



Histoire des Idées Scientifiques



UE Libre proposée par
Edmundo NAVA SAUCEDO
Aux étudiants de l'UPJV

Avant HUBBLE



Carte du monde (Ptolémée)

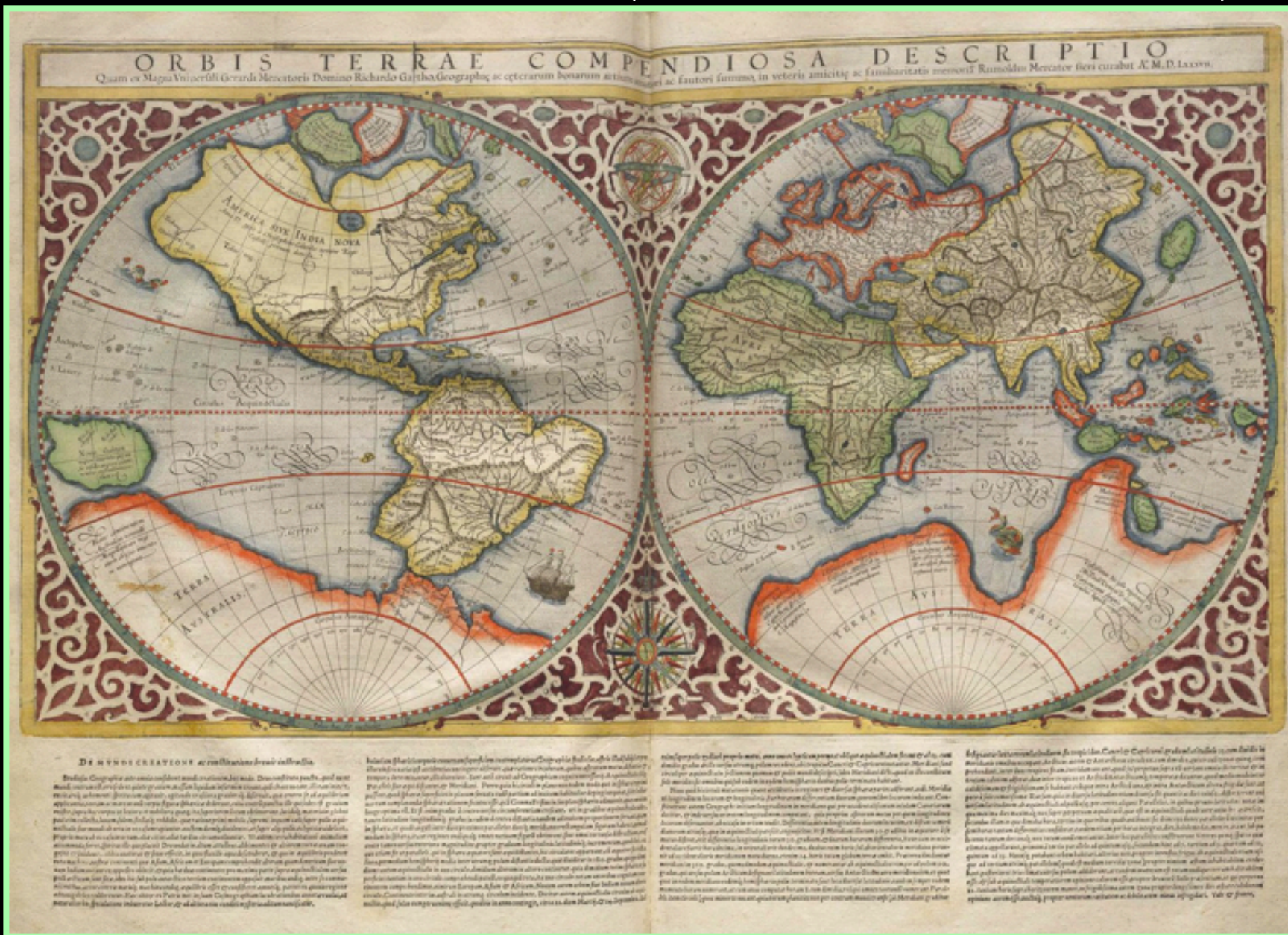


ca. 1507-1508

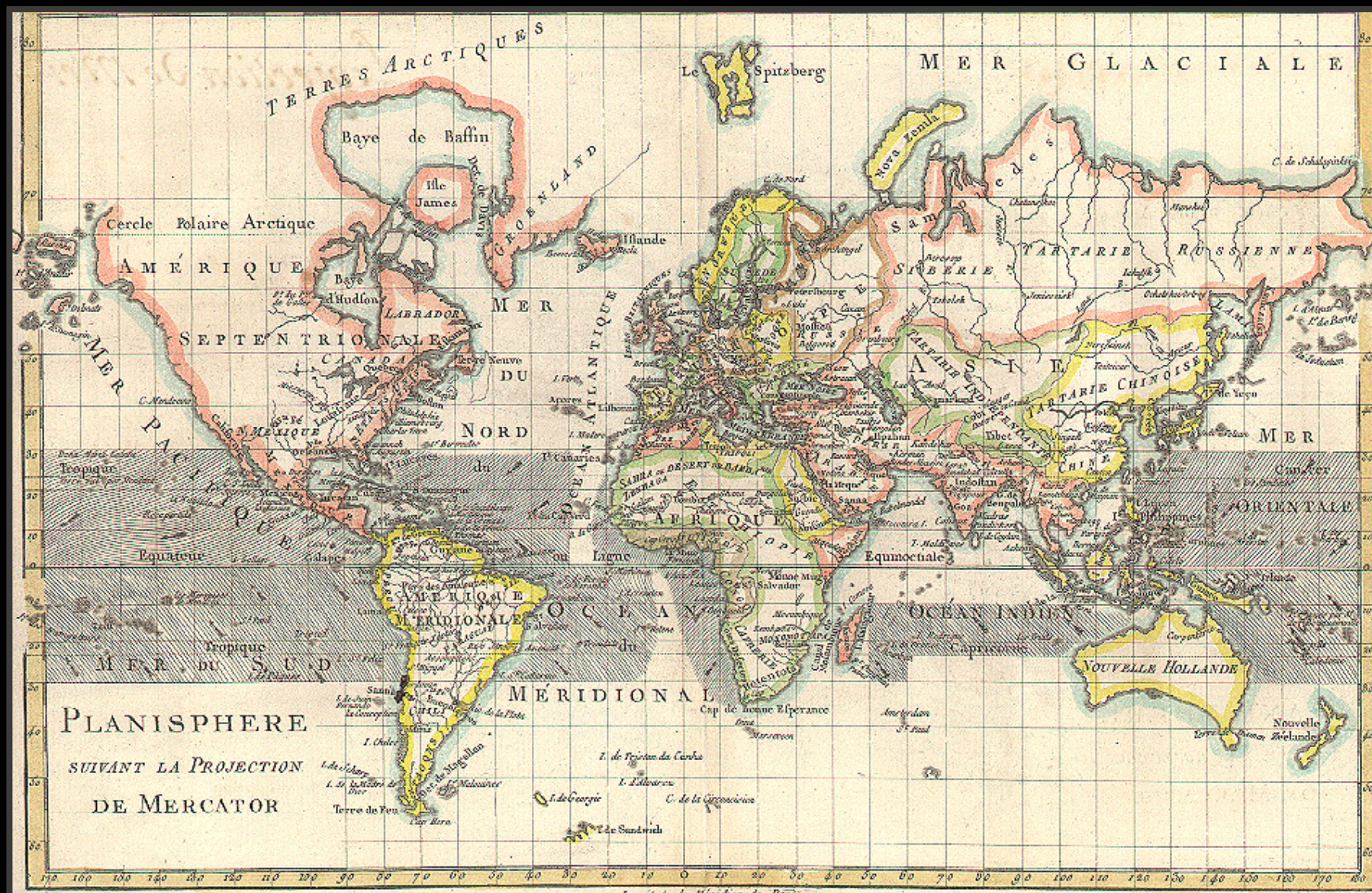
Mappemonde (Ruysch)



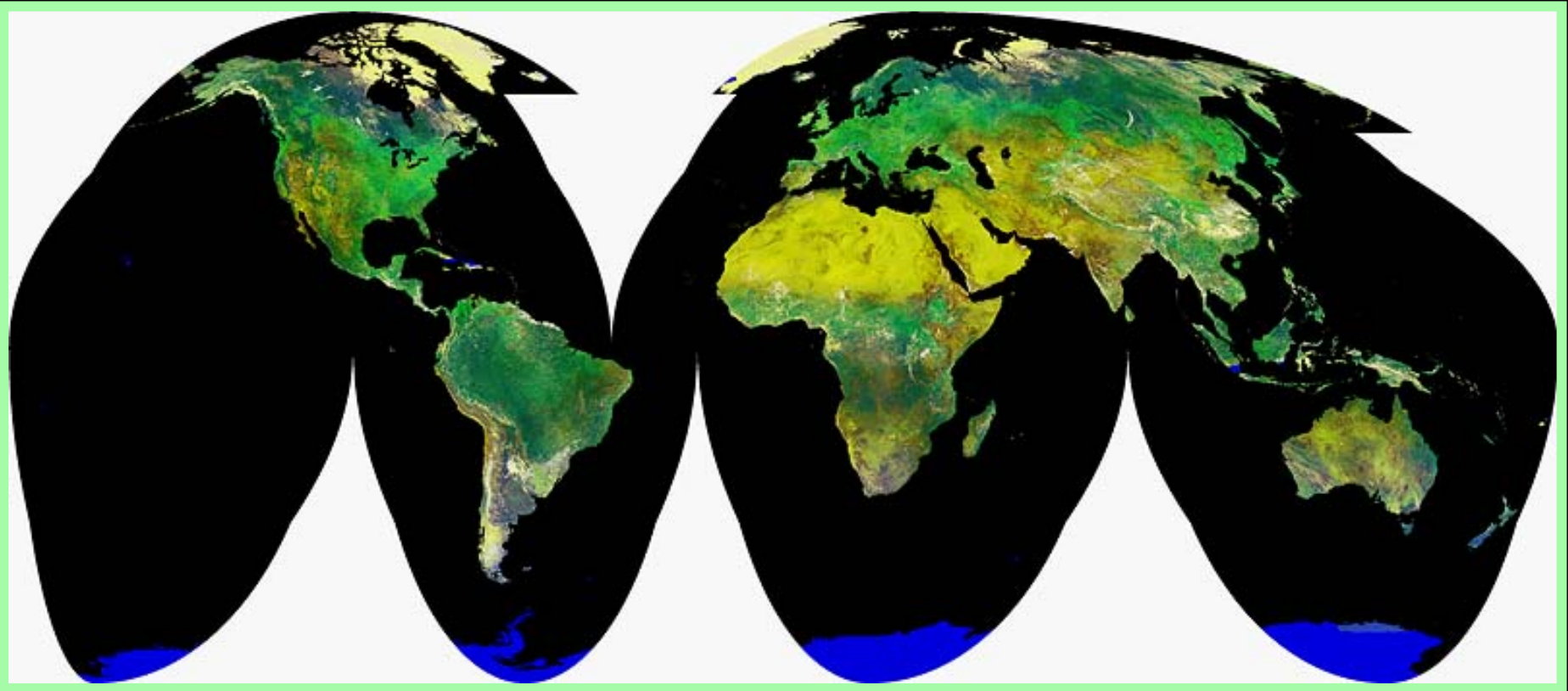
Orbis Terrae (Gerardi Mercatoris)



Planisphère (projection de Mercator)



