

# LES OBJETS DU CIEL PROFOND

Annie L 13 /11/2020



Les objets du ciel profond sont très lointains, très étendus et peu lumineux  
Ces objets ne sont pas visibles à l'œil nu, mais sont accessibles aux jumelles ou avec un télescope

- Amas stellaires

- Amas ouverts
- Amas globulaires

- Nébuleuses

- Nébuleuses diffuses
  - Nébuleuses en émission
  - Nébuleuses par réflexion
- Nébuleuses planétaires
- Nébuleuses obscures

- Amas de Galaxies

- Galaxies

- Quasars

- Pulsars

- Comètes

- Astérismes





# LES AMAS STELLAIRES

- Un amas stellaire est une concentration d'étoiles nées d'un **même nuage moléculaire** et **liées entre elles par la gravitation**.
- Les étoiles ont donc le **même âge** et la **même composition chimique**.
- Leurs dimensions peuvent atteindre 200 pc
- *1 Parsec (pc = 3,2616 années lumière)*
- *1 année lumière (al = environ 9 460 milliards de kilomètres)*



L'amas stellaire R136a  
Nébuleuse de la Tarentule



Credit: NASA, ESA, F. Paresce (INAF-IASF, Bologna, Italy), R. O'Connell  
(University of Virginia, Charlottesville),  
and the Wide Field Camera 3 Science Oversight Committee —HUBBLE NASA

# AMAS GLOBULAIRES

Un amas globulaire est un amas stellaire *très dense*, de densité nettement plus élevée que celle des amas ouverts.

*Environ 160 recensés dans notre galaxie*

Formés d'une centaine de milliers d'étoiles à quelques millions majoritairement *âgées d'au moins 10 milliards d'années*, ils se sont probablement *formés en même temps que leur galaxie hôte*.

Distribuées dans une sphere orbitant autour du centre galactique

Leur taille varie d'une vingtaine à quelques centaines d'années-lumière.

M2 - M5 - M4 - M80

*Le plus grand de tous*

Oméga du Centaure (NGC 5139) dans l'Hémisphère sud (visible à l'œil nu).

Sa dimension apparente fait le double de celle de la Lune et sa masse est de plusieurs millions de masse solaire.

<https://www.astrobin.com/full/zd9ico/0/>

Didier



M 13 Grand Amas d'Hercule  
Georges L





# AMAS OUVERTS



M38 Cocher  
Georges L



M 45 Les Pléiades Taureau  
Robert M

Un amas ouvert est un **amas** stellaire groupant de **quelques dizaines à quelques milliers d'étoiles** qui se forment dans les nuages moléculaires du plan galactique.

Nées **simultanément** dans la même région, elles ont la même composition chimique

Elles sont liées entre elles par la gravitation.

Leur masse **n'est pas assez importante** pour que les étoiles restent groupées plus de **quelques millions à quelques centaines de millions d'années**.

Les étoiles **s'éparpillent** pour se fondre dans la population stellaire locale, et former un courant d'étoiles.

Leur dimension varie entre un diamètre de 1,5 à 15 pc



# NEBULEUSES PLANETAIRES

1500 dans notre galaxie

C'est une nébuleuse en **émission** constituée d'une coquille de gaz en expansion, éjecté d'une étoile en fin de vie, en transition de l'état de géante rouge à l'état de naine blanche.

Quand une petite étoile (moins de huit masses solaires) achève de consommer son hydrogène, puis son hélium, son cœur s'effondre pour former une naine blanche, tandis que les couches externes sont expulsées par la pression de radiation.

Elles ont une **durée de vis très courte** leur âge ne dépasse généralement pas 50.000 ans

