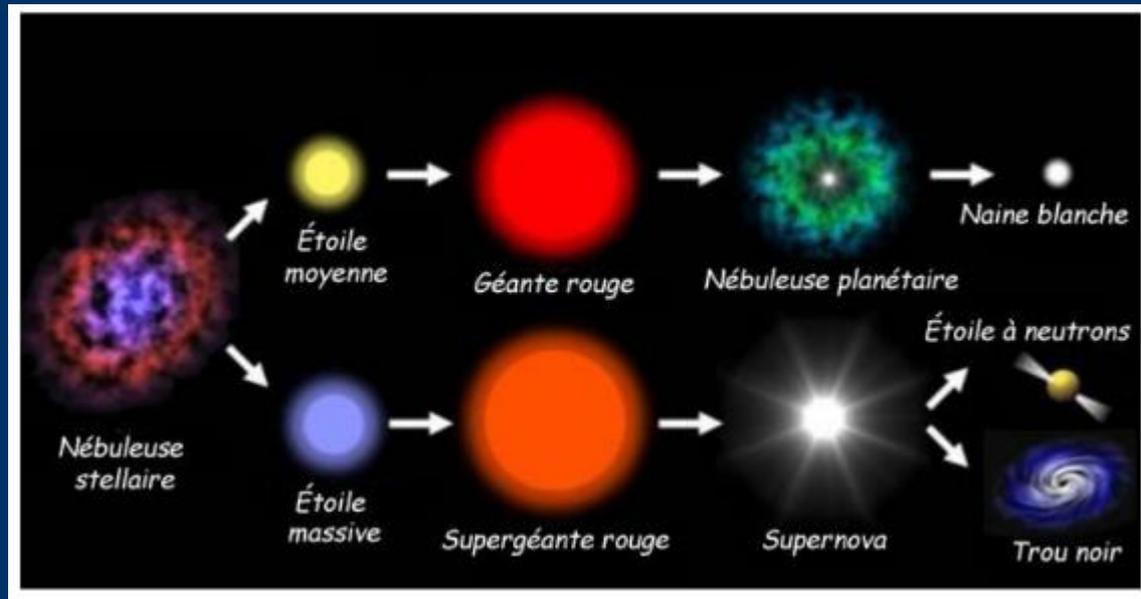


# Les rémanents Remnants

qui persistent après l'explosion d'une étoile en supernova



Nébuleuse du Crabe ou M1 du Taureau

Nébuleuse de la méduse ou IC443 des Gémeaux

300 - 400 rémanents dans la Voie Lactée

les Dentelles du Cygne



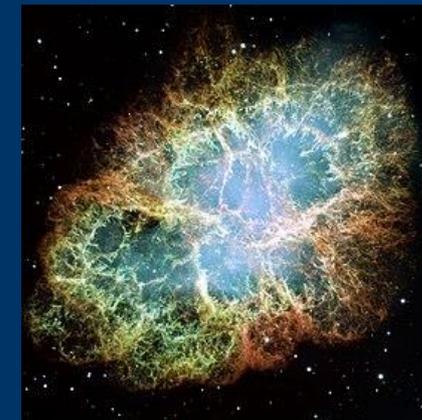
# Cinq supernovas (ae) **historiques** - vues visuellement:

- 1. SN 1006, visible pendant 2 ans, Loup
- 2. SN 1054, 4 juillet au matin en Chine, Taureau
- 3. SN 1181, visible pendant 6 mois, Cassiopée
- 4. SN 1572, nova de Tycho, Cassiopée
- 5. SN 1604, nova de Kepler, Ophiuchus



1. Rayon X  
Chandra

*De Stella Nova*  
Tycho Brahe  
1573



2. Hubble

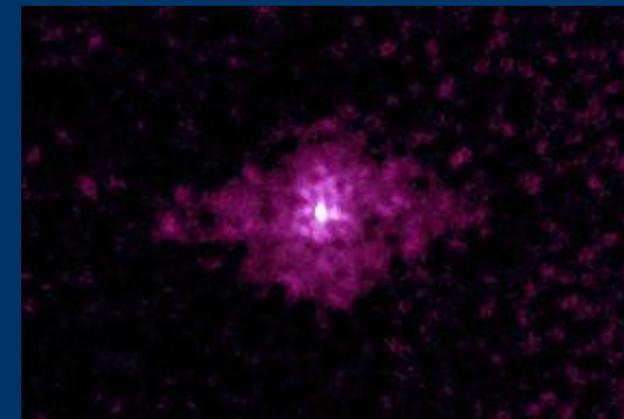
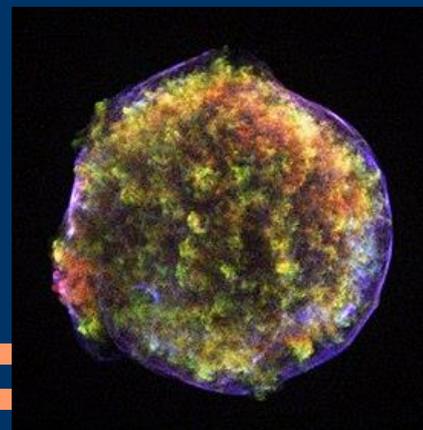
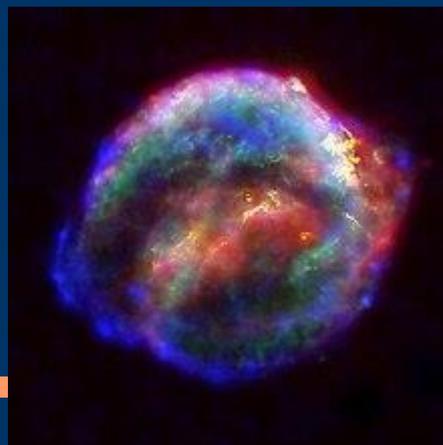


5. NASA

N porté par J. Kepler



4. Chandra

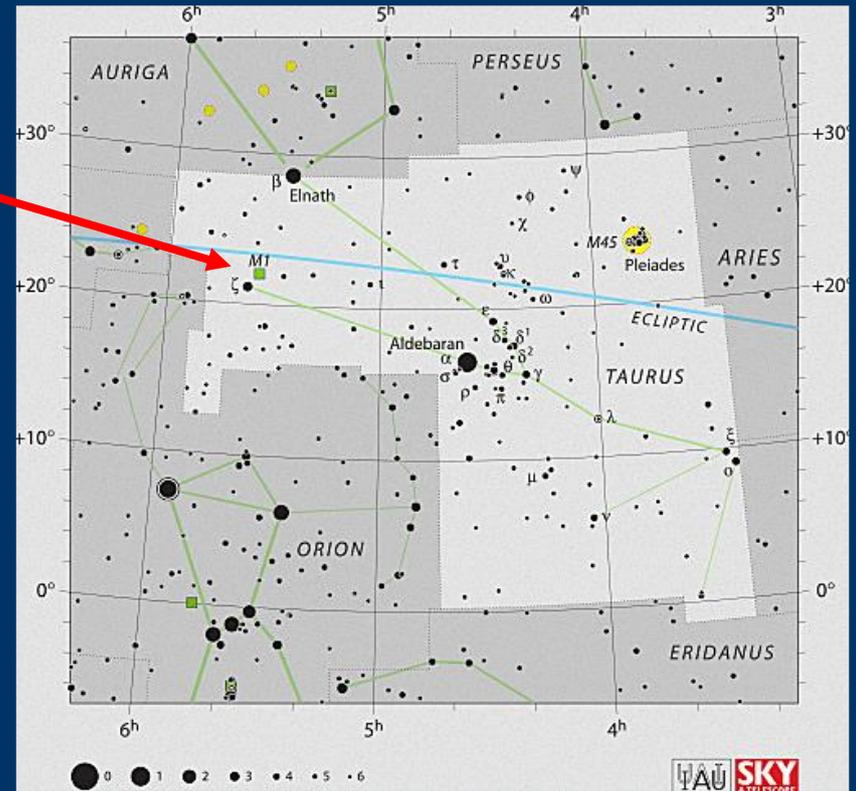
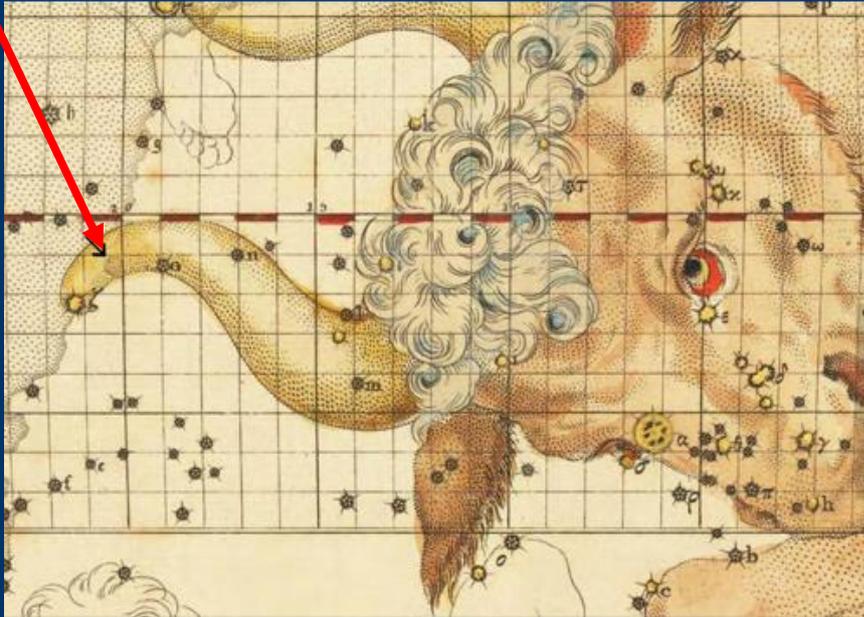