Mappemonde moderne





Un monde anthropocentrique

Empire d'Alexandre le Grand

334-323 av. J.C

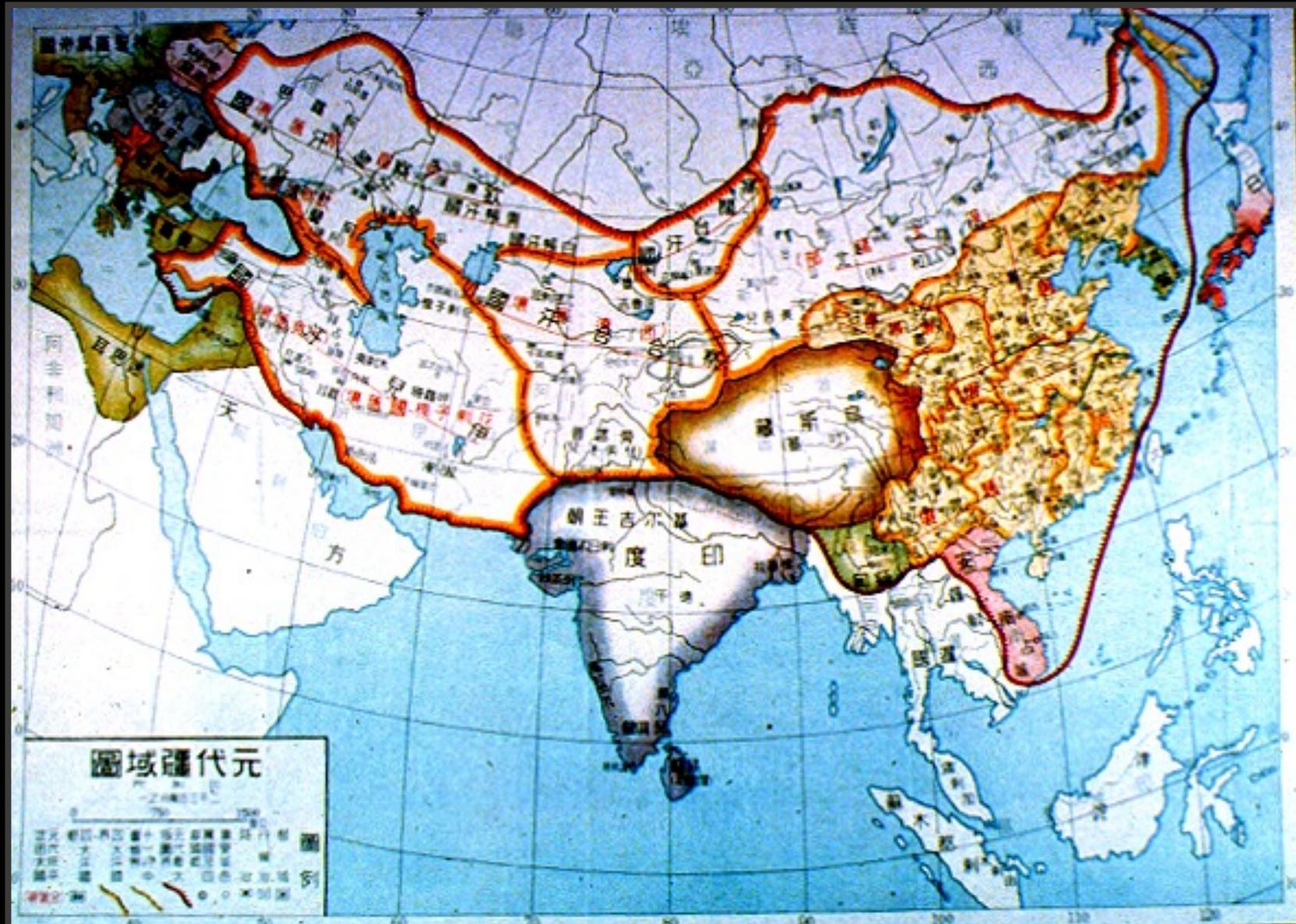


Empire Romain



ca. 1280

Empire mongol (Genghis Khan)



ca. 1280

Empire mongol (Genghis Khan)