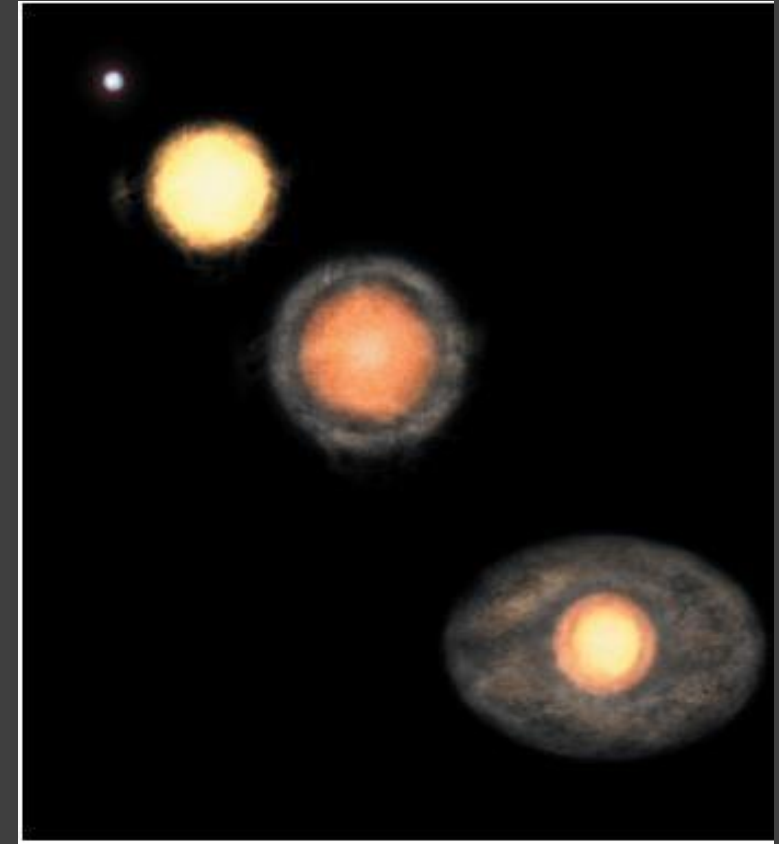


M27 Nébuleuse de l'Haltère Petit Renard

Olivier B

# PROCESSUS DE FORMATION

- L'étoile reste stable pendant les 90% de sa vie.
- Quand l'hydrogène vient à manquer et que sa consommation n'est plus possible, seules les forces gravitationnelles restent en présence : elles compriment le cœur de l'étoile.
- La température augmente alors jusqu'à 100 millions de degrés kelvin et les noyaux d'hélium commencent à fusionner dans le cœur pour former des éléments plus lourds tels que le carbone : l'hélium "brûle".
- A ce stade les parties externes de l'étoile commencent à se dilater.



Credit: Esa/eso.org/public/archives/education/

# NEBULEUSES DIFFUSES

- Les nébuleuses diffuses sont des nuages de matières interstellaires dispersées, constitués de gaz (Hydrogène) et de poussières.
- Elles se distinguent par **leurs émissions lumineuses** *a contrario* des nébuleuses obscures.

## 2 catégories de nébuleuses diffuses:

- *Les nébuleuses en émission.*
- *Les nébuleuses par réflexion.*



M42 La nébuleuse d'Orion  
Zloch Team & Dom

En émission et par réflexion



IC 2177 En émission Le grand chien  
Dom





Caldwell 49 La Rosette La Licorne

Hervé M

## NEBULEUSES EN EMISSION OU REGION HII (HYDROGENE IONISE)



SH2 129 La chauve souris Céphée

Christopher

- Les nébuleuses en émission sont des nuages de gaz ionisé dans le milieu interstellaire qui **absorbent la lumière d'une étoile** chaude, proche (O / B) et la **réémettent** sous forme de couleurs variées à des énergies plus basses.
- Parmi elles, **les régions HII** sont d'importants centres de **création d'étoiles**.
- Elles s'étendent parfois sur plusieurs années-lumière



# NEBULEUSE PAR REFLEXION

- Les nébuleuses par réflexion sont des nuages de poussières **qui réfléchissent la lumière d'une ou plusieurs étoiles voisines**, pas assez chaudes pour causer l'ionisation des gaz, comme les nébuleuses en émission, mais assez lumineuses pour permettre une dispersion suffisante et rendre la poussière visible.
- **La distinction** entre ces deux types de nébuleuses a été faite par **Edwin Hubble en 1922**.
- Les nébuleuses par réflexion sont souvent bleues.
- Ce sont des **emplacements de formation d'étoiles**.



NGC 7023 Nébuleuse de l'Iris Céphée  
Marc B



Barnard 72 Nébuleuse du serpent Ophiurus  
Michel M

## NEBULEUSES OBSCURES

- Les nébuleuses sombres, nébuleuses obscures ou encore nébuleuses d'absorption sont des régions où les poussières du milieu interstellaire semblent se concentrer en grands nuages qui apparaissent en régions pauvres en étoiles.
- Les grandes nébuleuses obscures peuvent contenir jusqu'à 100 masses solaires de poussière.

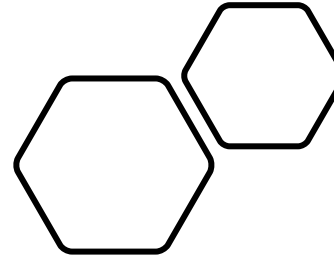


LDN 1622 Orion  
Dom



# QUELQUES NEBULEUSES

## CELESTARIUM



### NOM

### NUMERO

### CONSTELLATION

California	NGC 1499	Taureau
Cocoon	IC 5146	Cygn
Aigle	M16	Serpent
Tête de Cheval	Barnard 33	Orion
Lagune & Trifide	M8 & M20	Sagittaire
Nord America &	NGC 7000	Cygn
Pélican	IC 5070	Cygn
Dentelles du Cygn	NGC 6960 /6992	Cygn