3. Chandra

# Dans la constellation du Taureau

## La nébuleuse du Crabe M1

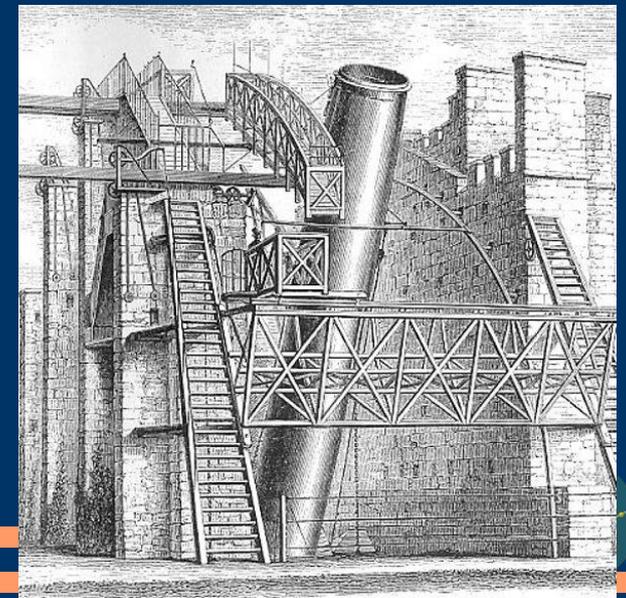
1731 - Découverte et report sur carte par John Bevis



1758 - redécouvert et appelé M1 par Charles Messier  
Recherche de la comète de Halley

Appellation "Crabe" par William Persons  
en 1845

En 1928, Edwin Hubble mesure la vitesse  
d'expansion et lui attribua un âge de 900 ans.  
M1 s'étend sur 6 al et se dilate à 1000 km/s

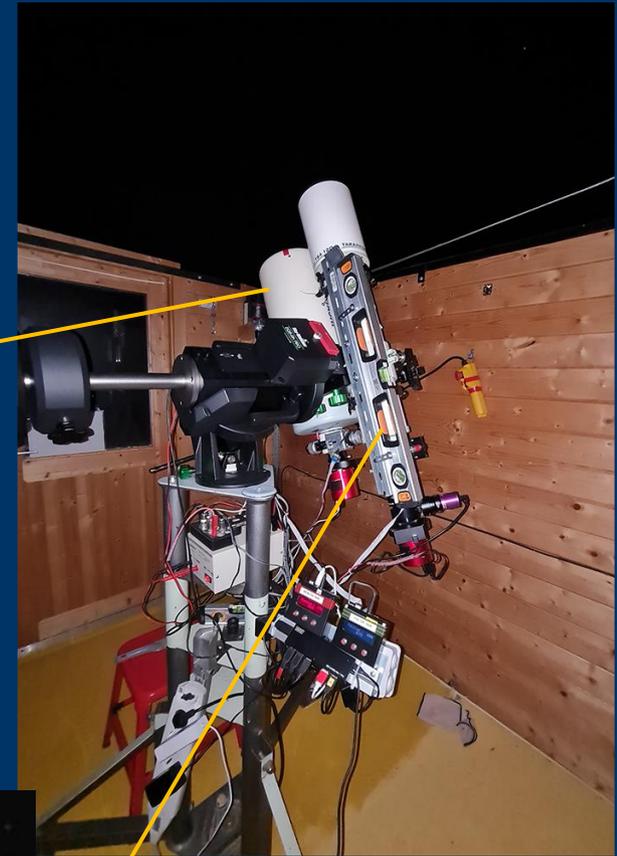


# Stellarium

Un petit objet de 5 min d'arc ( La Lune = 30 min )



Caunes 16 décembre 2023 focale 2500 mm 36 fois x 5 min, 3 h  
ZWO 2600 MC



LRVB focale 670 mm  
total 3 h  
ZWO 1600MM

# Les filtres H $\alpha$ ou Ha 656 nm

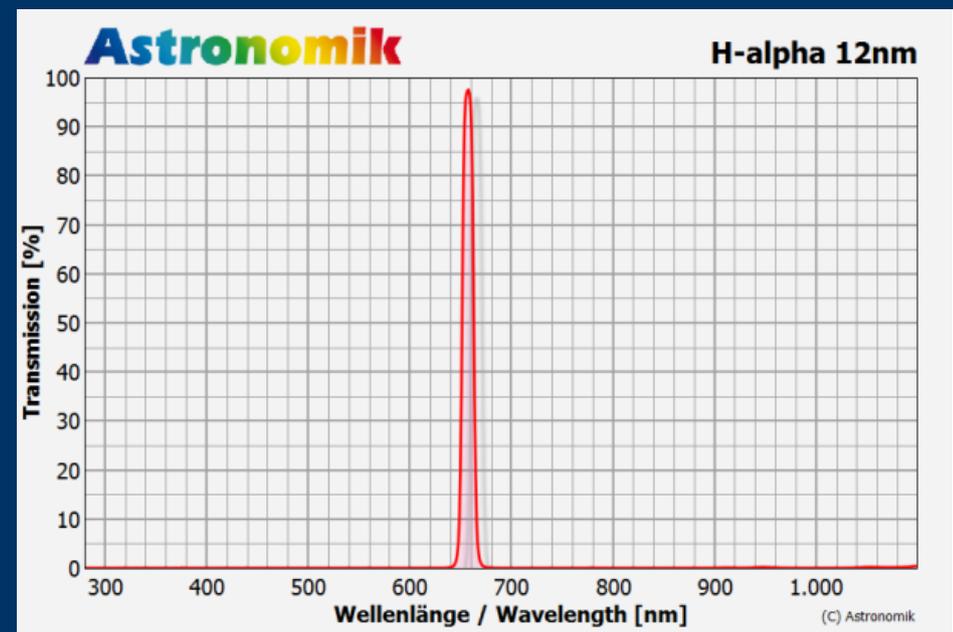
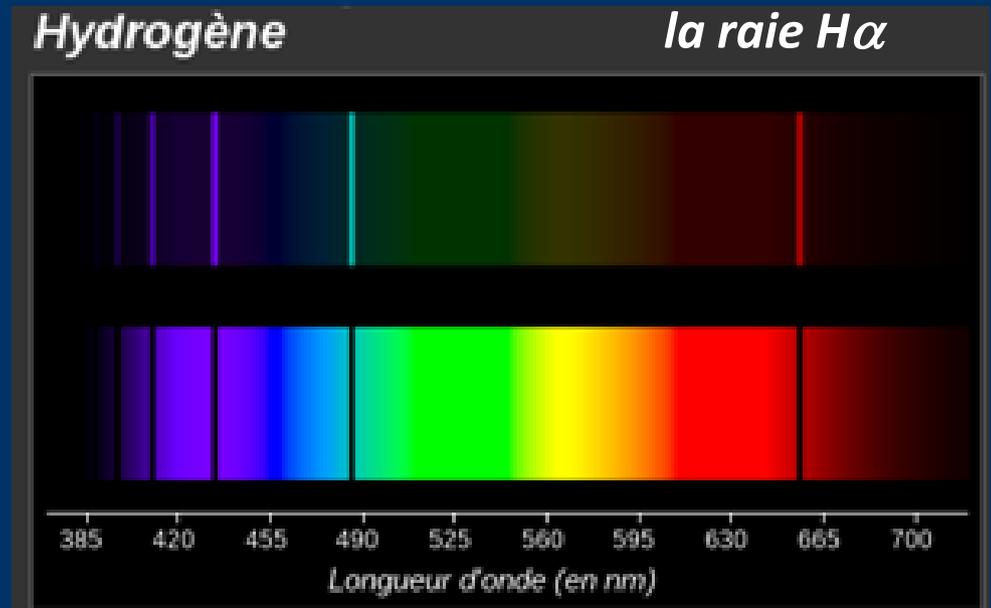
Les nébuleuses par émission

Hydrogène ionisé H $^+$

- Augmentation du contraste
- Diminution pollution lumineuse
- Diminution diamètre des étoiles
- Coût élevé 6 nm – 3 nm



