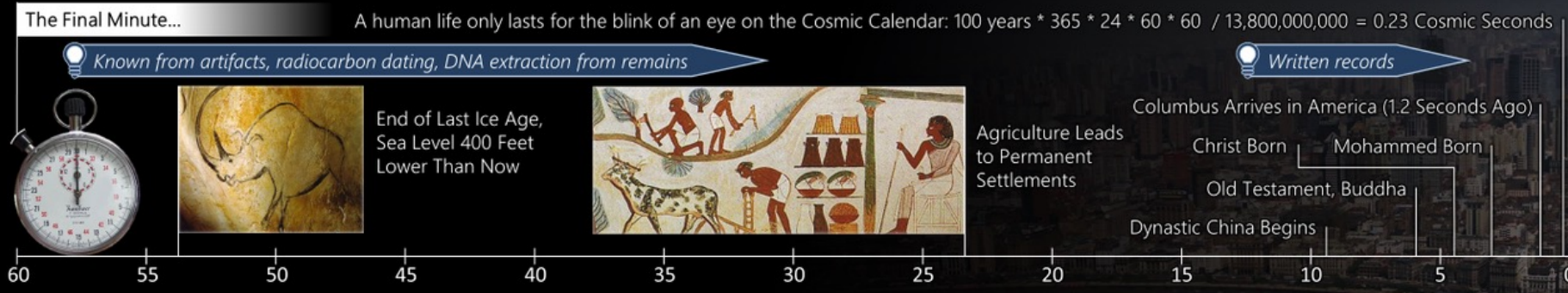
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_formation.jpg

La Lune se serait formée suite à un impact entre un objet de la grosseur de Mars environ et la Terre. Cet impact se serait produit très tôt après la formation de la Terre.



The Cosmic Calendar

The 13.8 billion year history of the universe scaled down to a single year, where the Big Bang is January 1st at midnight, and right now is midnight 1 year later



Crédit: Wikipedia, Efbrazil

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cosmic_Calendar.png

C'est dans la démesure du ciel que nous devons notre existence.

Il a fallu, pour nous engendrer, des étoiles dont la température dépasse le milliard de degrés, des explosions stellaires et des éjections de matière incandescente.

Il n'en a fallu pas moins pour nous mettre au monde.

Hubert Reeves

**DISCOVER
THE UNIVERSE**



**À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS**

Contact Us!

Contactez-nous!

www.discovertheuniverse.ca | www.decouvertedelunivers.ca

info@discovertheuniverse.ca | info@decouvertedelunivers.ca



Discover the Universe
À la découverte de l'univers



DU_astronomy
DU_astronomie



facebook.com/discovertheuniverse
facebook.com/decouvertedelunivers