LES AMAS DE GALAXIE

LES GALAXIES

M31 Galaxie d'Andromède

Jean-Luc





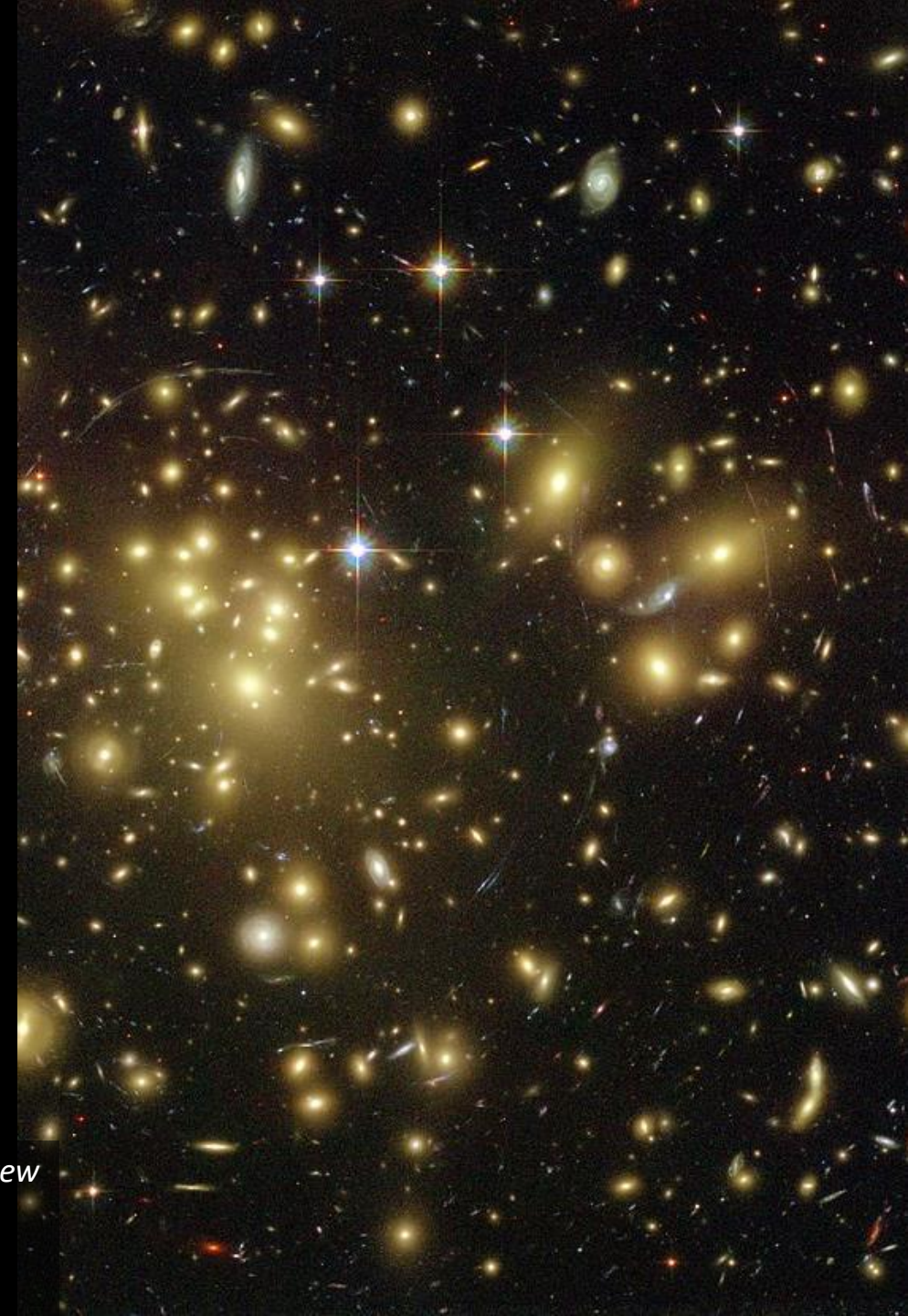
# AMAS DE GALAXIES

## Abell 1689

- Situé dans la constellation de la Vierge, à environ 2,2 milliards d'années-lumière.
- C'est l'un des amas les plus grands et les plus massifs.



*Credit: NASA, N. Benitez (JHU), T. Broadhurst (Racah Institute of Physics/The Hebrew University), H. Ford (JHU), M. Clampin (STScI), G. Hartig (STScI), G. Illingworth (UCO/Lick Observatory), The ACS Science Team and ESA*





# GALAXIE SPIRALE

- Une galaxie spirale est un type de galaxie contenant jusqu'à **plusieurs centaines de milliards d'étoiles**, une quantité importante de gaz et de poussières
- Elle adopte la forme aplatie d'un disque, avec **un renflement central sphérique** lumineux appelé le bulbe.
- Elle est constituée de **plusieurs bras émergents du bulbe** où l'on y trouve les étoiles les plus jeunes.
- L'ensemble des étoiles est en rotation.



M 51 Galaxie du Tourbillon Chiens de Chasse  
Arnaud





# GALAXIE SPIRALE BARREE

- Une galaxie spirale barrée est une galaxie spirale:
  - Dont les bras spiraux **n'émergent pas du centre de la galaxie** mais **des extrémités d'une barre** constituée d'une bande d'étoiles traversant ce centre.
- La voie lactée **serait** une galaxie spirale barrée
  - La barre centrale de la Voie lactée **se liant** et se **déliant aux bras spiraux** au fil des dizaines de millions d'années. © T. Hilmi, *University of Surrey*
  - Une nouvelle étude, publiée dans la revue *Monthly Notices of the Royal Astronomical society/Oxford*