## Spectre d'émission

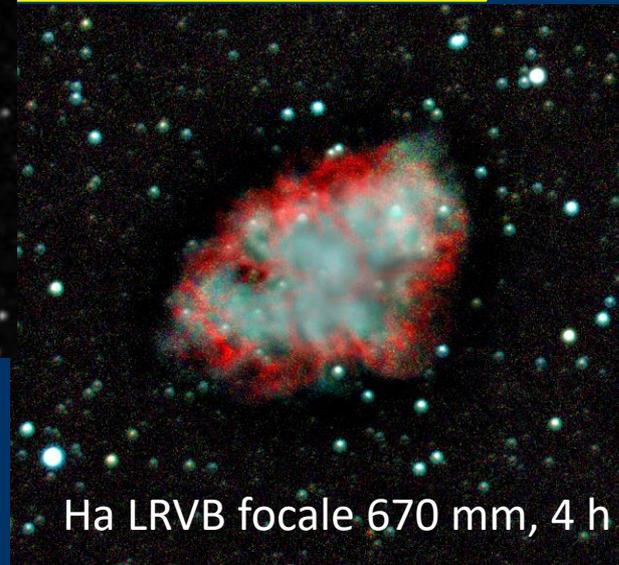
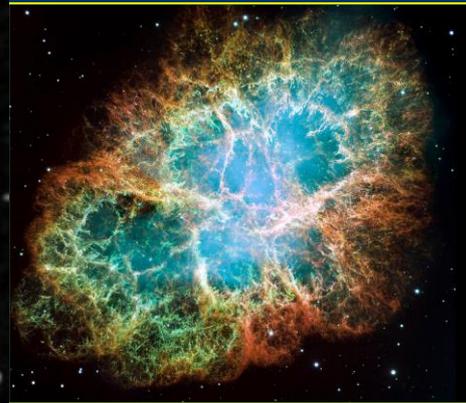


Caunes 16 décembre 2023 Ha focale 670 mm, 1 h



NASA, ESA, J. Hester et A. Loll

<https://science.nasa.gov/mission/hubble/>



Ha LRVB focale 670 mm, 4 h

Caunes 16 décembre 2023 Ha

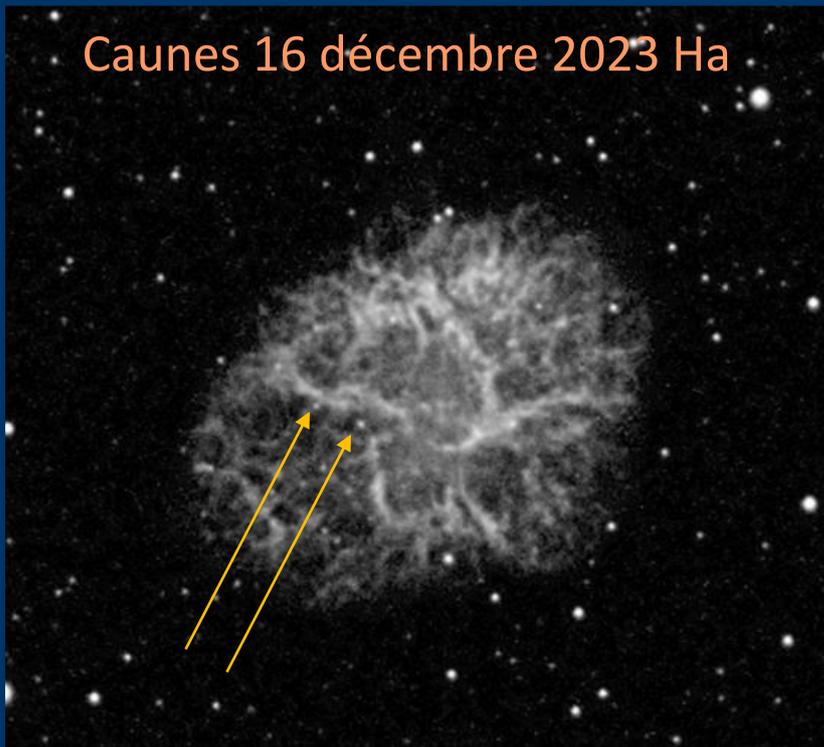


Image Hubble 24 clichés superposés à des clichés VLT



Les filaments =  
hydrogène ionisé  
bleu = oxygène neutre  
vert = soufre ionisé

Flèches exemples de  
répérage d'étoiles



Crab Nebula • M1  
HST ACS/WFC  
F606W+POL60V

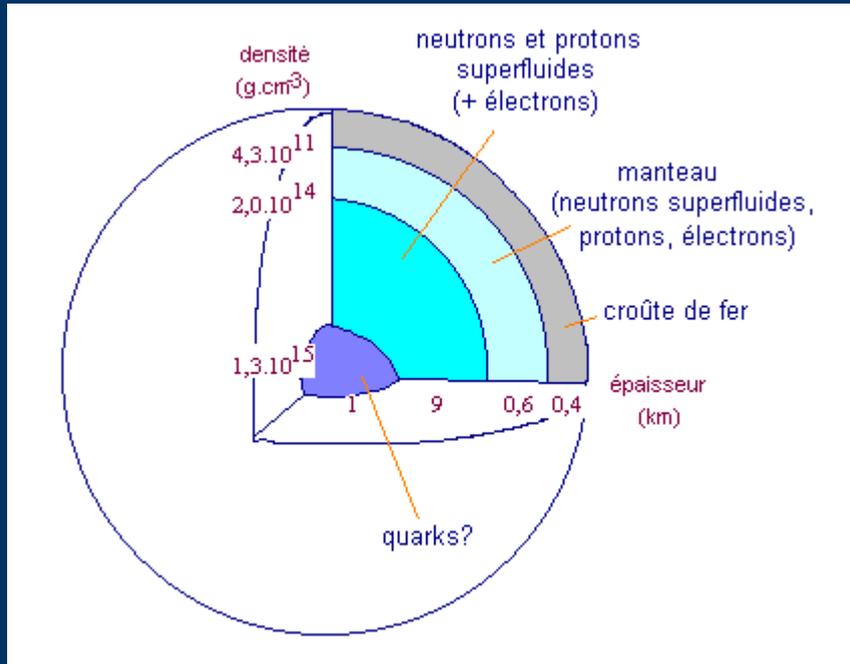
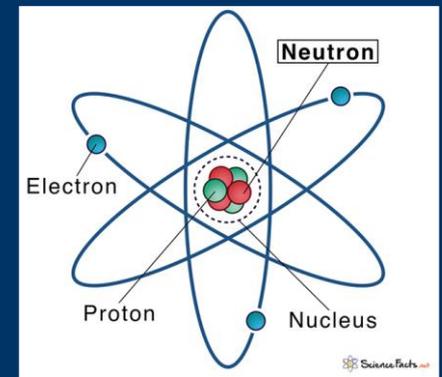
Sept. 6, 2005

Film de M1 créé à partir d'une série de 10 expositions Hubble.

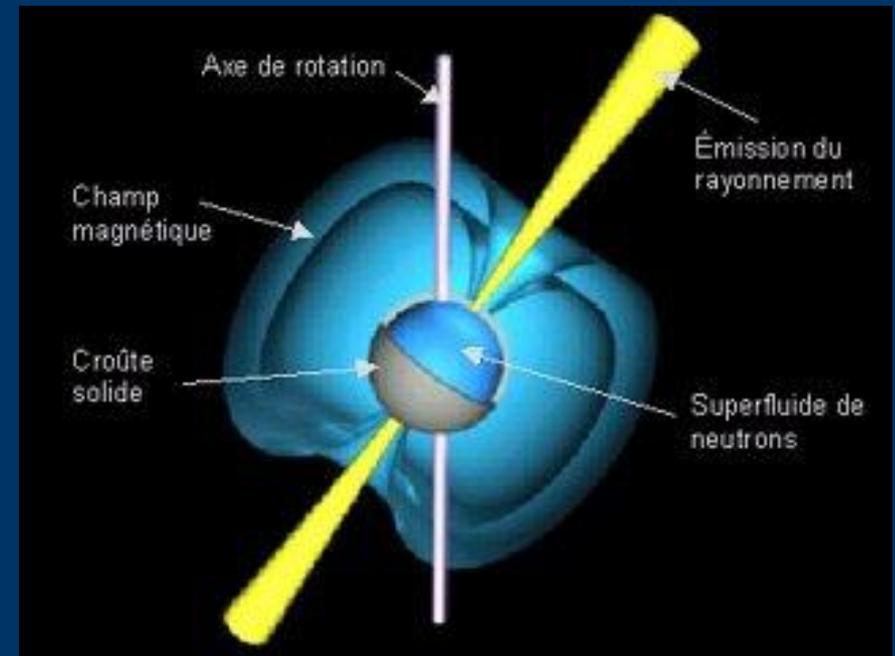
NASA et ESA; Reconnaissance : J. Hester (Université d'État de l'Arizona)



1934, Walter Baade et Fritz Zwicky théorisent les étoiles à neutrons : très denses - 1 MS dans 15 km de diamètre, la conservation du moment cinétique accélère la rotation.