ca. 1500

Empire et Civilisation



ca. 1500

Civilisation Maya



Empire Aztèque

ca. 1500



Empire Napoléonien

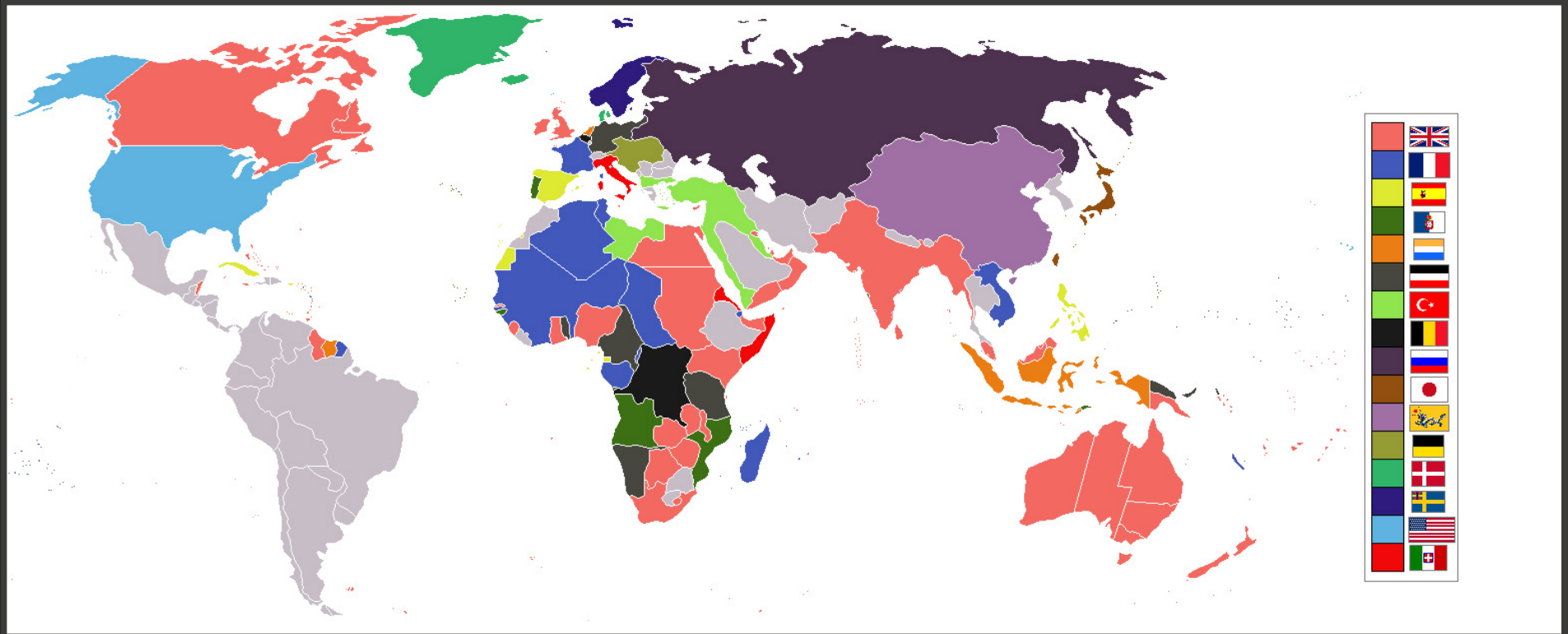


Empire de Napoléon I^{er}



Empires coloniaux

1898



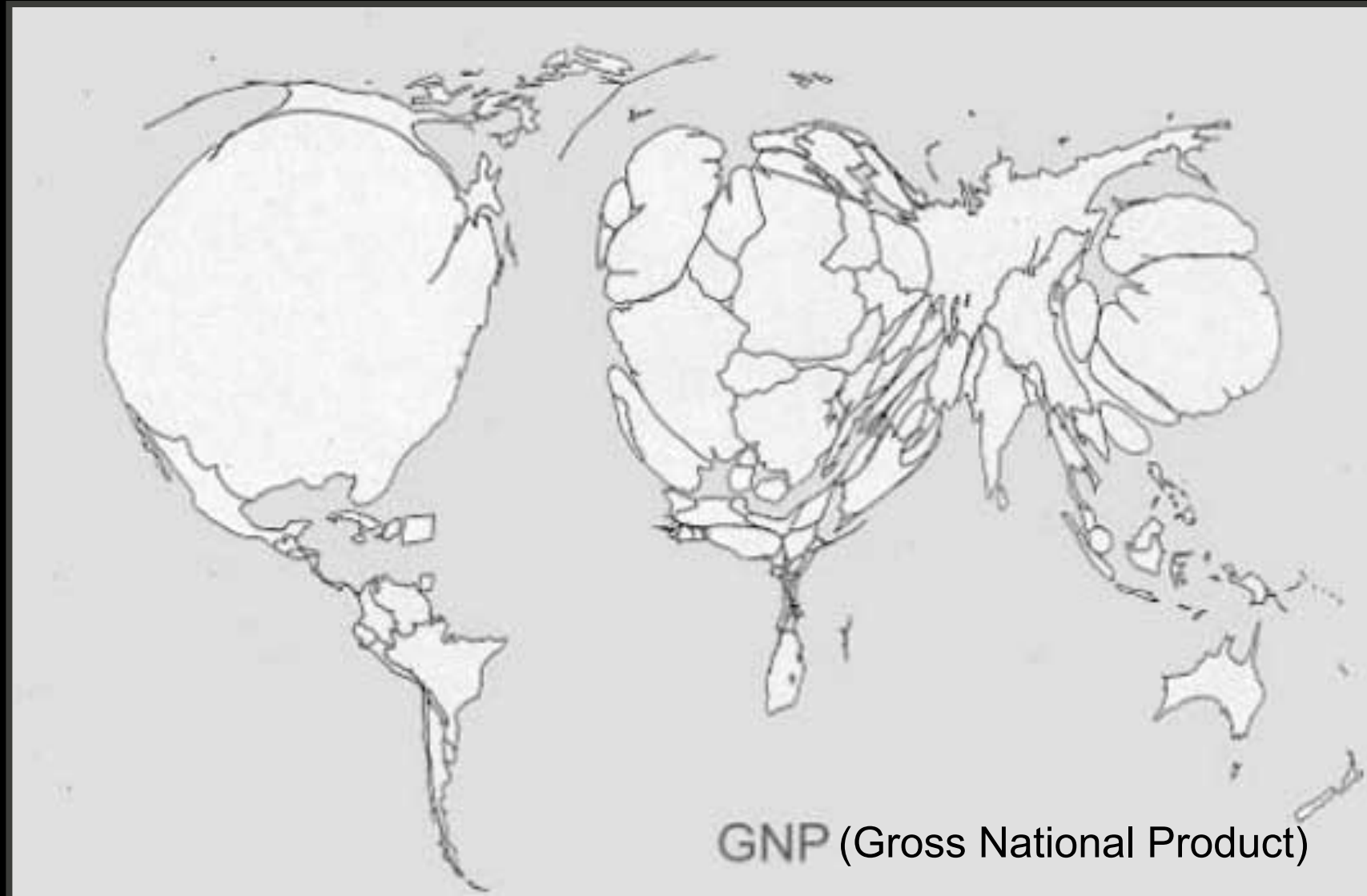
Les vingt langues les plus parlées

2004

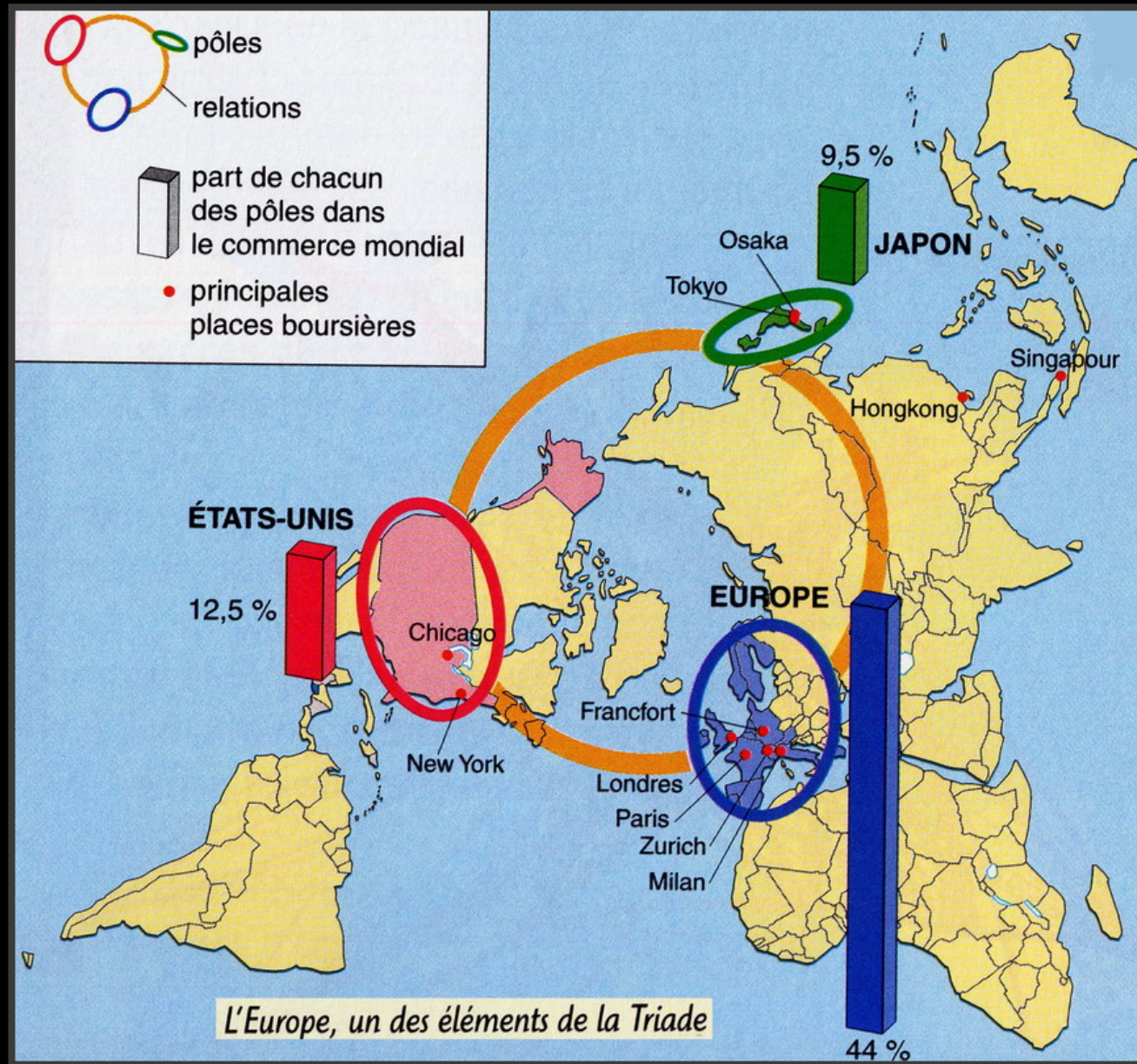
En termes de nombre de locuteurs natifs, 12 des 20 langues principales appartiennent à la famille indo-erupéenne, souvent propagées par l'expansion coloniale, comme c'est le cas de l'anglais, de l'espagnol, du portugais et du français.

Locuteurs de langue maternelle (en millions)					
1	Chinois mandarin	1000	11	Français	70
2	Anglais	350	12	Pendjabi	70
3	Espagnol	250	13	Javanais	65
4	Hindi	200	14	Bihari	65
5	Arabe	150	15	Italien	60
6	Bengali	150	16	Coréen	60
7	Russe	150	17	Telougou	55
8	Portugais	135	18	Tamoul	55
9	Japonais	120	19	Marathi	50
10	Allemand	100	20	Vietnamien	50

Produit National Brut



La Triade





Un monde global

Vue de la Terre

Les hommes de
l'équipage de
l'Apollo 8 ont été les
premiers témoins à
observer le globe
terrestre dans sa
totalité

(24 décembre 1968)



Vue de la Terre

Les hommes de
l'équipage de
l'Apollo 8 ont été les
premiers témoins à
observer le globe
terrestre dans sa
totalité

(24 décembre 1968)



Avant HUBBLE une seule galaxie
(la voie lactée)



Edwin HUBBLE



- œ Edwin Powell Hubble (20 novembre 1889 - 28 septembre 1953) est un astronome américain. Il a permis d'améliorer la compréhension de la nature de l'Univers en démontrant l'existence d'autres galaxies en dehors de notre Voie lactée. En observant un décalage vers le rouge du spectre de plusieurs galaxies, il a montré que celles-ci s'éloignaient les unes des autres à une vitesse proportionnelle à leur distance (loi de Hubble). C'est ce qu'on appelle aussi l'expansion de l'Univers.

Edwin HUBBLE

- ❧ Hubble naît à Marshfield dans le Missouri le 20 novembre 1889. Il étudie les mathématiques et l'astronomie à l'université de Chicago où il obtient son diplôme en 1910. Titulaire d'une bourse d'étude, il passe ensuite 3 ans à l'université d'Oxford où il obtient un Master of Arts en droit. Il revient rapidement à l'astronomie à l'observatoire Yerkes, où il reçoit son Ph.D. en 1917.
- ❧ George Ellery Hale, le fondateur et directeur de l'observatoire du Mont Wilson, près de Pasadena en Californie, lui propose un poste de chercheur en 1919. Il y poursuit ses travaux jusqu'à la fin de sa vie. Peu de temps avant sa mort, il utilisa le premier le télescope Hale composé d'un réflecteur de 200 pouces (5,08 m de diamètre) qui venait d'être achevé. Le 28 septembre 1953, il meurt d'un accident vasculaire cérébral.

Edwin HUBBLE

- ☞ Son arrivée au mont Wilson coïncide plus ou moins avec l'achèvement du télescope Hooker de 250 cm, le plus puissant télescope à l'époque. Les observations faites avec ce télescope par Hubble en 1923-1924 permettent d'établir que les « nébuleuses » observées précédemment avec des télescopes moins puissants ne font pas partie de notre Galaxie, mais constituent d'autres galaxies éloignées. Il annonce sa découverte le 30 décembre 1924. La première nébuleuse identifiée comme une galaxie n'est pas M31 (la Galaxie d'Andromède), mais la petite galaxie NGC 6822 située dans la constellation du Sagittaire (1925). Suivront ensuite M33 (la Galaxie du Triangle) en 1926 et M31 en 1929. Il a également classifié les galaxies en les regroupant sur des critères morphologiques (séquence de Hubble)

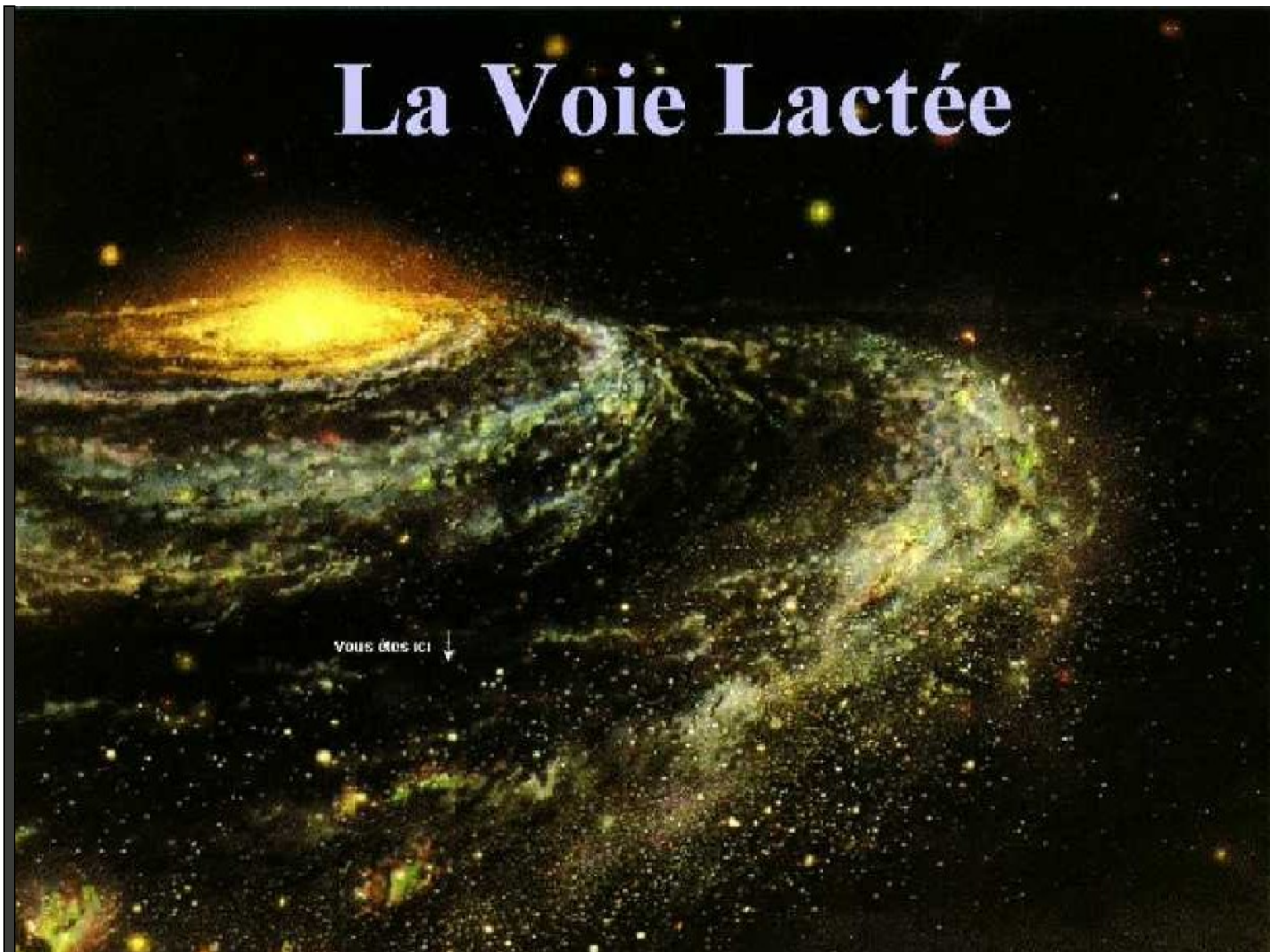
Edwin HUBBLE

- ❧ Les travaux sur la spectroscopie astronomique étaient menés avant 1918 par James Edward Keeler (observatoire Lick), Vesto Melvin Slipher (observatoire de Lowell) et William Wallace Campbell (observatoire de Lick). Combinant leurs propres mesures de distance des galaxies avec les mesures de Vesto Slipher relatives à leur décalage vers le rouge, Hubble en collaboration avec Milton Humason établit en 1929, grâce à la spectroscopie, la relation entre la distance des galaxies et leur vitesse d'éloignement¹. Cette relation est connue sous le nom de loi de Hubble, à l'origine du concept d'expansion de l'univers.
- ❧ Cette découverte basée sur l'observation et la mesure permet de soutenir la thèse de la théorie du Big Bang proposée par Alexandre Friedmann en 1922.