*Fluctuation in galactic bar parameters due to bar spiral interaction*

<https://academic.oup.com/mnras/article/497/1/933/5869255#205914207>



NGC 1097    Galaxie du Fourneau  
ARNAUD



# GALAXIE ELLIPTIQUE

Elles regroupent des concentrations de milliards d'étoiles

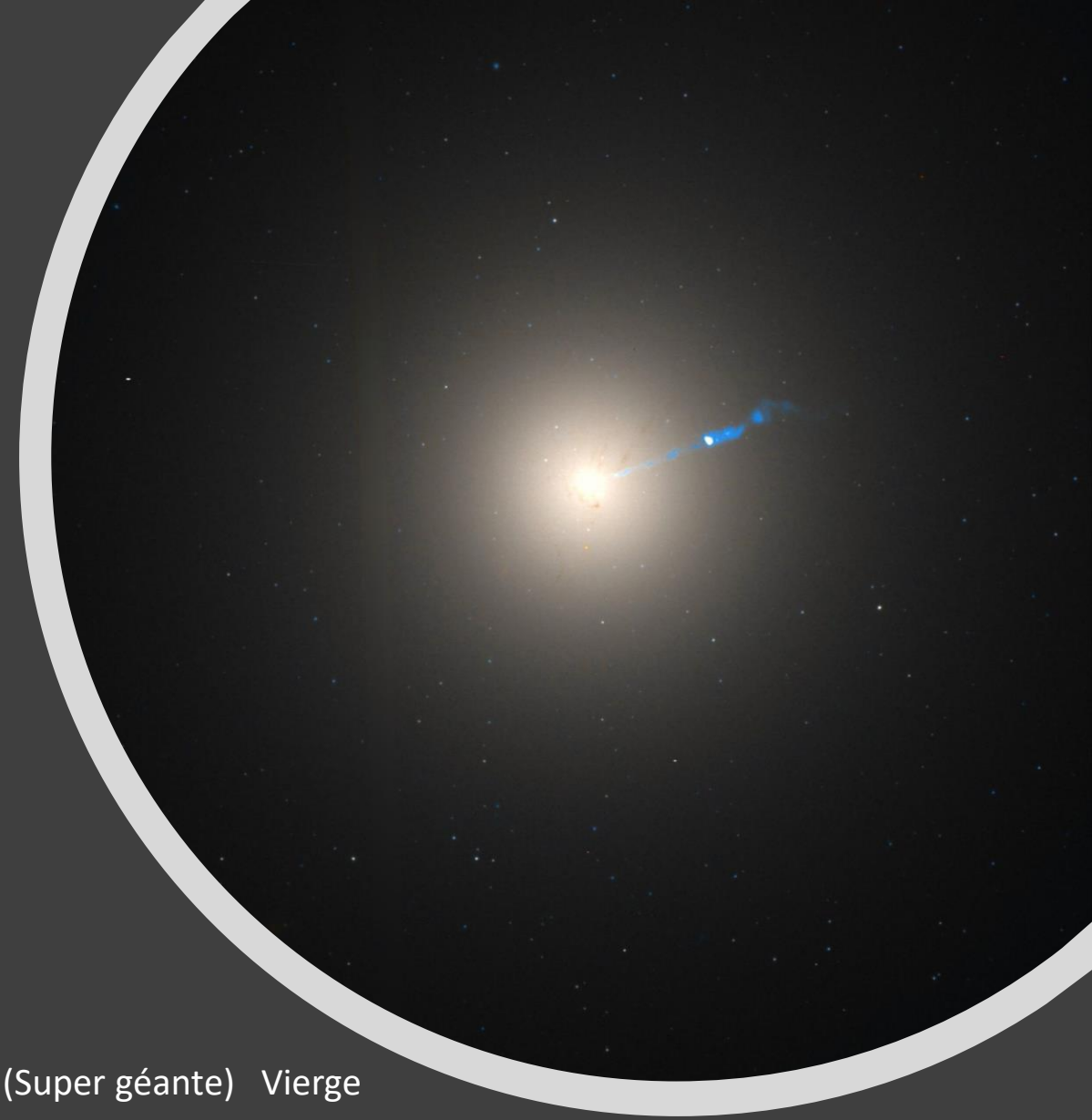
Elles sont supposées être le produit final de la fusion de deux galaxies spirales.

Le mouvement des étoiles est aléatoire

Ont une très petite structure interne et la densité des étoiles diminue doucement du centre très lumineux vers des bords diffus.

Elles contiennent une faible proportion de matière et de gaz interstellaire.

Elles sont constituées de vieilles étoiles



M87 (Super géante) Vierge

*Credits: NASA, ESA and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA);  
Acknowledgment: P. Cote (Herzberg Institute of Astrophysics) and E. Baltz  
(Stanford University)*



# GALAXIE LENTICULAIRE

- Elles représentent **la transition** entre une galaxie elliptique et une galaxie spirale dans la séquence de Hubble.

Elles ressemblent à des galaxies spirales **dénuées de bras spiraux**

Elles possèdent **un bulbe** galactique d'une **taille beaucoup plus importante** que celui d'une galaxie spirale standard.

- Les galaxies lenticulaires ont perdu ou transformé la majorité de leur matière interstellaire
- On n'y observe que **très peu de formation d'étoiles**
- Elles peuvent contenir une grande quantité de poussière



M104 Galaxie du Sombrero

OLIVIER B



# GALAXIE NAINNE



IC 10 Cassiopée

Image Crédit& Copyright: Dietmar Hager, Torsten Grossmann



- Une galaxie naine est composée d'un nombre **relativement faible d'étoiles**
- Ces galaxies gravitent souvent autour de galaxies plus importantes
- La Voie lactée possède **plus d'une trentaine** de galaxies naines connues qui gravitent autour d'elle
- Ces objets ont une faible brillance superficielle, très diffus, donc **difficile à détecter**

Les galaxies naines présentent **plusieurs morphologies** différentes :

- galaxie naine elliptique et le sous-type galaxie naine sphéroïdale
- galaxie naine irrégulière
- galaxie naine spirale

Les Nuages de Magellan sont des galaxies naines irrégulières **les plus importantes** .