Modèles d'étoile à neutrons :  
écorce de fer ionisé - 10 millions de degrés,  
enserrant plusieurs régions pauvres en noyaux atomiques et riches en neutrons.  
Densité  $10^{11}$  à  $10^{15}$ .



Etoile à neutrons tourne très rapidement sur elle-même et émet un fort rayonnement électromagnétique - synchrotron.

1967 – Au Mullard Radio Astronomy Observatory

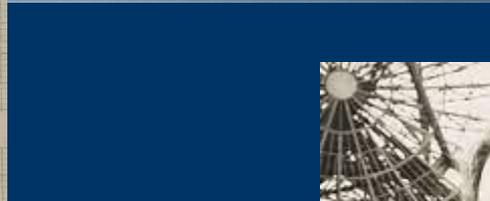
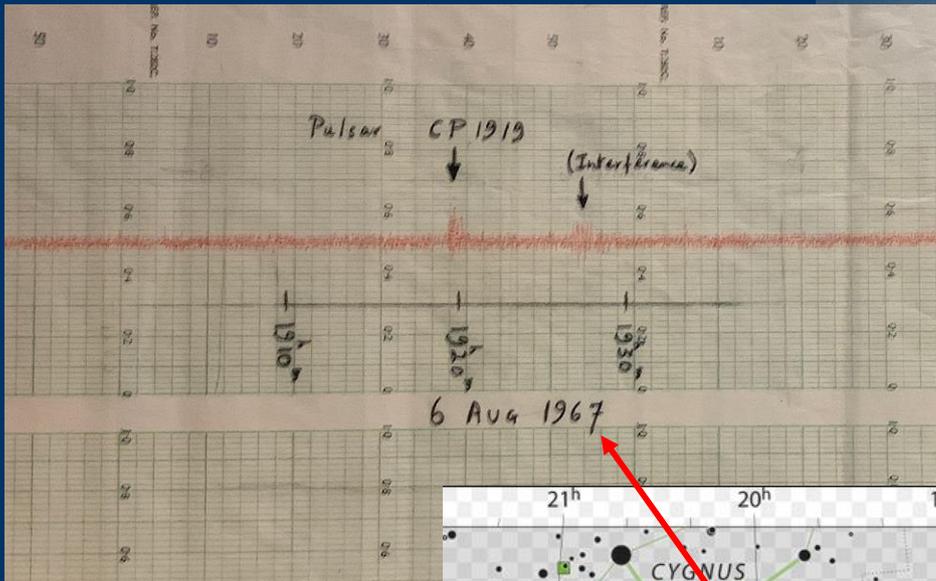
**Antony Hewish et Jocelyn Bell** (1943-) antenne de 2,048 dipôles

18 000 m<sup>2</sup> – longueur d'onde 3,7 m.

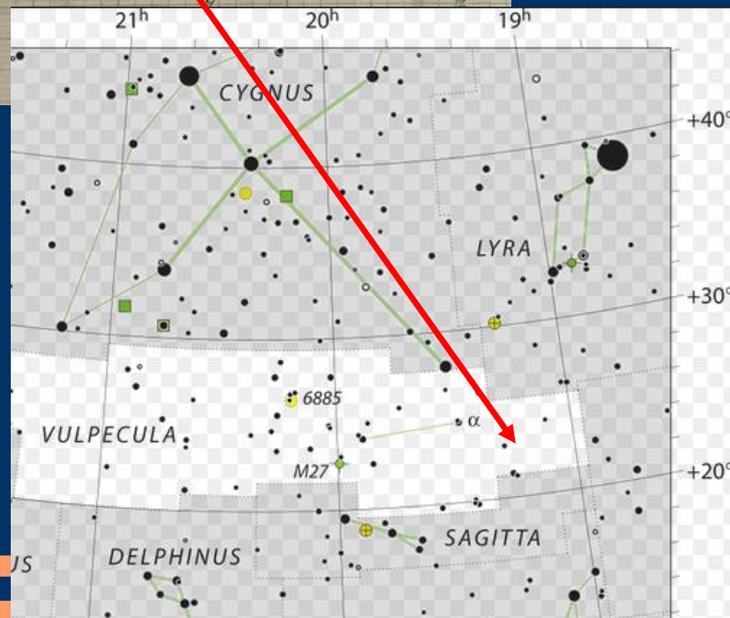
Jocelyn Bell remarque un signal différent pour 1919/22.

Les pulsations sont régulières 1/s.

baptisées **LGM1 Little Green Men 1**



**Sefram**



**Les périodes extrêmement courtes proviennent d'un objet de très petite taille.**



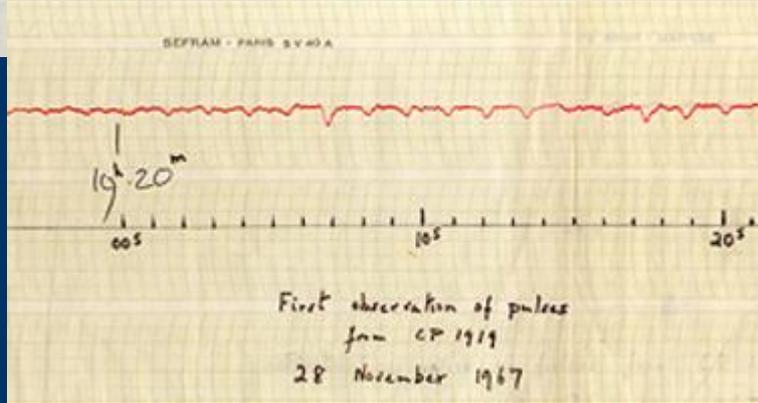
# Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source

*Nature* 1968 - february 24

by  
A. HEWISH  
S. J. BELL  
J. D. H. PILKINGTON  
P. F. SCOTT  
R. A. COLLINS

Mullard Radio Astronomy Observatory,  
Cavendish Laboratory,  
University of Cambridge

Unusual signals from pulsating radio sources have been recorded at the Mullard Radio Astronomy Observatory. The radiation seems to come from local objects within the galaxy, and may be associated with oscillations of white dwarf or neutron stars.