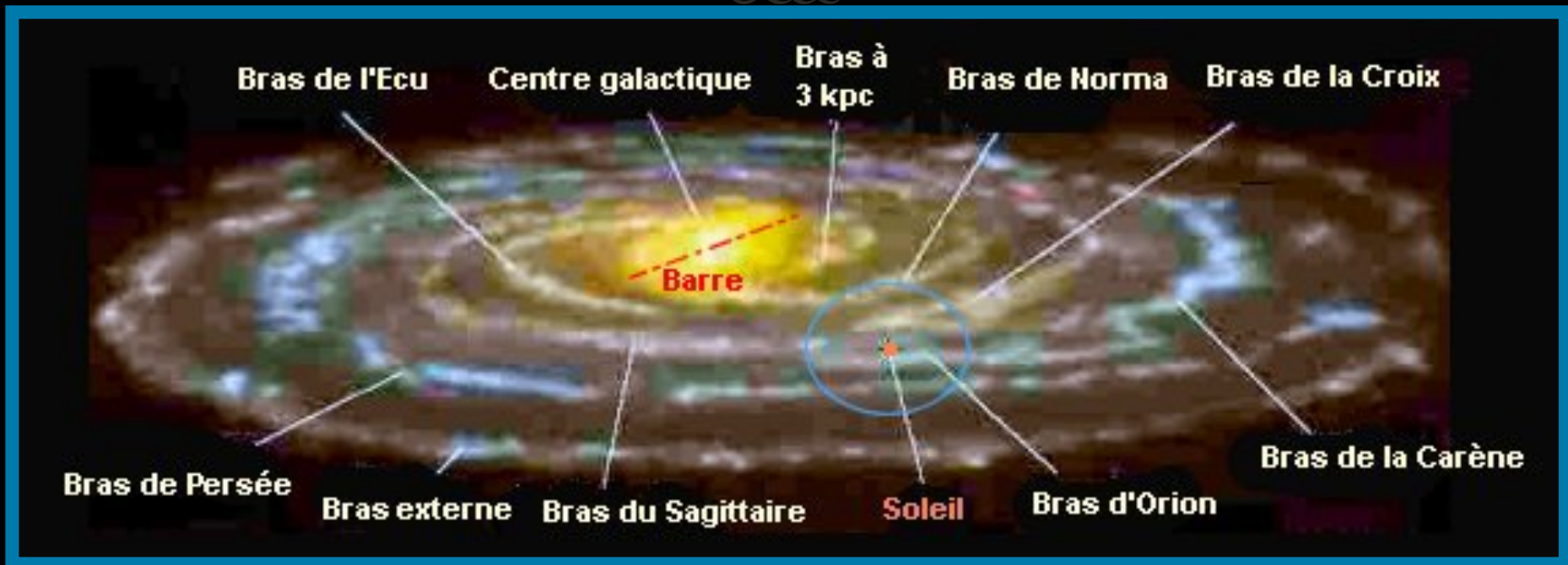
Edwin HUBBLE

- Edwin Hubble a établi un système permettant de classer les galaxies. Ce système est toujours utilisé aujourd'hui.
- Il est lauréat de la Médaille Franklin en 1939 pour ses travaux sur les nébuleuses. Il reçoit la médaille d'or de la Royal Astronomical Society en 1940. Le télescope spatial Hubble a été nommé en son honneur, ainsi que l'astéroïde (2069) Hubble. Il a découvert l'astéroïde (1373) Cincinnati le 30 août 1935.
- Publications :
 - The Observational Approach to Cosmology. Edwin Hubble (The Clarendon Press - 1937)
 - The Realm of the Nebulae. Edwin Hubble (New haven - 1936)

La Voie Lactée



La voie lactée

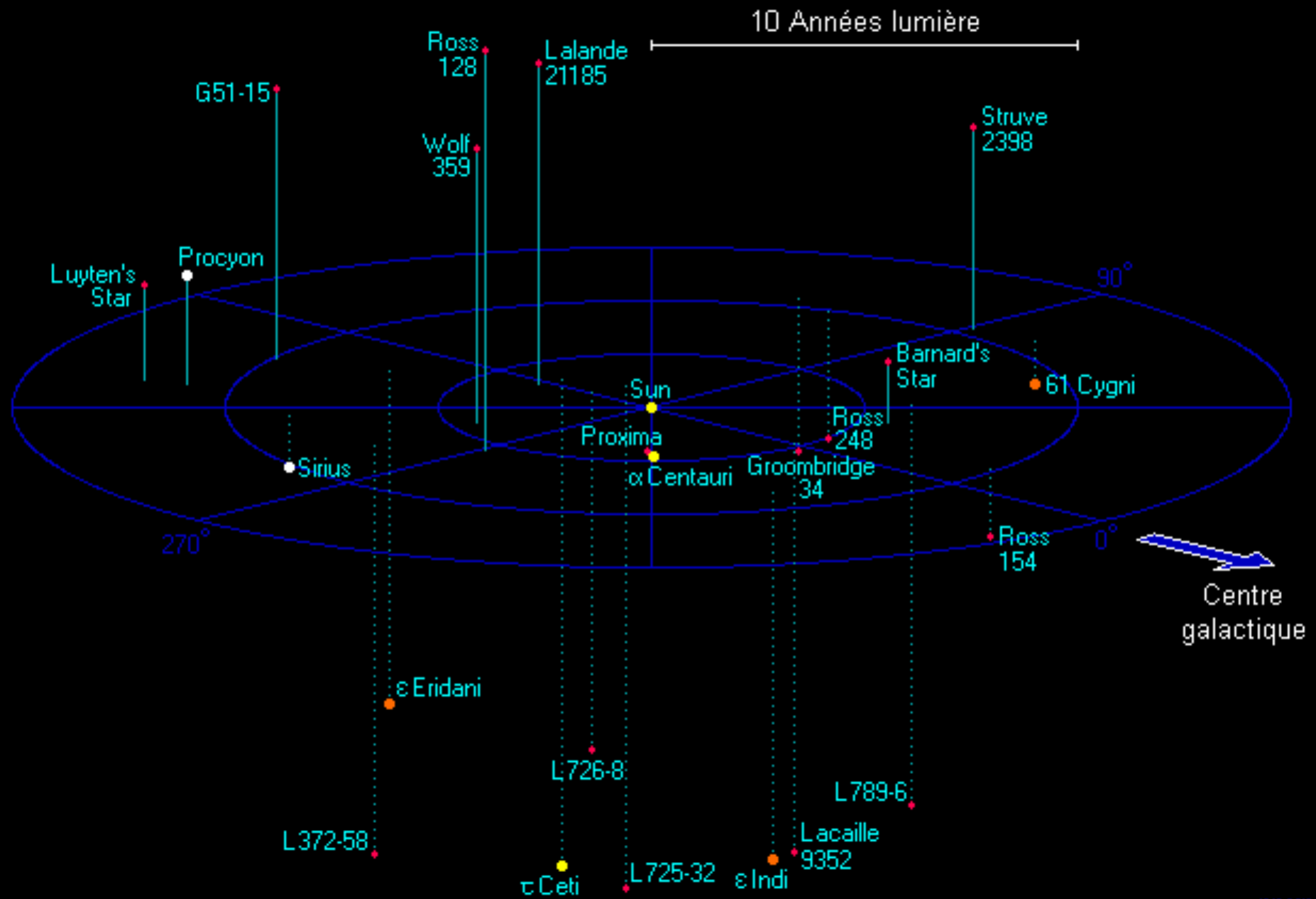


Notre système solaire est situé dans le Bras d'Orion

Le soleil est une étoile plutôt éloignée du centre galactique



Les étoiles les plus proches du soleil



Systeme Alpha du Centaure

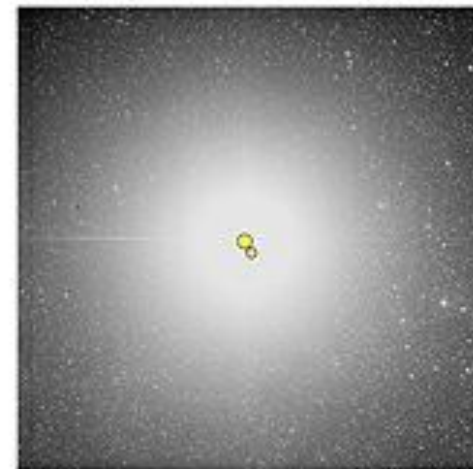
☞ Proxima Centauri

Cette faible naine rouge est l'étoile la plus proche du Soleil, c'est un membre du système d'Alpha du Centaure. Proxima a été découverte en 1915 par Robert Innes et était à cette époque la moins lumineuse des étoiles connues.

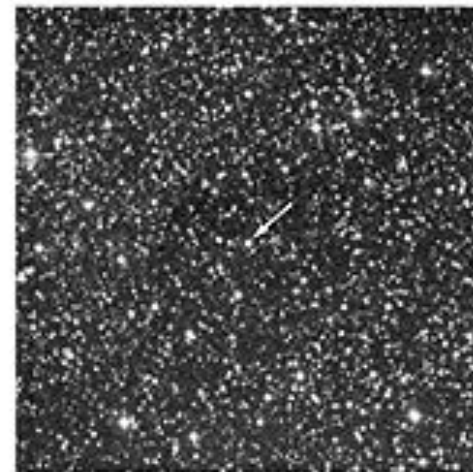
☞ Alpha Centauri A, B

A peine plus éloignée de nous que Proxima, on trouve les deux étoiles, une orange et une jaune, qui forment Alpha du Centaure. Orbitant l'une autour de l'autre en 80 ans, elles forment ensemble un des objets les plus brillants des cieux de l'hémisphère sud.

Systeme Alpha Centuri



α Cen A & B



Proxima

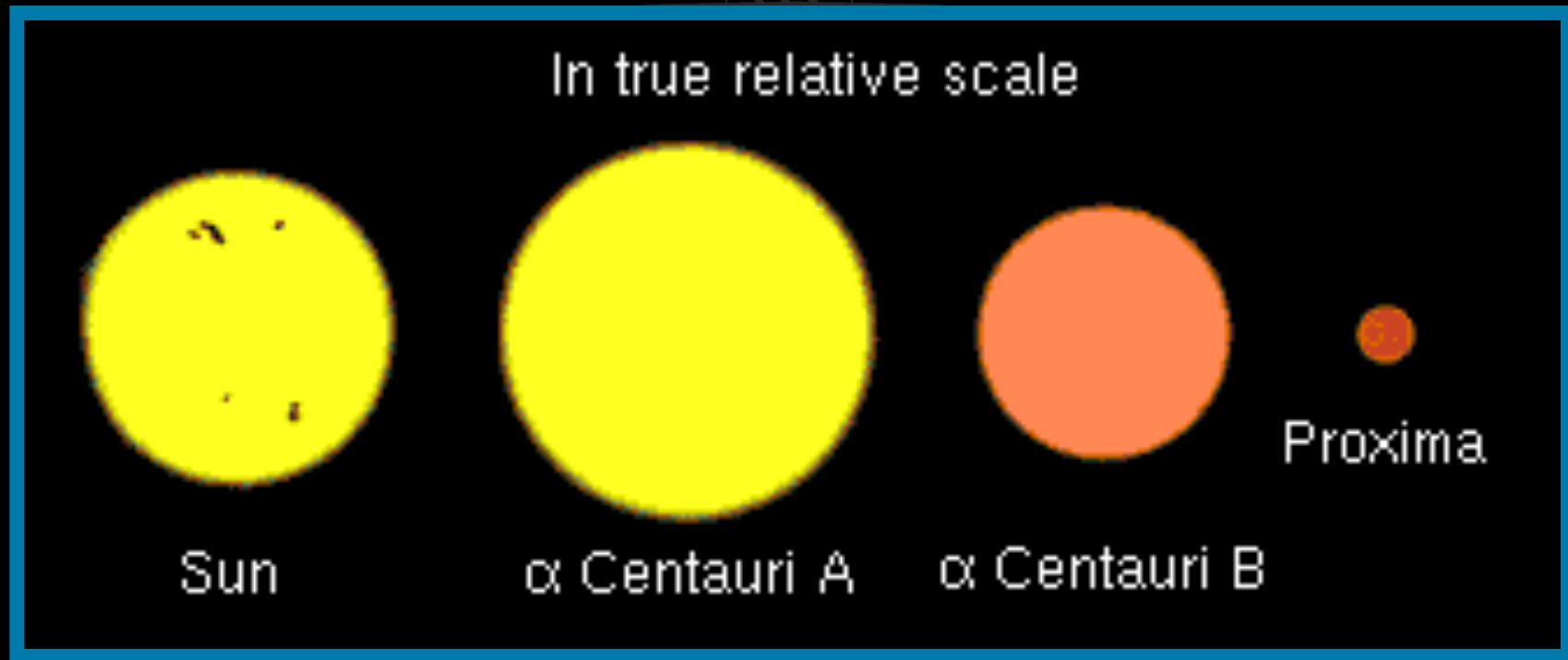
The Triple Stellar System Alpha Centauri
(ESO 1-m Schmidt Telescope)