Les **deux plus petites**, la galaxie naine de la Carène et la galaxie du Lion II

Copyright - Nicolas Outters  
Observatoires d'Orange (Haute Savoie)  
- Castor Sirene (Lubéron) –  
Ciel austral (Chili)





# GALAXIE IRREGULIERE

- Les galaxies irrégulières sont des galaxies qui ne montrent aucune structure régulière ou discernable et qui pour cette raison sont classées à part dans la classification de Hubble
- Elles ne possèdent aucune caractéristique des galaxies spirales ou des galaxies elliptiques
- La plupart des galaxies irrégulières sont des galaxies naines, elles contiennent de 10 millions à un milliard d'étoiles
- Leur petite taille les rend difficile à détecter
- Elles orbitent souvent autour de galaxies plus grosses (galaxies spirales).
- L'irrégularité peut résulter de plusieurs phénomènes:
  - La fusion de galaxies de tailles semblables
  - La déformation sous l'effet de l'influence gravitationnelle d'une voisine plus massive



NGC 1427A Eridan

Image Credit: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)



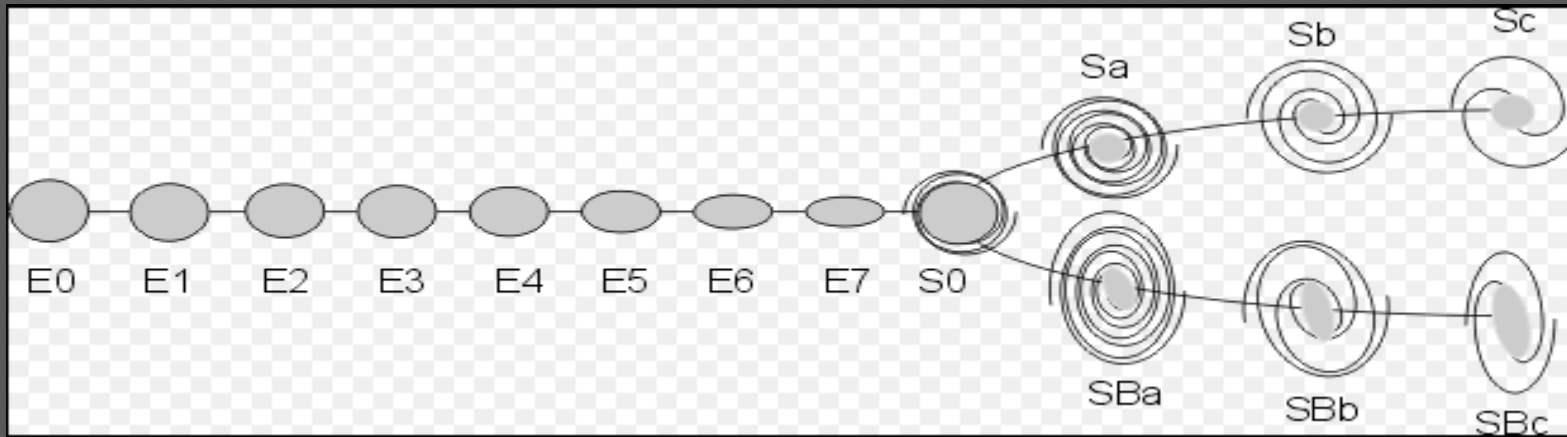


# SEQUENCE DE HUBBLE

*La séquence de Hubble est une classification des types de galaxies basée sur des critères morphologiques et fut développée en 1936 par Edwin Hubble*

## La classification

- *E* : Elliptique
- *S* : Spirale
- *S0* : Lenticulaire
- *Irr* : Irrégulière



# GALAXIE DE STARBUST

*Une galaxie à sursaut de formation d'étoiles*

- C' est une galaxie présentant un **taux exceptionnel de formation d'étoiles** par rapport aux taux observés dans la plupart des galaxies.
- Ce phénomène est **limité dans le temps** et constitue une étape dans la vie d'une galaxie.
- Les sursauts de formation d'étoiles dans une galaxie résultent principalement **d'une collision**, ou **d'une interaction** avec une ou plusieurs galaxies proches.
- IC 10 est la seule **galaxie starbust** connue au sein du Groupe local.



M82 Galaxie du cigare Grande Ourse

Georges L

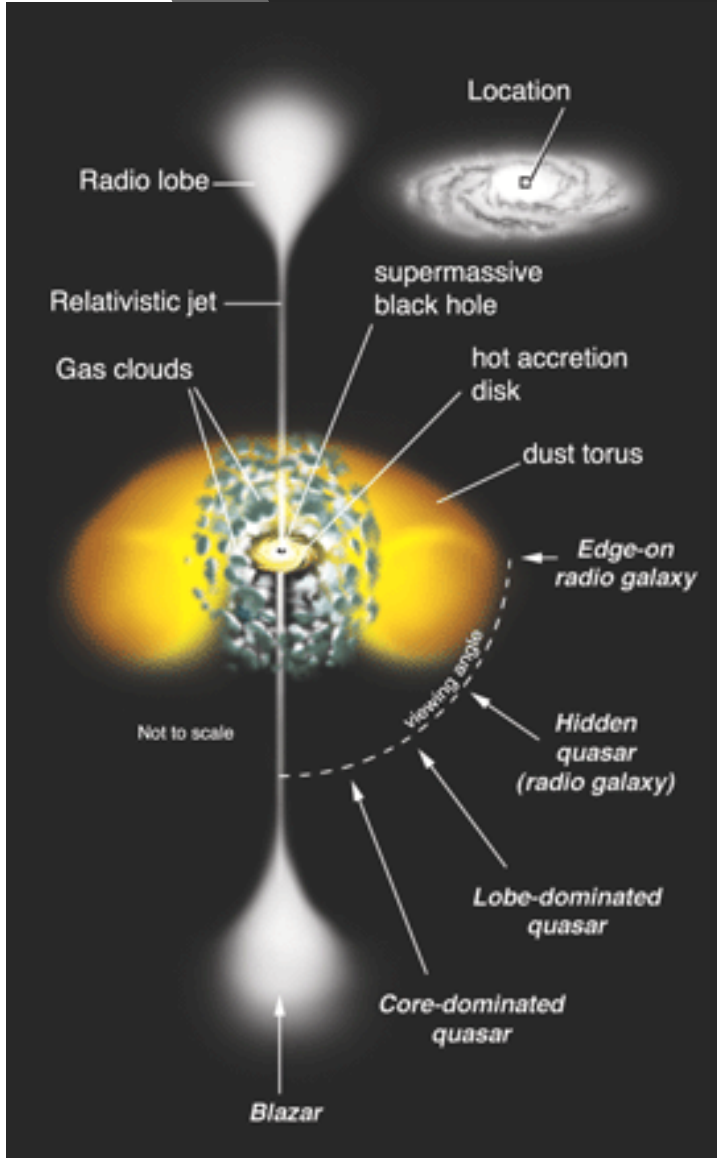
Subit probablement l'interaction gravitationnelle de sa voisine M 81