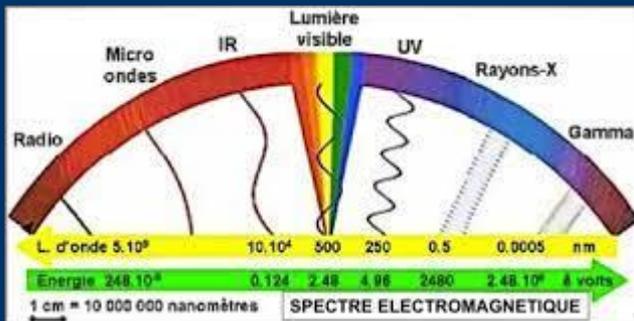


Antony Hewish  
Nobel Prize 1974



Périodicité 1,337 s – objet de petite taille = étoile à neutrons

La plupart des pulsars sont émetteurs X



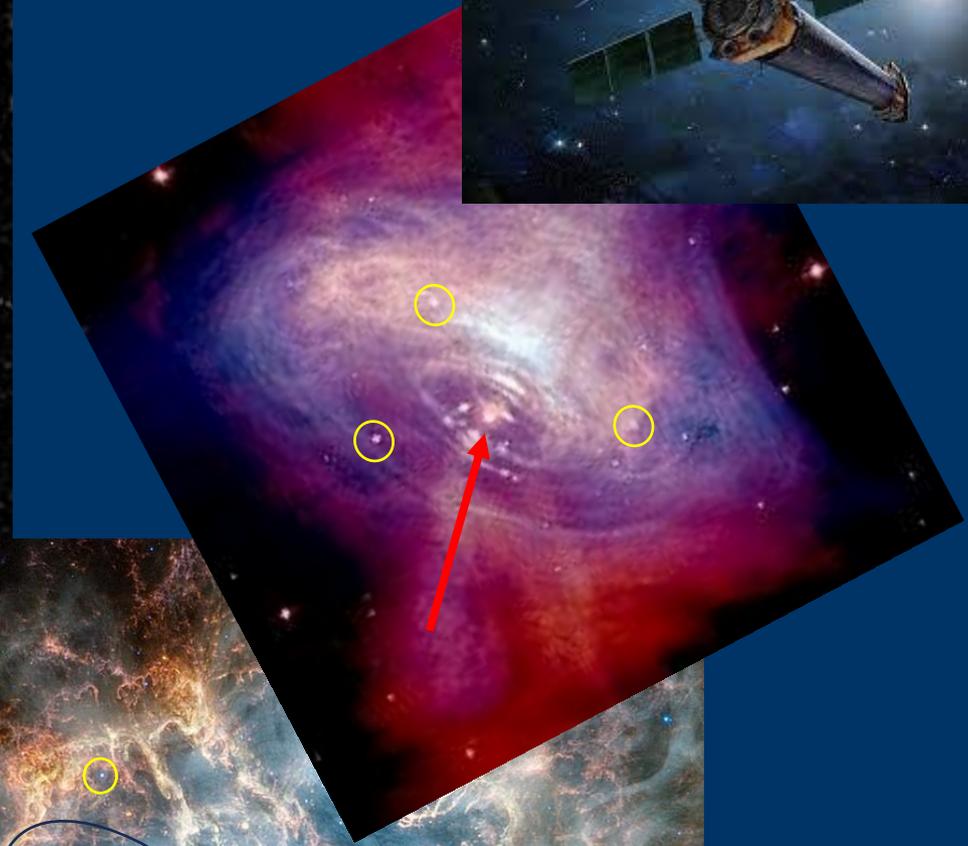
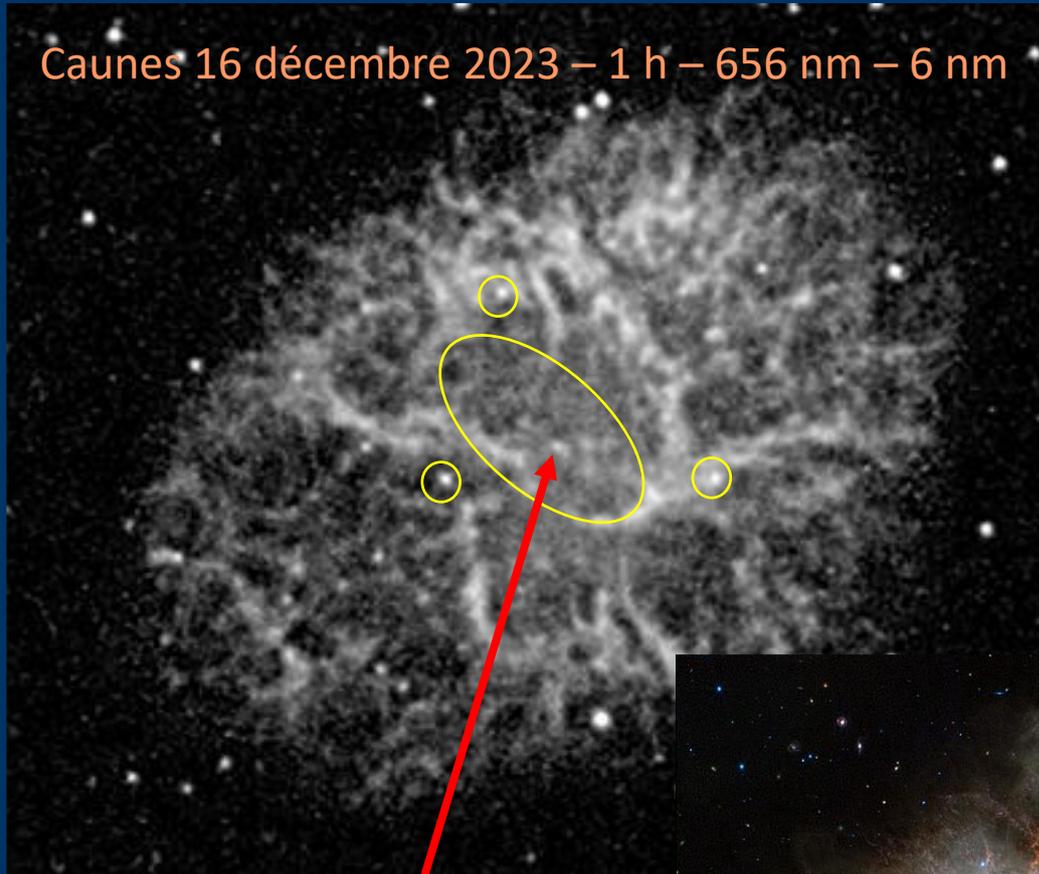
### NASA'S CHANDRA X-RAY OBSERVATORY BY THE NUMBERS

- 23 trillion** bytes of data collected
- 14 meters** in length – about the size of a school bus
- 2,700** trips around Earth
- 20 years** (so far) in operation
- 4,300** scientists around the world use Chandra
- 2.4 billion** kilometers traveled
- 3.6 million** lines of code written to operate, collect and analyze data
- 63.5 hours** to take one trip around Earth

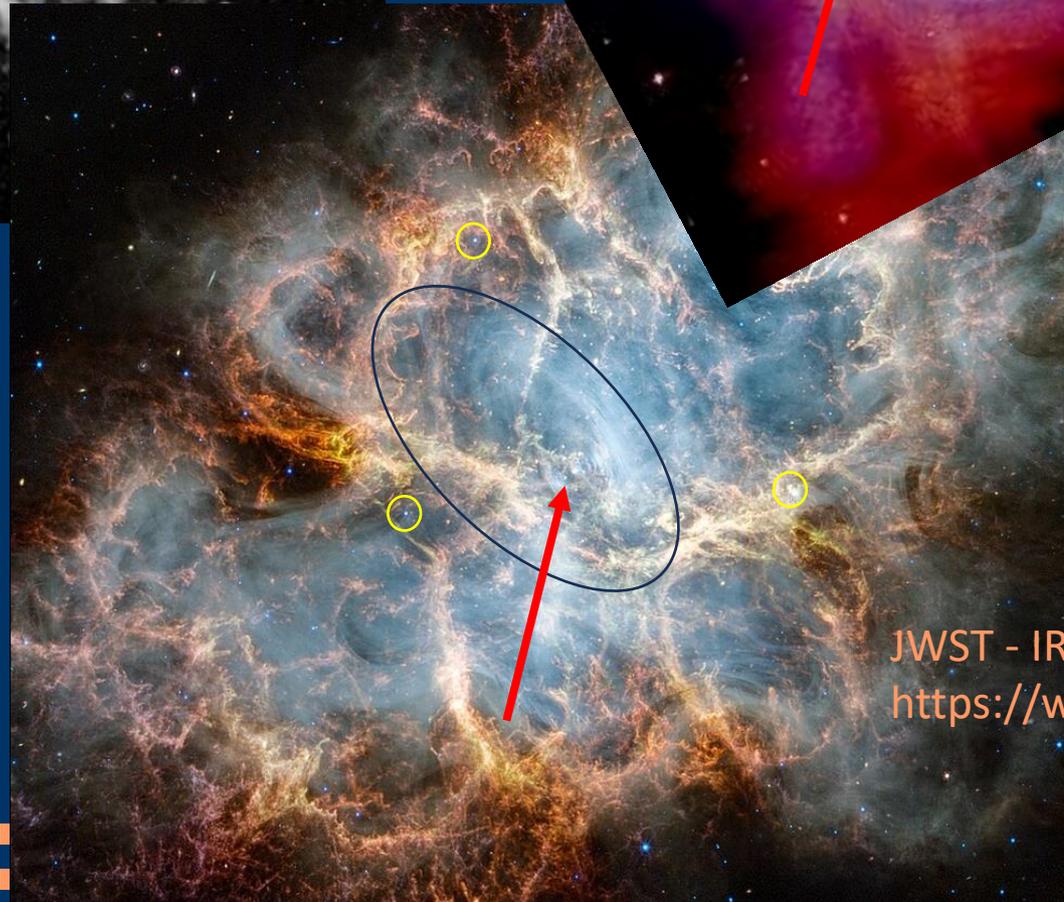


Caunes 16 décembre 2023 – 1 h – 656 nm – 6 nm

Chandra - Optical: NASA/HST/ASU/J. Hester et al.  
X-Ray: NASA/CXC/ASU/J.



Localisation de l'étoile à neutrons, comparaison Caunes/Chandra/JWST

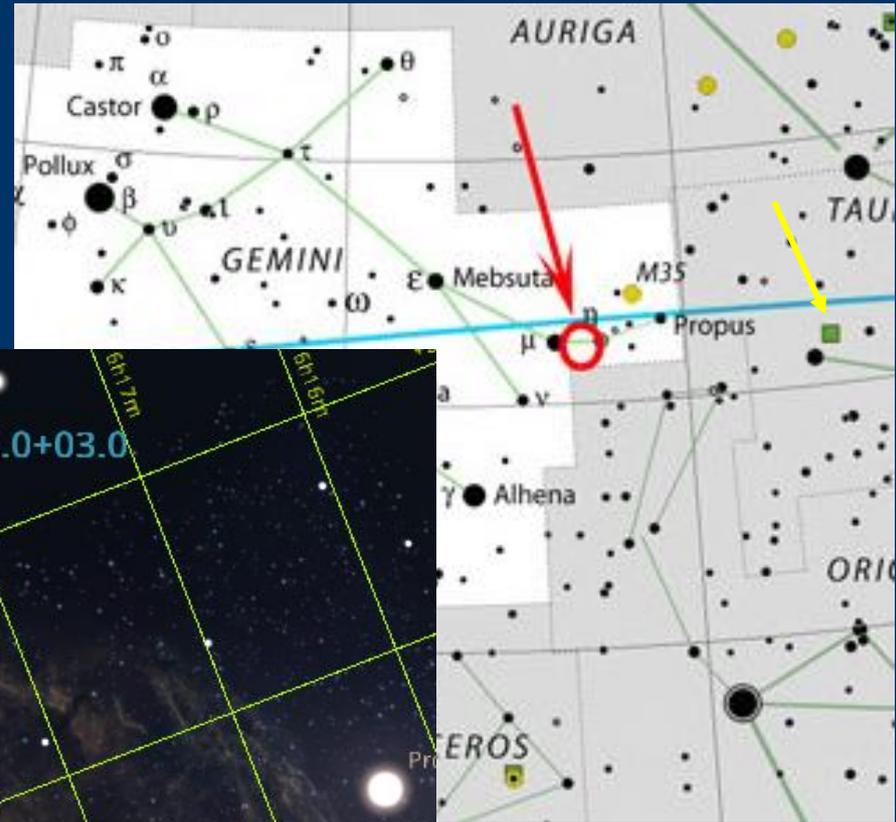


JWST - IR  
<https://webbtelescope.org/>



# IC 443 - nébuleuse de la méduse - rémanent de supernova situé dans les Gémeaux. 5000 al. 45 ' d'arc (1,5 diamètre lunaire)