ESO PR Photo 07a/03 (15 March 2003)

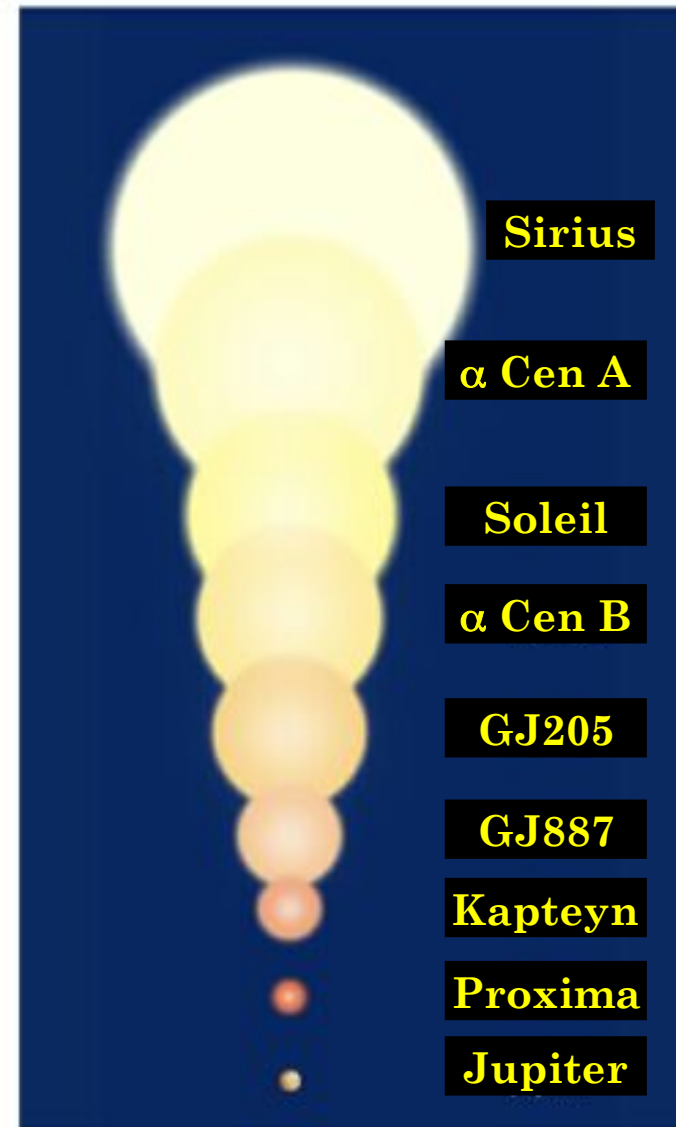
© European Southern Observatory



Comparaison des tailles avec le soleil



Tailles relatives
des étoiles
constituantes du
système alpha
du Centaure et
d 'autres objets.