# GALAXIES A NOYAU ACTIF OU SIMPLEMENT GALAXIES ACTIVES

Elles peuvent être classées en quatre catégories principales :

- Les radiogalaxies souvent au centre des amas
- Les galaxies de Seyfert
- Les quasars
- Les blazars



*Illustration Science magazine USA .*



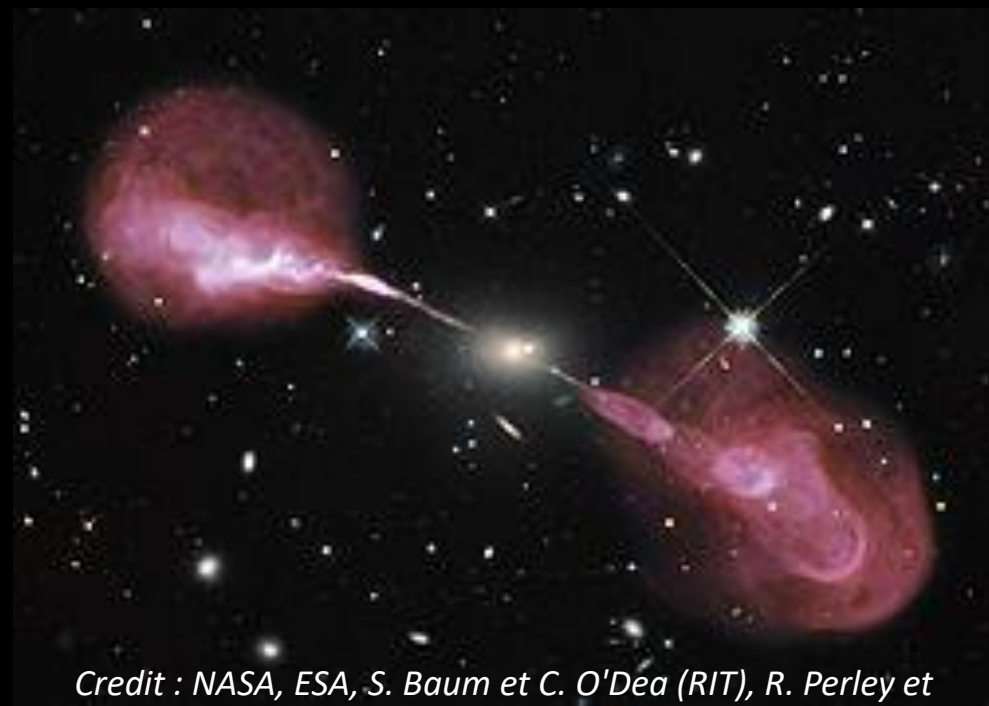


# RADIOGALAXIE

- Une radiogalaxie est une galaxie dont la plus grande partie de l'énergie émise ne provient pas des composantes d'une galaxie « normale » (étoiles, poussières, gaz interstellaire).
- L'énergie des radiogalaxies est principalement émise dans les ondes radio par rayonnement électromagnétique.
- Le modèle standard théorique affirme que l'énergie est générée par un trou noir supermassif de  $10^6$  à  $10^{10}$  masses solaires.
- Les radiogalaxies ont été ou sont utilisées pour détecter des galaxies lointaines ou (comme règle standard)

(Une règle standard est un objet dont on connaît la taille réelle et son diamètre apparent ou angulaire, permettant de déterminer la distance à laquelle il se trouve)

- James Lequeux
- [articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/LAstr/0076//0000086.000.html](http://articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/LAstr/0076//0000086.000.html)



Credit : NASA, ESA, S. Baum et C. O'Dea (RIT), R. Perley et W. Cotton (NRAO / AUI / NSF), et l'équipe Hubble Heritage (STScI / AURA)

Image en lumière visible fournie par Hubble superposée avec une image radio prise par le VLA



Galaxie centrale 3C 348 est 1000 fois plus massive que la Voie lactée, et son trou noir est près de 1000 fois plus massif que le trou noir au centre de notre propre Galaxie

Le diamètre galactique de Hercules A est de 1 500 000 al

Les jets de plasma de plus d'un million d'années-lumière

# GALAXIE DE SEYFER

*Elles forment un des deux groupes importants de galaxies actives, l'autre groupe étant les quasars*

Ce sont des galaxies spirales **caractérisées** par un **noyau extrêmement brillant** et compact.

- Brillance de surface très élevée
- Leur noyau représente **l'une des plus grandes sources de rayonnement électromagnétique connues de l'Univers**, possiblement liée au trou noir supermassif en leur centre.
- Ces galaxies présentent **des émissions fortes** dans les domaines **radio, ultraviolet, infrarouge et rayons X** du spectre électromagnétique.