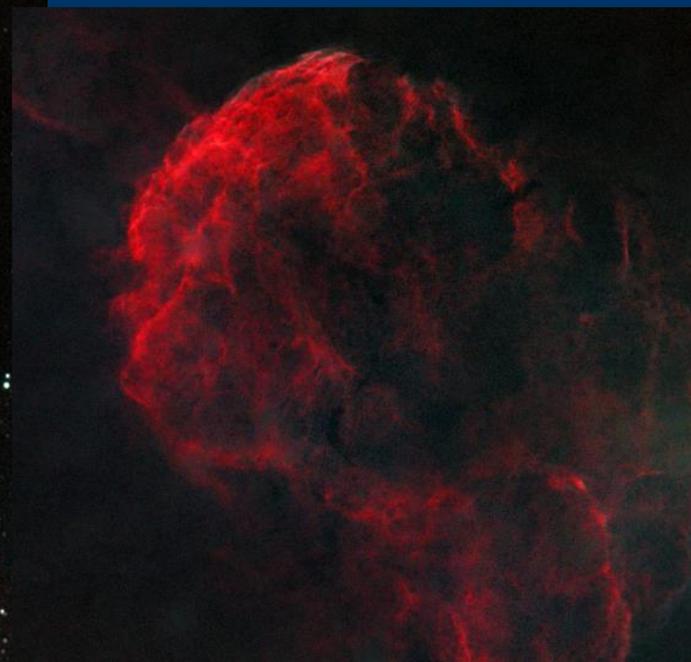
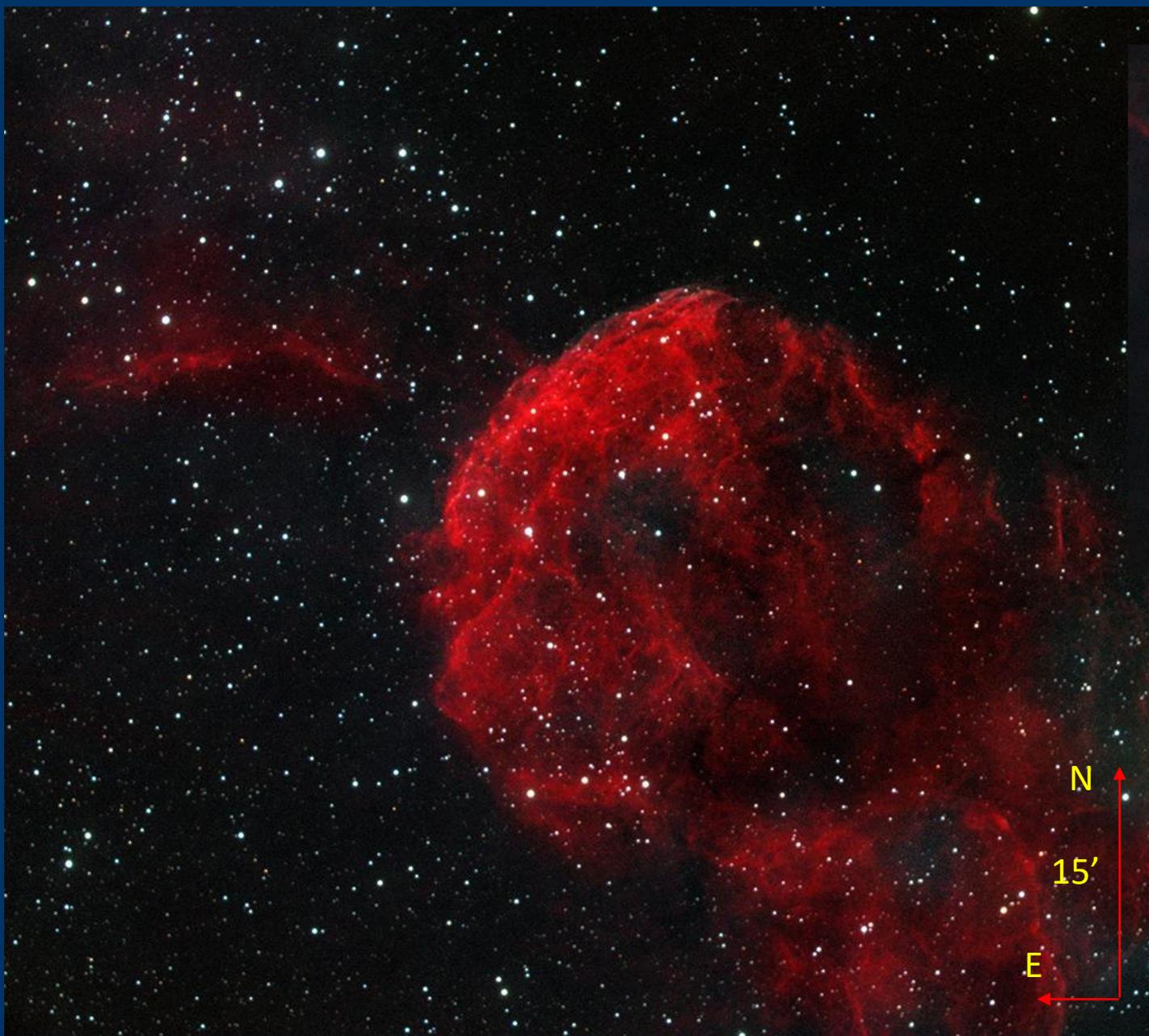
## Stellarium



**Caunes 17 décembre 2023 IC443 – focale 670mm - L 1h 10 - RVB 1 h 30**

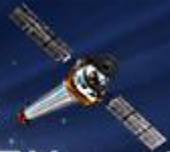
Siril – étalonnage des couleurs par astrométrie – Réduction d'étoile DSA-Star reduction