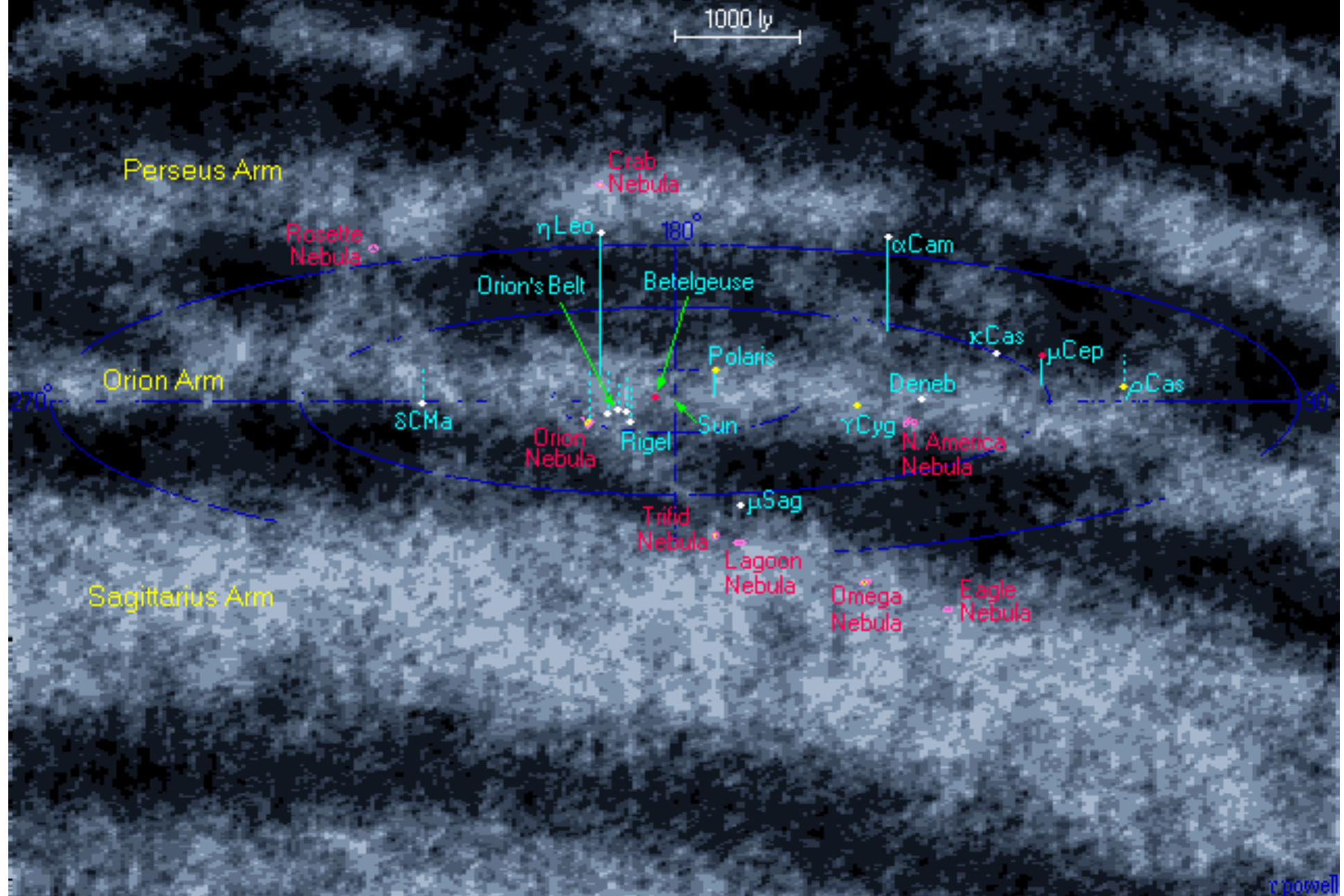


Relative Sizes of the Alpha Centauri Components and Other Objects

Proxima
Centuri
vu par le
télescope
spatial
Hubble



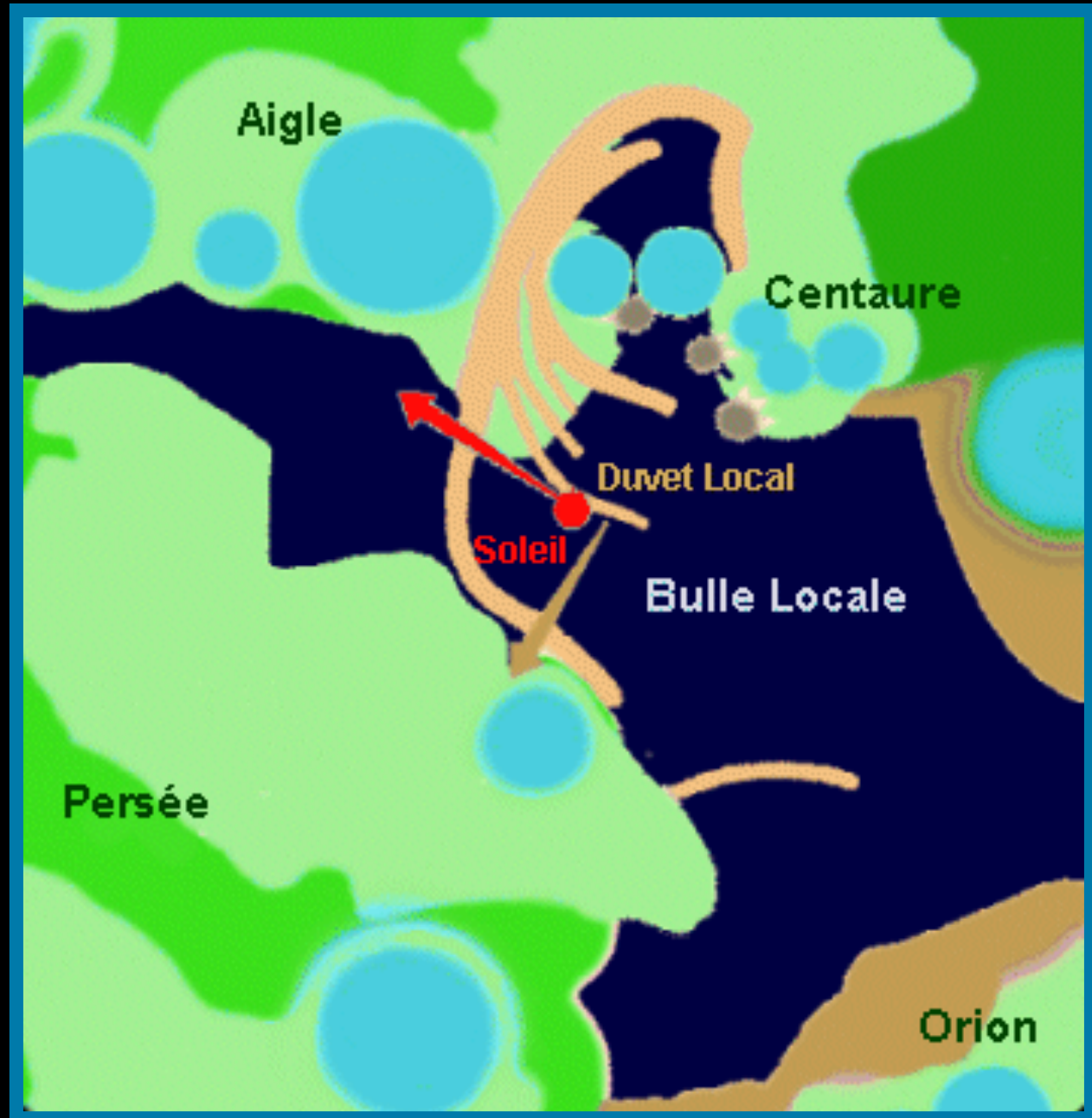
LE SOLEIL DANS LE BRAS D'ORION

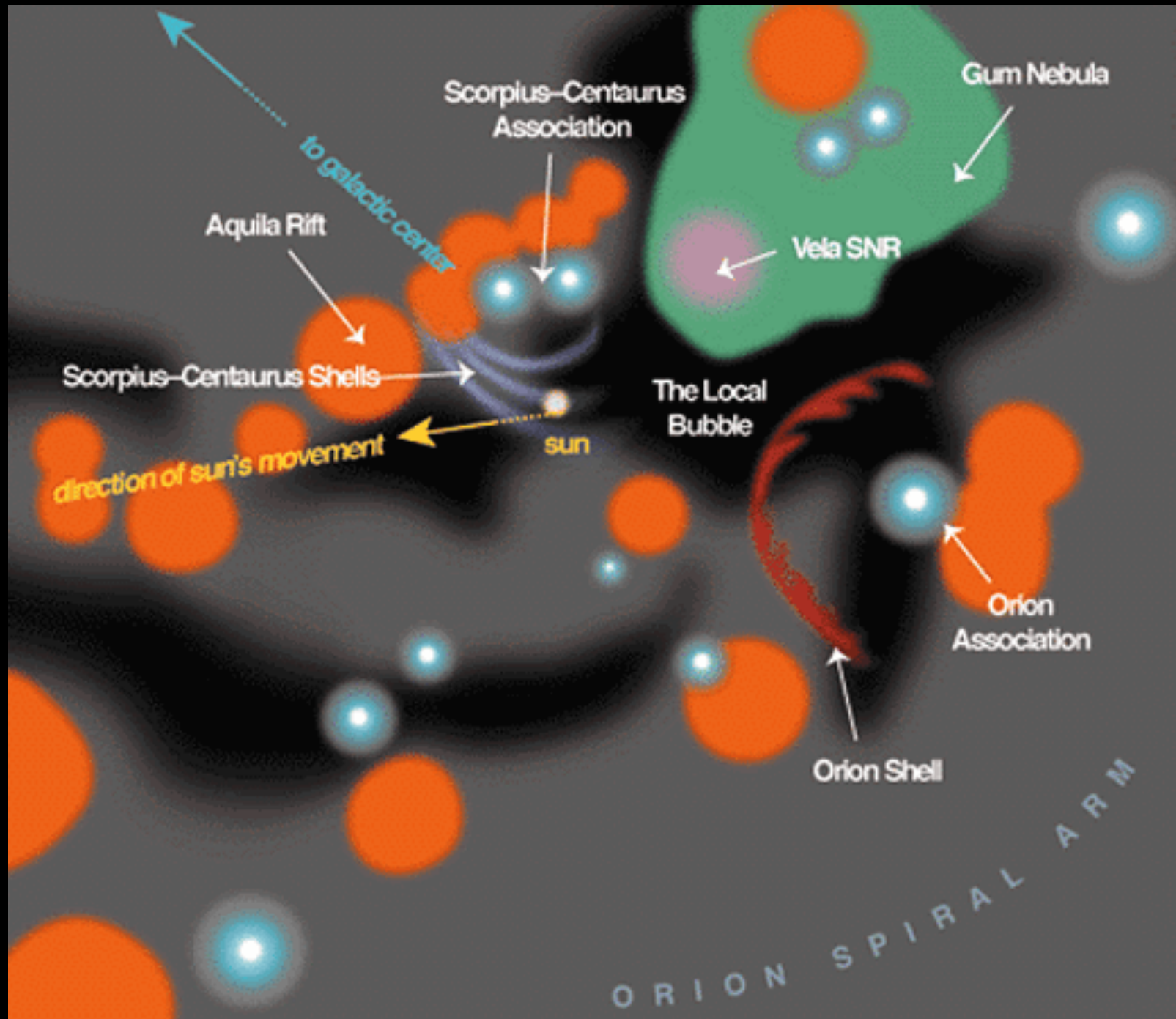


Le Bras d 'Orion

☞ Le Soleil est situé dans le Bras d'Orion - un bras assez petit comparé au Bras du Sagittaire, qui se situe plus près du centre galactique. Le groupe d'étoiles le plus marquant est composé des étoiles principales de la constellation d'Orion - de laquelle le bras spiral tire son nom. Toutes ces étoiles sont des géantes et supergéantes lumineuses, des milliers de fois plus lumineuses que le Soleil. L'étoile la plus brillante est Rho Cassiopeia - à 4 000 années lumière de nous, c'est juste une étoile à peine visible à l'œil nu, mais en réalité c'est une supergéante 100 000 fois plus lumineuse que le Soleil.

La Bulle Locale





La Bulle Locale

- ❧ Qu'est-ce qui entoure le Soleil dans cette partie de la galaxie de la Voie Lactée ? Notre idée la plus couramment admise sur le sujet est décrite sur la carte précédente présentant les 1500 années-lumière nous entourant. Cette carte a été réalisée à partir de diverses observations et déductions. Actuellement, le Soleil a traversé un nuage interstellaire local (LIC en anglais), dessiné en violet, qui s'écoule à partir de l'association de jeunes étoiles Scorpius-Centaurus. Le LIC est un trou de faible densité dans le milieu interstellaire. Ce milieu interstellaire est appelé la Bulle Locale (en noir). A proximité, un nuage moléculaire de haute densité incluant la fissure Aquila entoure des régions de formation d'étoiles, (en orange). La nébuleuse Gum (en vert), est une région d'hydrogène chaud ionisé. A l'intérieur de la nébuleuse Gum se situent les restes de la supernova Vela (en rose), qui sont en expansion et créent des coquilles de matériel fragmentées semblable au LIC. De futures observations devraient aider les astronomes à en savoir plus au sujet du voisinage galactique local et comment il pourrait affecter le climat passé de la Terre.

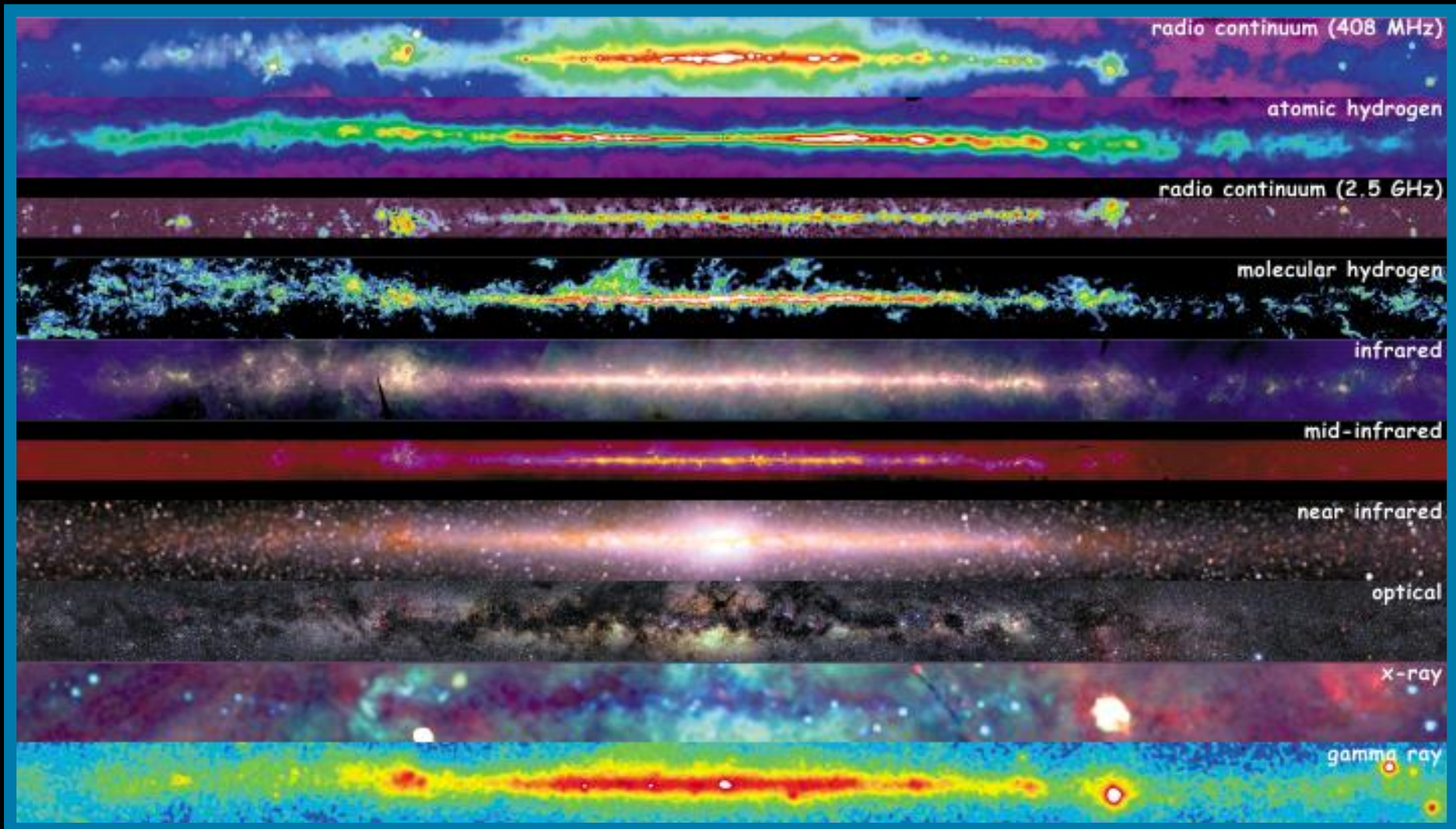
La Voie Lactée

☞ Notre galaxie est un disque vaguement spirale d'une centaine de milliards d'étoiles, qui tourne autour d'un centre compact. Notre Soleil est profondément enfoui dans le Bras d'Orion à environ 26 000 années lumière du centre. Vers le centre de la Galaxie, les étoiles sont beaucoup plus proches les unes des autres qu'à la périphérie où nous vivons.

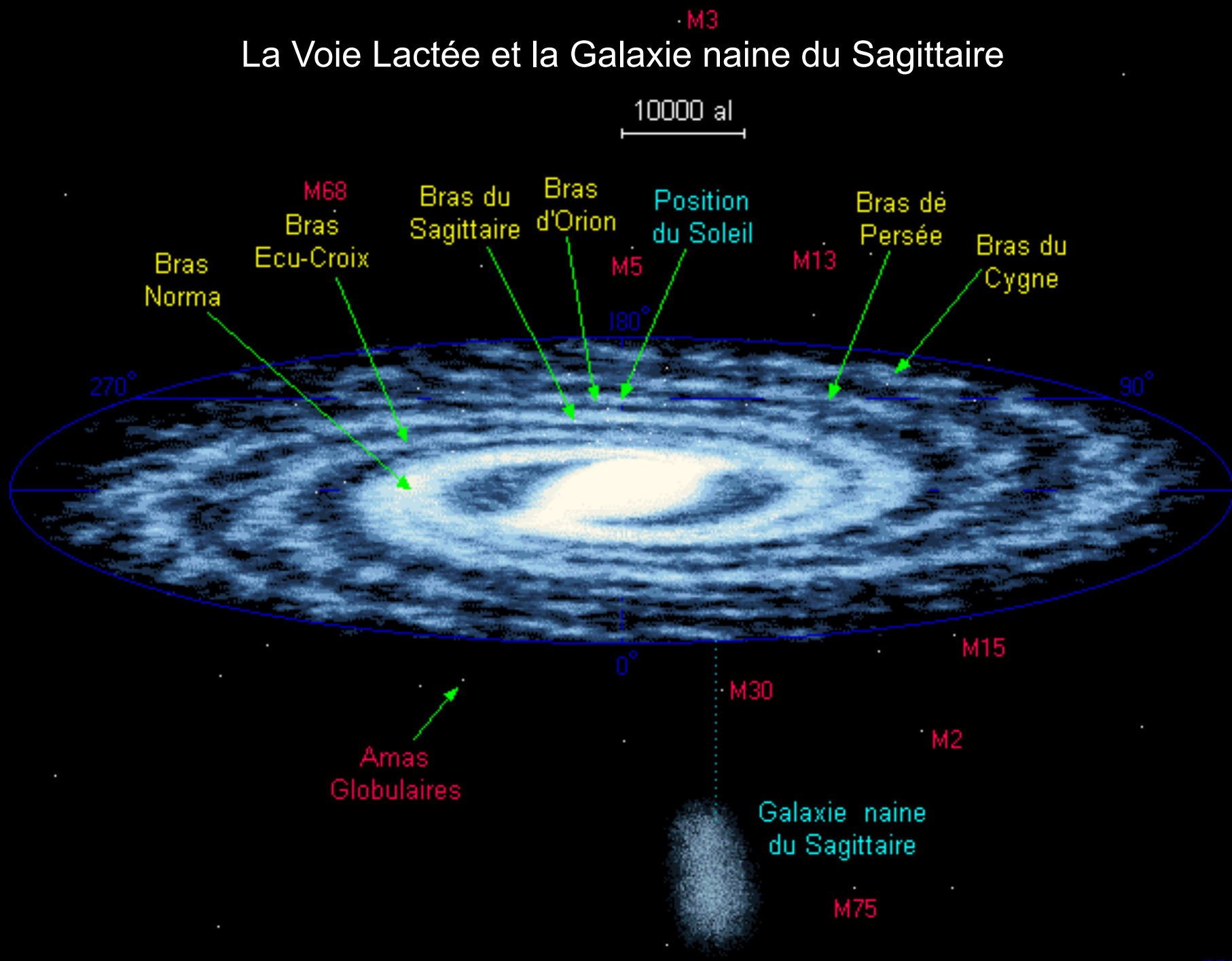


John P. Gleason

La Voie Lactée (A Milky-Way Band)