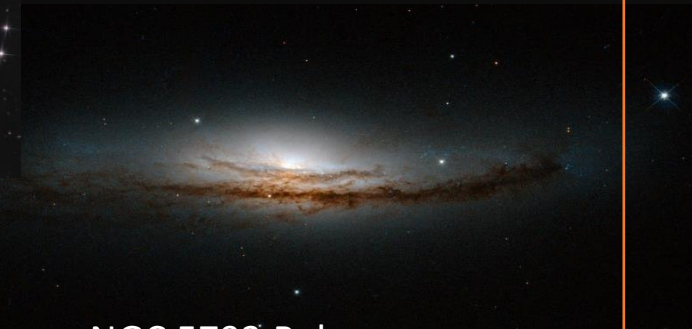


NGC 1097 FOURNEAU

Source : ESA/Hubble & NASA ;  
Acknowledgement : E. Sturdivant



NGC 1365 Fourneau  
Arnaud



NGC 5793 Balance

Crédits : NASA, ESA, and E. Perlman (Florida  
Institute of Technology) A



# QUASARS

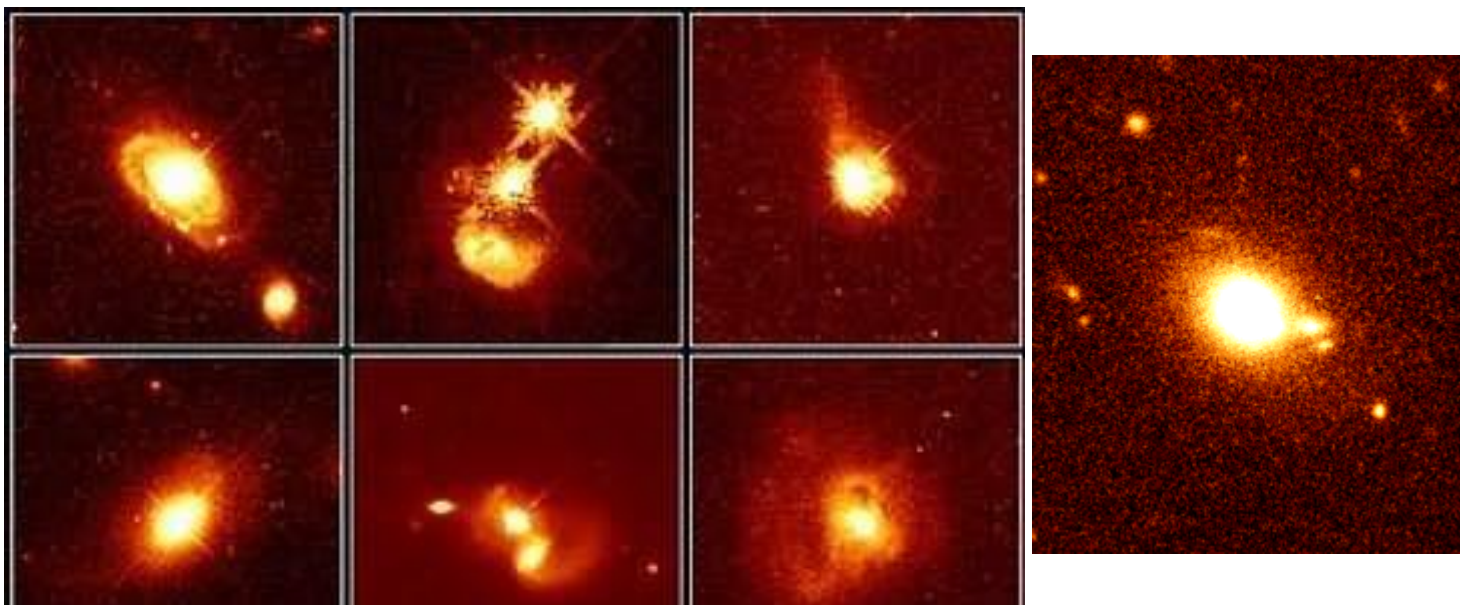
« *source de rayonnement astronomique quasi stellaire* » *quasi-stellar astronomical radio source (Anglais)*

Un quasar est un noyau de galaxie extrêmement lumineux (noyau actif)

Vers le début des années 1960, les radioastronomes découvrirent des sources radio très puissantes qui apparaissaient ponctuelles comme des étoiles lorsqu'on les observait dans le domaine visible.

Cependant les étoiles n'émettent pas en général d'ondes radio importantes et ces objets devaient donc être d'origine différente.

En attendant de pouvoir comprendre leur nature, les astronomes baptisèrent ces objets du nom de quasar.



Un quasar typique

- Produit une quantité **monstrueuse d'énergie**
- **Brille** autant **qu'un millier** de galaxies ordinaires
- La variabilité de leur luminosité **peut varier** nettement en une journée, voire quelques heures.