Starless



# CHANDRA

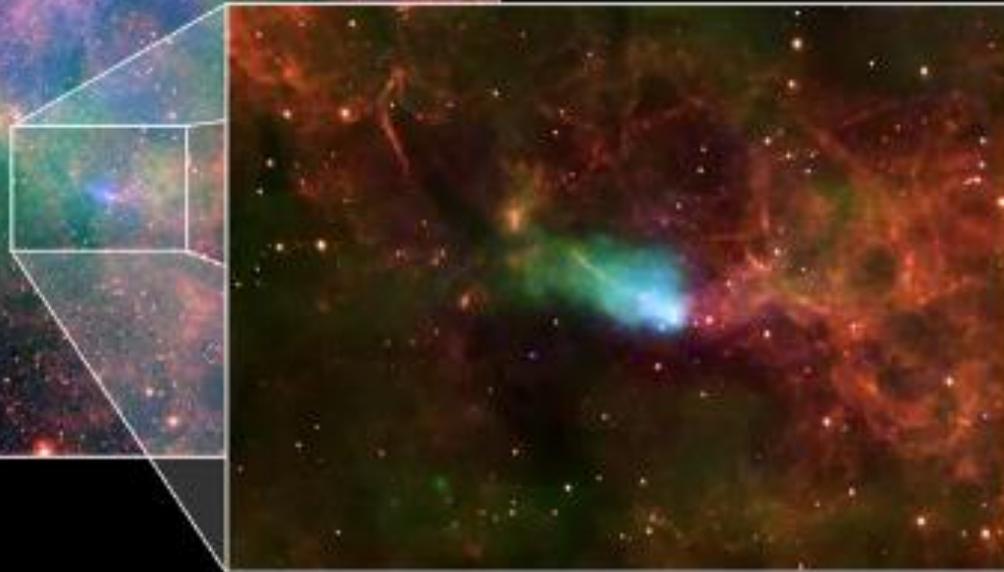
X-RAY OBSERVATORY



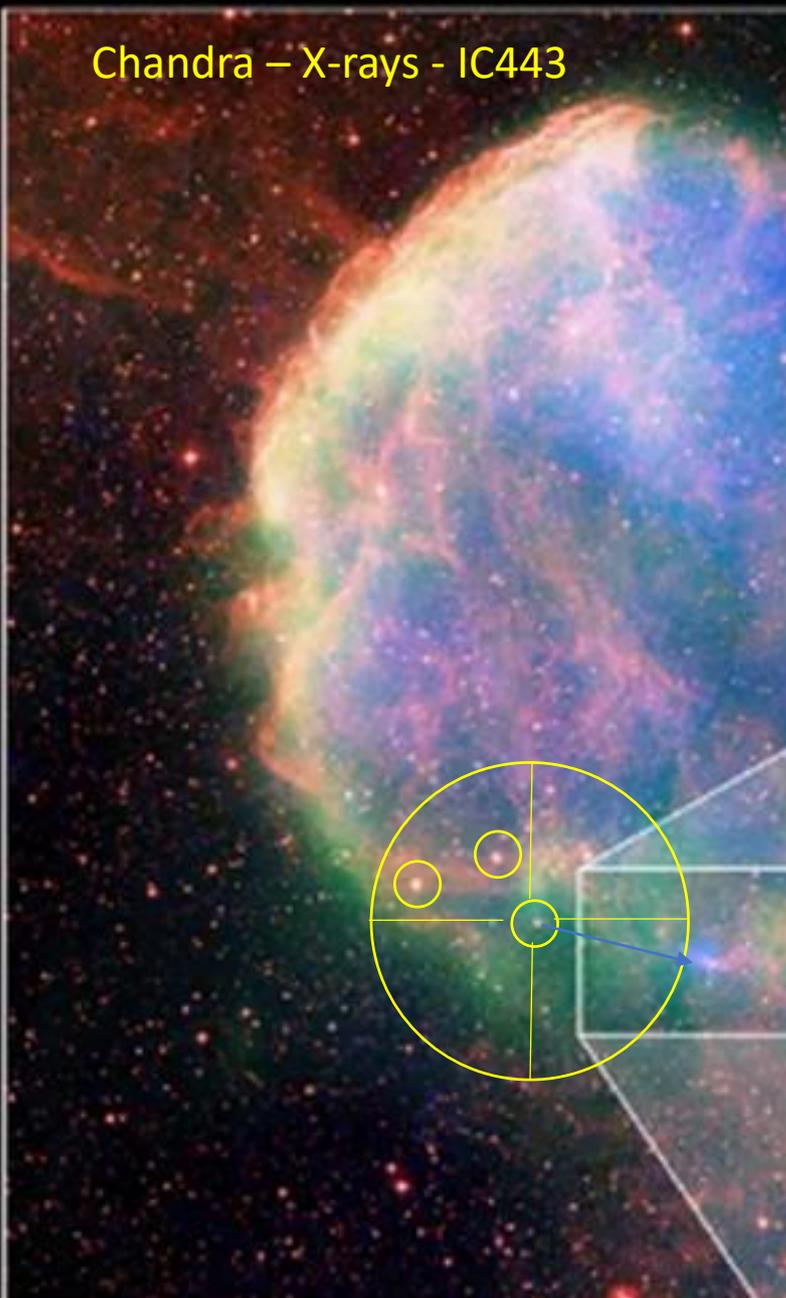
NASA's flagship mission for X-ray astronomy.



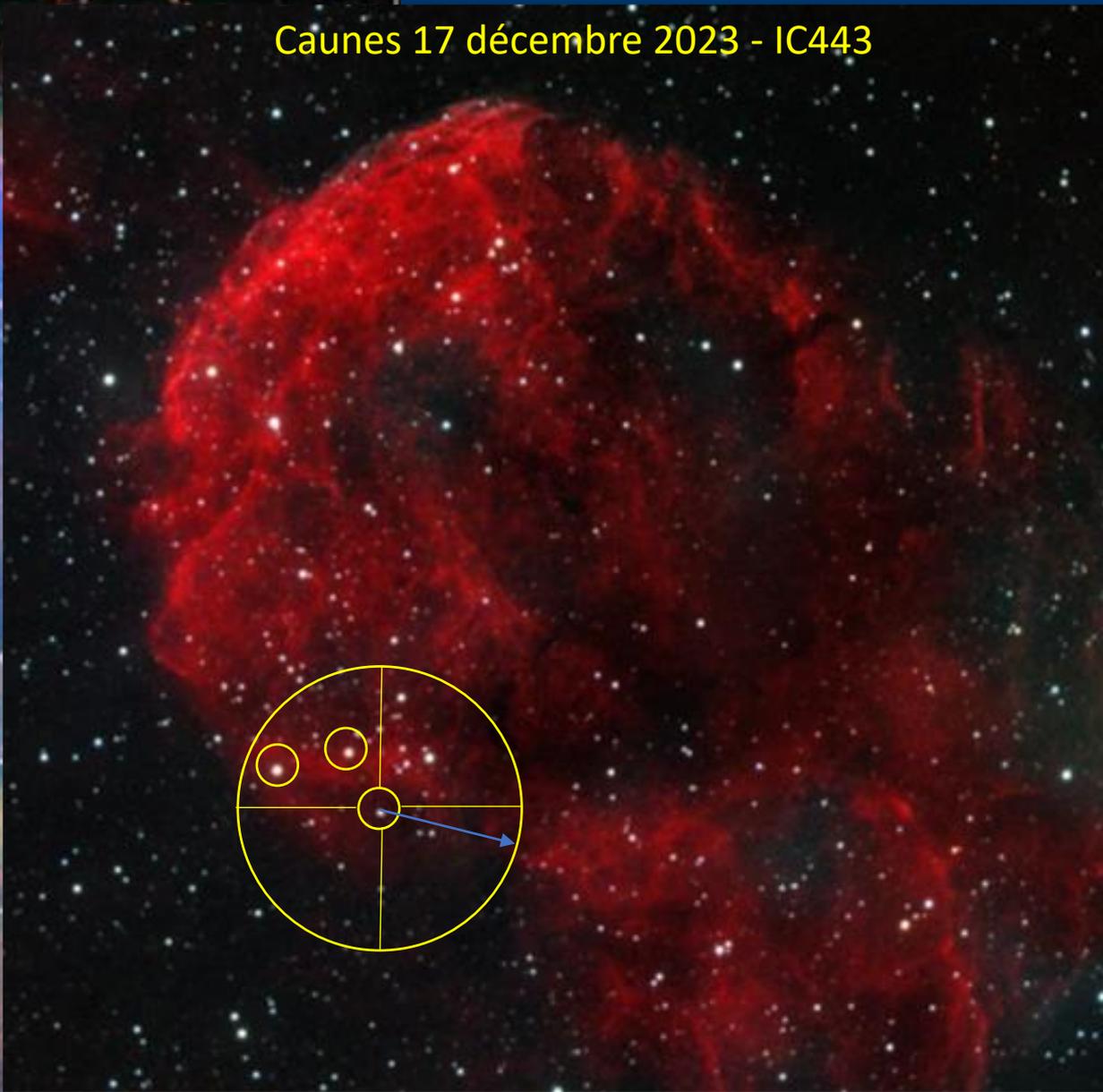
Observé en rayons X par Chandra, le résidu est assez éloigné du centre de la nébuleuse