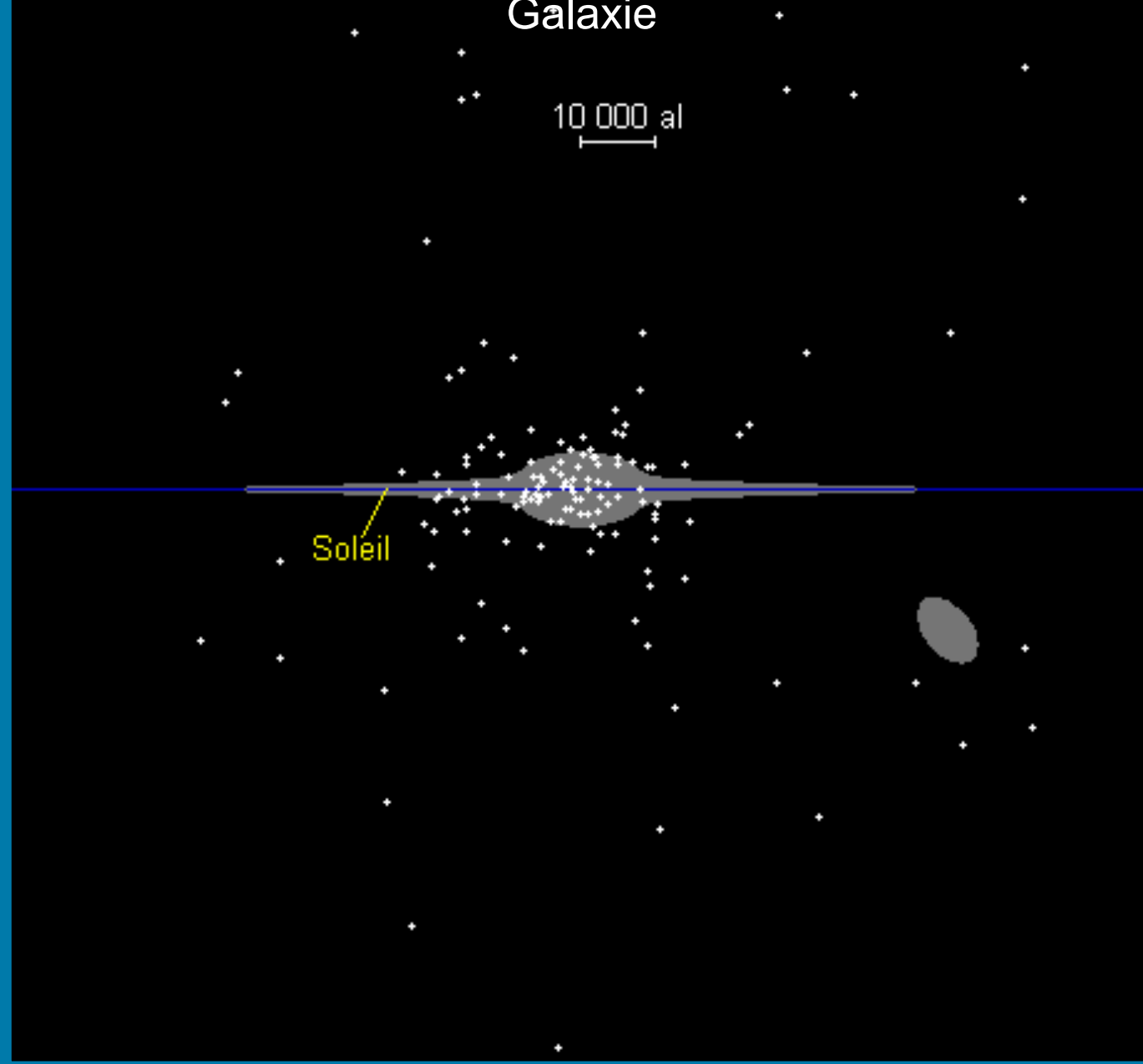
La Voie Lactée et la Galaxie naine du Sagittaire



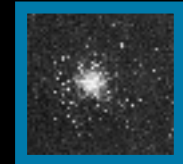
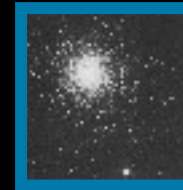
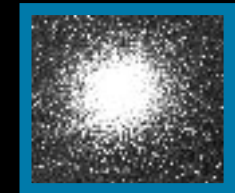
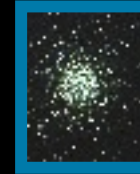
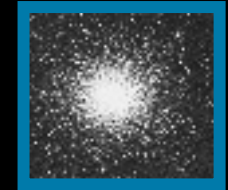
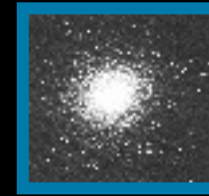
La Voie Lactée et la Galaxie naine du Sagittaire



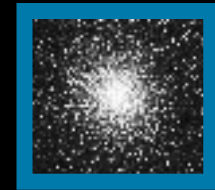
De nombreux amas globulaire d'étoiles entourent notre
Galaxie



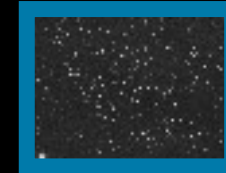
- M2 ► Amas globulaire, *dans le Verseau*
- M3 ► Amas globulaire, *dans les Chiens de Chasse*
- M5 ► Amas globulaire, *dans le Serpent*
- M13 ► Grand Amas globulaire d'*Hercule*
- M15 ► Amas globulaire, *dans Pégase*
- M30 ► Amas globulaire, *dans le Capricorne*
- M68 ► Amas globulaire, *dans l'Hydre*
- M75 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



M22 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



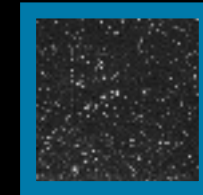
M23 ► Amas ouvert, *dans le Sagittaire*



M24 ► Nuage stellaire, *dans la Voie Lactée*



M25 ► Amas ouvert, *dans le Sagittaire*



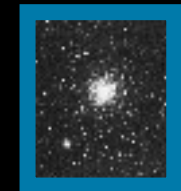
M28 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



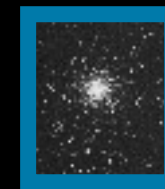
M54 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



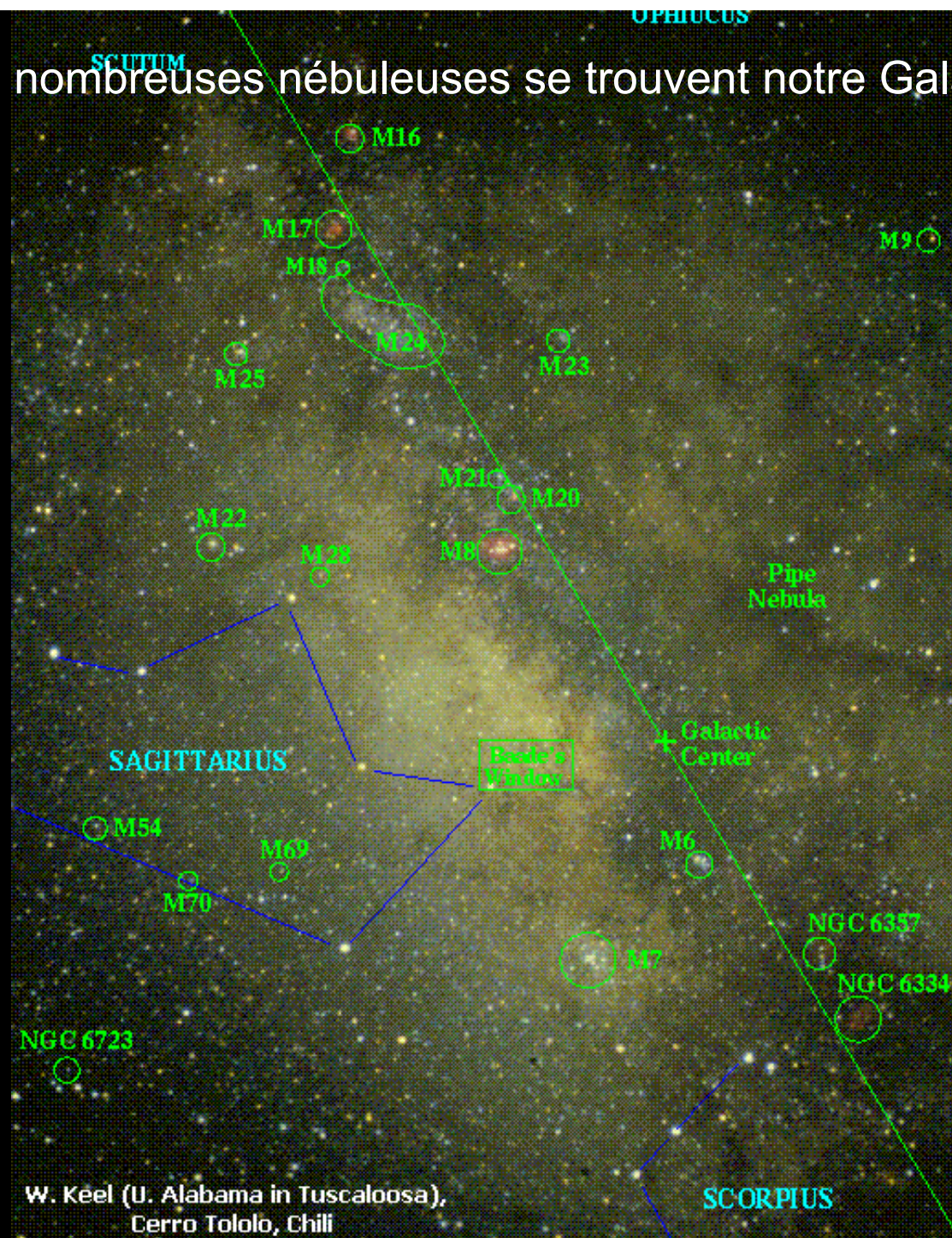
M69 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



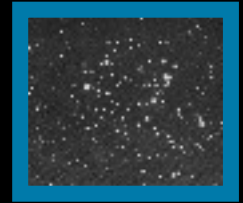
M70 ► Amas globulaire, *dans le Sagittaire*



De nombreuses nébuleuses se trouvent dans notre Galaxie



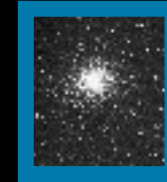
M6 ► Amas ouvert du papillon, *dans le Scorpion*