*Un échantillon de quasars vivant dans des environnements très différents, certains dans des galaxies isolées, certains dans des galaxies en collision.*

(Crédit : John Bahcall (IAS, Princeton), Michael Disney (University of Wales), NASA)NASA/STScI



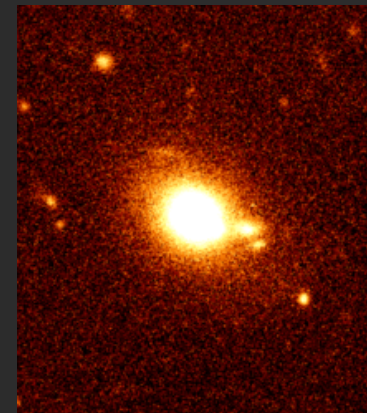


# LES BLAZARS

- Ils sont parmi les objets les plus puissants et violents de l'[Univers](#) et font partie, avec les quasars et les [radiogalaxies](#) de la famille des galaxies actives.
- Ils sont une source [quasar](#) très compacte associée à un [trou noir supermassif](#) d'une masse considérable, de l'ordre d'un million à un milliard de masses solaires, situé au centre d'un [noyau actif de galaxie](#)
- Ils émettent une grande quantité de rayonnement de toutes les longueurs d'onde (des [ondes radio](#) aux rayons gamma)
- La puissance lumineuse émise est de l'ordre de mille milliards de fois celle du Soleil.

• Radiogalaxies, quasars et blazars correspondraient en fait à un même genre de galaxies, observés sous des angles différents :

- si les jets nous parviennent [de biais](#), elles ont l'aspect d'un [quasar](#),
- si elles se présentent [de face](#), c'est l'aspect d'un [blazar](#),
- vues complètement [de profil](#), le cœur caché par les disques de poussières, nous détectons [une radiogalaxie](#).
- Dans tous les cas, [la galaxie hôte](#) serait une [galaxie elliptique géante](#).



BL Lacertae : 0323+022 ( $z=0,147$ )

Author: Renato Falomo

Caption: Image obtained by the author at  
ESO NTT





# LES PULSARS

---

- Un Pulsar est **une étoile à neutron** tournant très rapidement sur elle-même (**période typique** de l'ordre de **la seconde**, voire beaucoup moins pour **les pulsars milliseconde**)
  - Leur **champ magnétique** est mille milliards de fois plus grand que celui de la Terre
  - Ils émettent **un fort rayonnement électromagnétique** dans la direction de leur axe magnétique ce qui permet l'émission d'un **faisceau de lumière** tournant en même temps que l'étoile
  - A chaque tour, le faisceau balaye la ligne de visée de la Terre et les astronomes enregistrent **une pulsation lumineuse**. D'où leur nom de pulsars.
  - **La rotation** d'un pulsar **se ralentit lentement** au cours du temps, à mesure qu'il dissipe de l'énergie
- 
- Un tremblement de pulsar dégage un milliard de milliards de fois plus d'énergie que les plus violents séismes que la Terre ait jamais connus.



L'environnement immédiat du pulsar du Crabe, en optique (image Hubble, en rouge) et en X (image Chandra, en bleu)

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



# LES COMETES

Une comète est à l'origine un gros bloc de glace et de roche endormi aux confins du système solaire.

A cause d'une faible perturbation, ce petit astre est propulsé vers le soleil.

Lorsqu'il commence à se réchauffer, il s'entoure d'un nuage de vapeur : La Coma

Plus il s'approche du soleil, plus l'effet de la chaleur sur ce noyau cométaire est important.

Queue de plasma **bleue**  
se maintenant à l'opposé du soleil

Queue blanche éclairée  
par le soleil, constituée de  
poussières poussées par  
le vent solaire.



NEOWISE  
Marc B



Credit: R.H. MCNAUGHT 2006



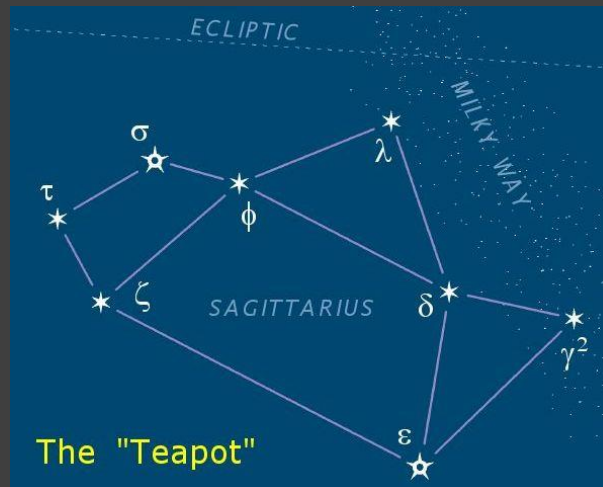
Collaboration CAA



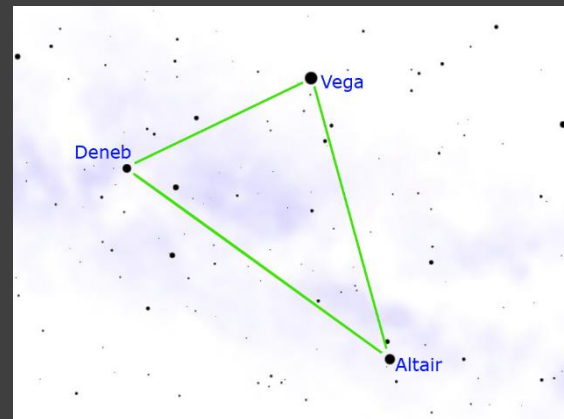
# LES ASTERISMES

Un astérisme est une **figure remarquable** dessinée par des étoiles particulièrement brillantes.

Un astérisme peut former **une partie** d'une constellation ou être constitué d'étoiles appartenant à **plusieurs constellations**.



La théière Sagittaire  
WIKIPEDIA



Triangle d'été  
Wikipedia



Le cintre      Petit renard  
WIKIPEDIA



# SOURCES

- Wikipédia
- ESA/ESO
- OBSPM

Merci pour votre attention