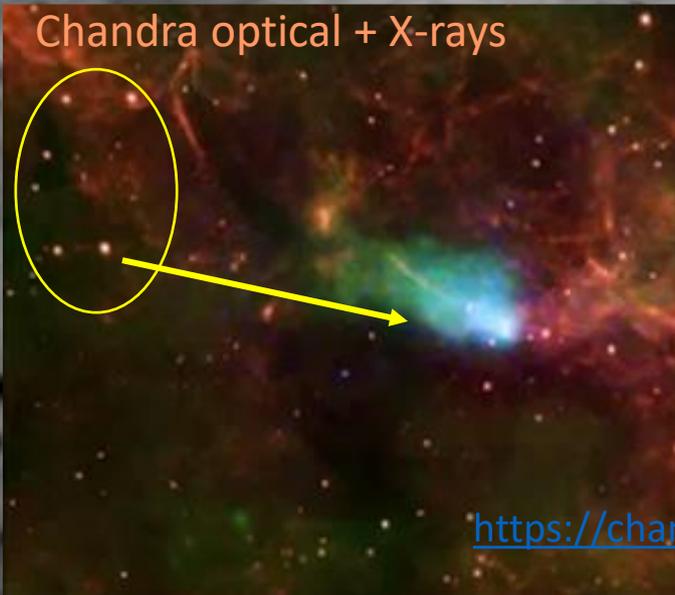
Chandra – X-rays - IC443



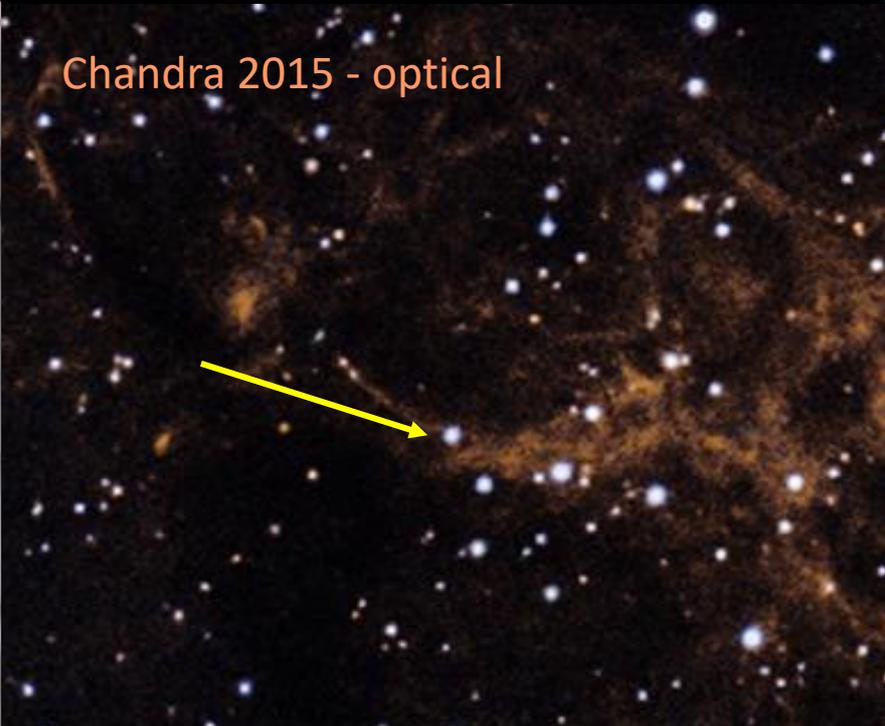
Caunes 17 décembre 2023 - IC443



Localisation du pulsar par Chandra, Transposition sur Caunes 17 décembre

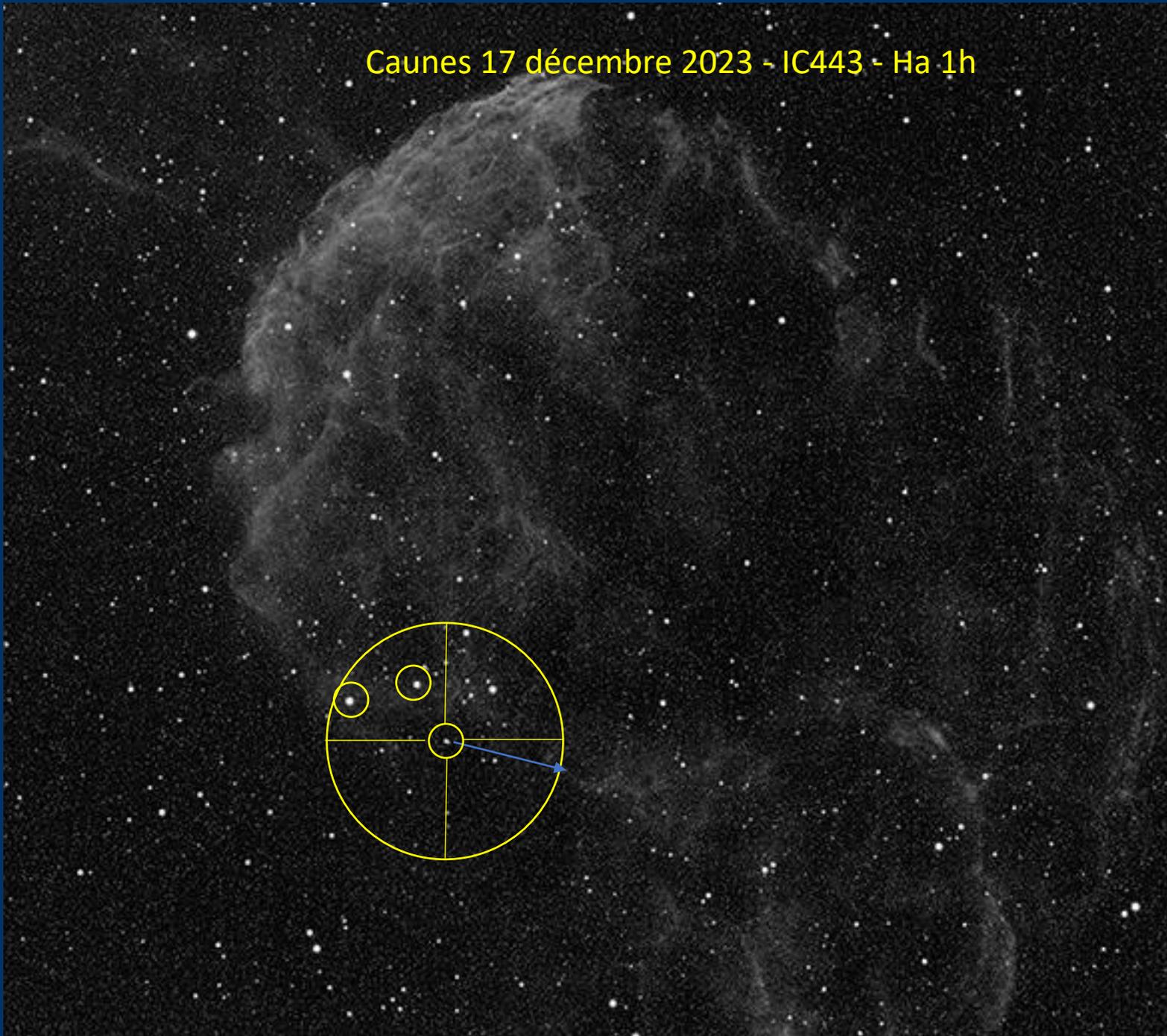


<https://chandra.harvard.edu/photo/2015/ic443/more.html>



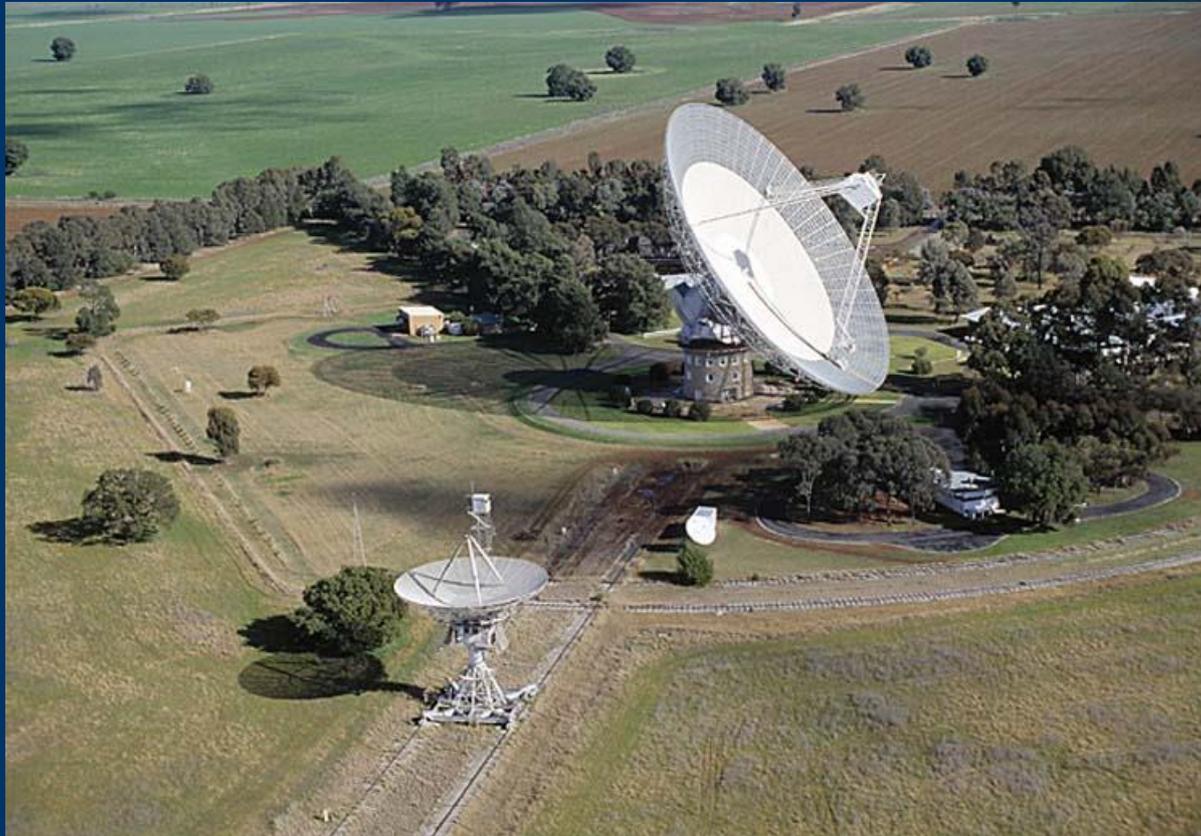
Caunes 17 décembre 2023 - IC443  
LRVB 2h40 – niveau de gris + inversé + contrasté

Caunes 17 décembre 2023 - IC443 - Ha 1h



Le 29 avril 2019, le radiotélescope de Parkes (64m de diamètre – Australie) détecte le signal BLC1 provenant de Proxima du Centaure, signal de vie intelligente extraterrestre ?

Après plusieurs mois, il apparaît qu'il s'agit d'un signal terrestre...



L'aventure continue...

Merci de votre attention.