M7 ► Amas ouvert de Ptolémée, *dans le Scorpion*



M9 ► Amas globulaire, *dans Ophiucus*



M16 ► Nébuleuse de l'Aigle, *dans le Serpent*



M17 ► Nébuleuse diffuse, *dans le Sagittaire*



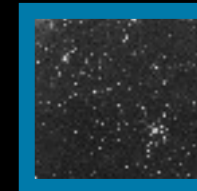
M18 ► Amas ouvert, *dans le Sagittaire*



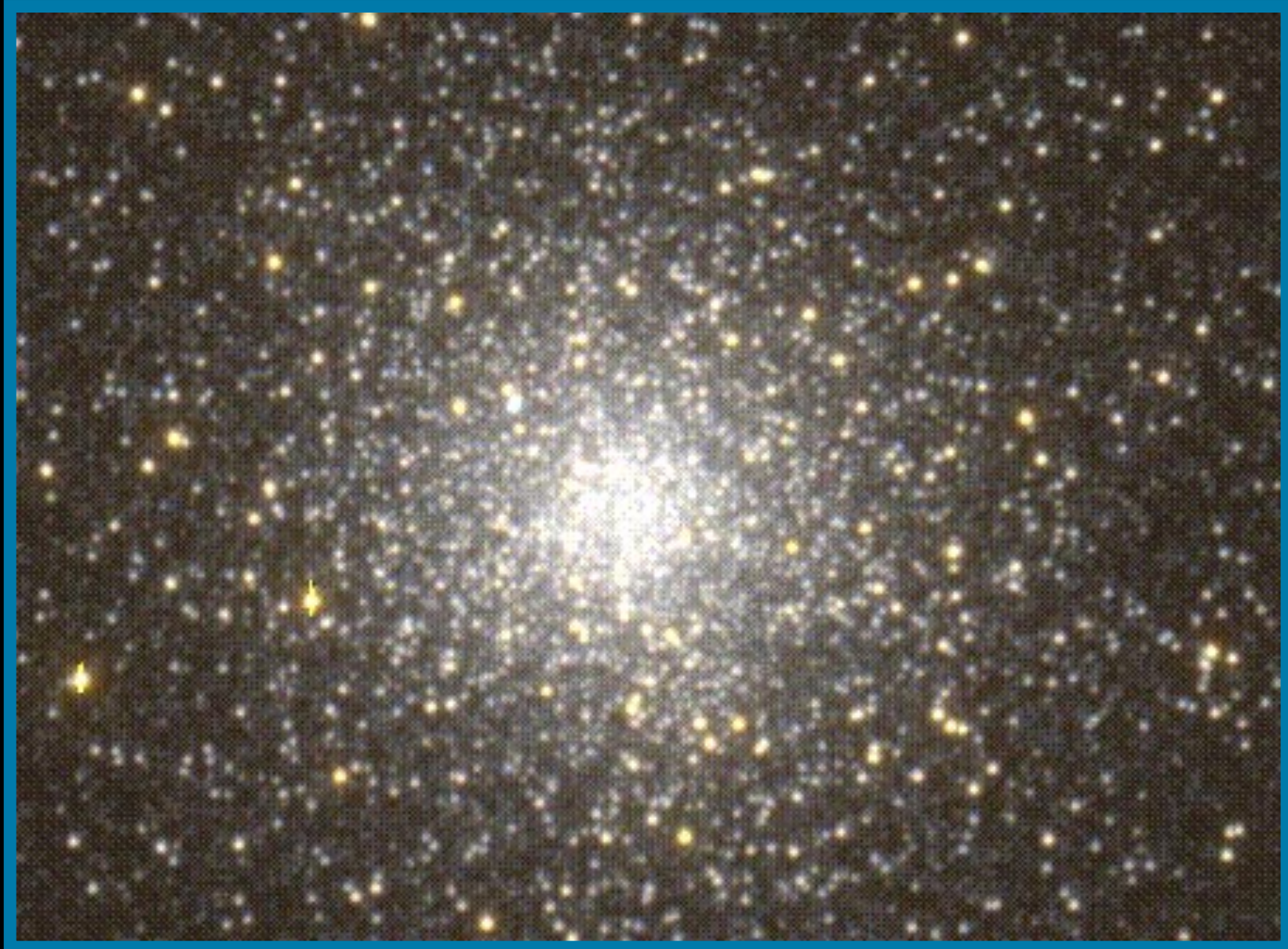
M20 ► Nébuleuse trifide, *dans le Sagittaire*



M21 ► Amas ouvert, *dans le Sagittaire*



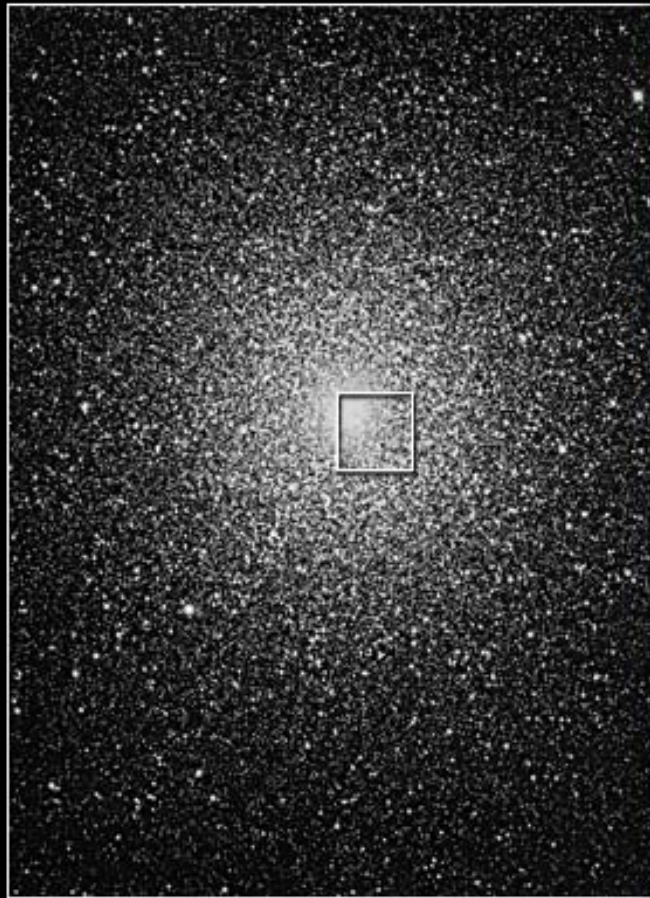
Amas Globulaire (47 Toucan)



47 Toucan

- ❧ Le Télescope Spatial Hubble a tenté la première campagne systématique de recherche d'exoplanètes dans l'**amas globulaire** 47 Toucan. Cet amas d'étoiles, situé à 12 000 années lumières avait l'avantage de rassembler un très grand nombre d'étoiles dans le champ du télescope.
- ❧ Le but de ce programme était de détecter des transits d'exoplanètes. Pour ceci, le Télescope Spatial a observé 35 000 étoiles durant 8 jours.

Globular Cluster 47 Tucanae



Ground • AAT

NASA and R. Gilliland (STScI)
STScI-PRC00-33



Hubble Space Telescope • WFPC2

47 Toucan

- 
- ❧ Si le nombre de planètes avait été le même que dans le voisinage solaire, il aurait dû détecter une vingtaine d'exoplanètes. Il n'en a vu aucune!
 - ❧ L'amas du Toucan s'est formé au tout début de l'Univers, il y a 12 milliards d'années. Il ne contient plus de gaz, il ne s'y forment plus d'étoiles. Les étoiles qui le constituent sont des géantes évoluées, stade ultime de la vie de ces étoiles. Le voisinage solaire, au contraire, est constitué d'étoiles jeunes et de gaz enrichi en « métaux ».

Omega Centuri



Omega Centuri

- ☞ Cette image présente la plus grande boule d'étoiles de notre Galaxie. Environ 10 millions d'étoiles tournent autour du centre de cet amas globulaire - appelé Omega Centauri - tandis que cet amas globulaire géant tourne autour du centre galactique. De récentes preuves indiquent qu'Omega Centauri est de loin le plus massif des 150 amas globulaires connus de la Voie Lactée. Omega Centauri, catalogué sous le nom de NGC 5139, couvre environ 150 années-lumière de diamètre, est situé à environ 15 000 années-lumière de la Terre et peut être vu à l'oeil nu en direction de la constellation du Centaure. Les étoiles des amas globulaires sont généralement plus vieilles, plus rouges et moins massives que notre Soleil. L'étude des amas globulaires nous en apprendra non seulement sur l'histoire de notre Galaxie, mais limite aussi l'âge de l'Univers.

La Nébuleuse d 'Orion (M42)

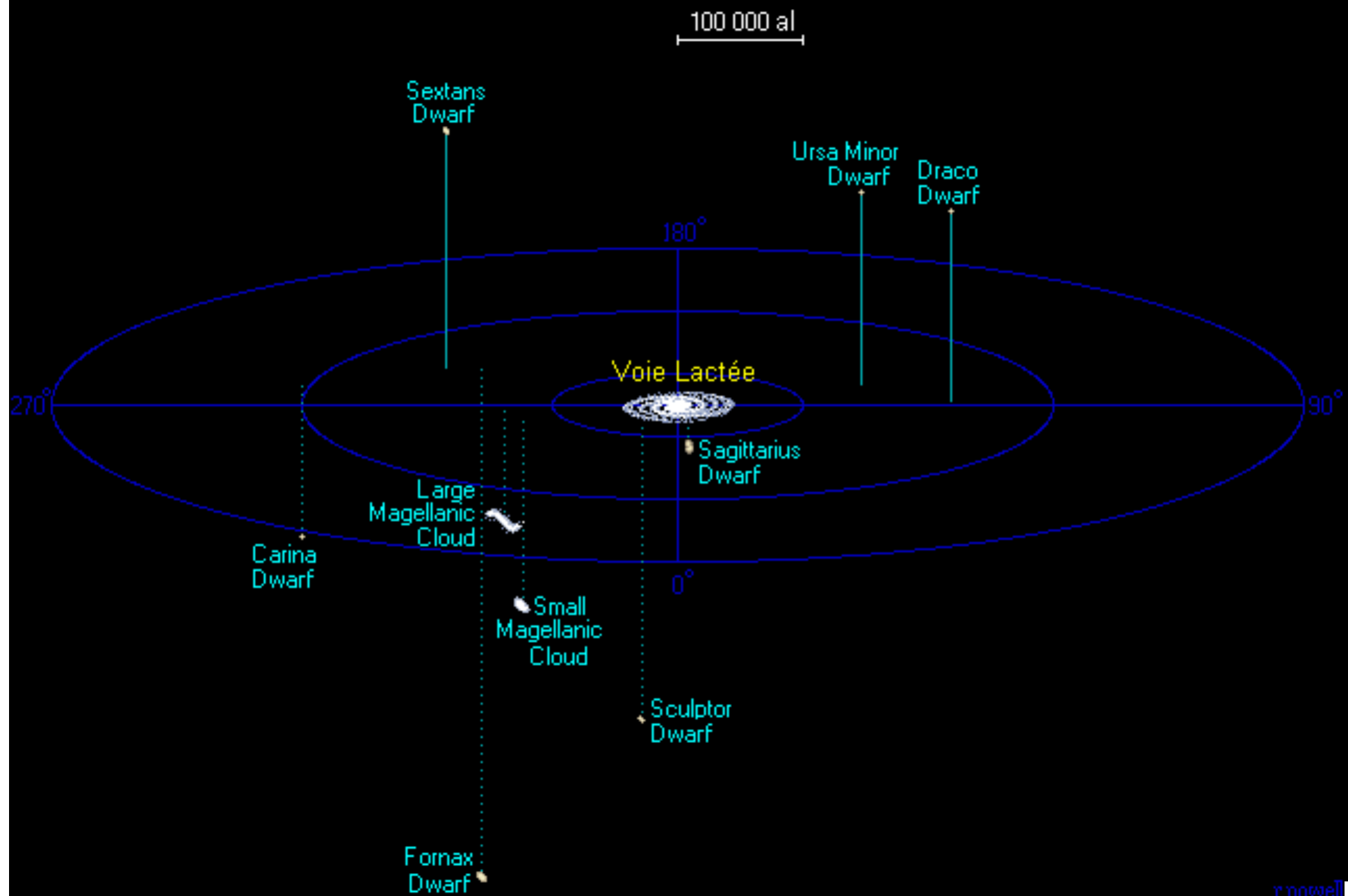


La Nébuleuse d 'Orion (M42)



- ❧ La grande nébuleuse d'Orion est une des nébuleuses les plus brillantes du ciel, et peut être observée facilement à l'oeil nu. Elle fut découverte par Nicholas Peiresc en 1610 (auparavant, elle n'était cataloguée que comme une étoile - Theta Orionis). Il y a un certain nombre d'autres nébuleuses (moins brillantes) qui entourent celle d'Orion, et beaucoup d'étoiles en formation dans cette région du ciel. La nébuleuse d'Orion est sans doute la nébuleuse la plus activement étudiée du ciel.

Les petites galaxies satellites de la Voie Lactée



Les Nuages de Magellan



Grand Nuage de Magellan



Grand Nuage de Magellan

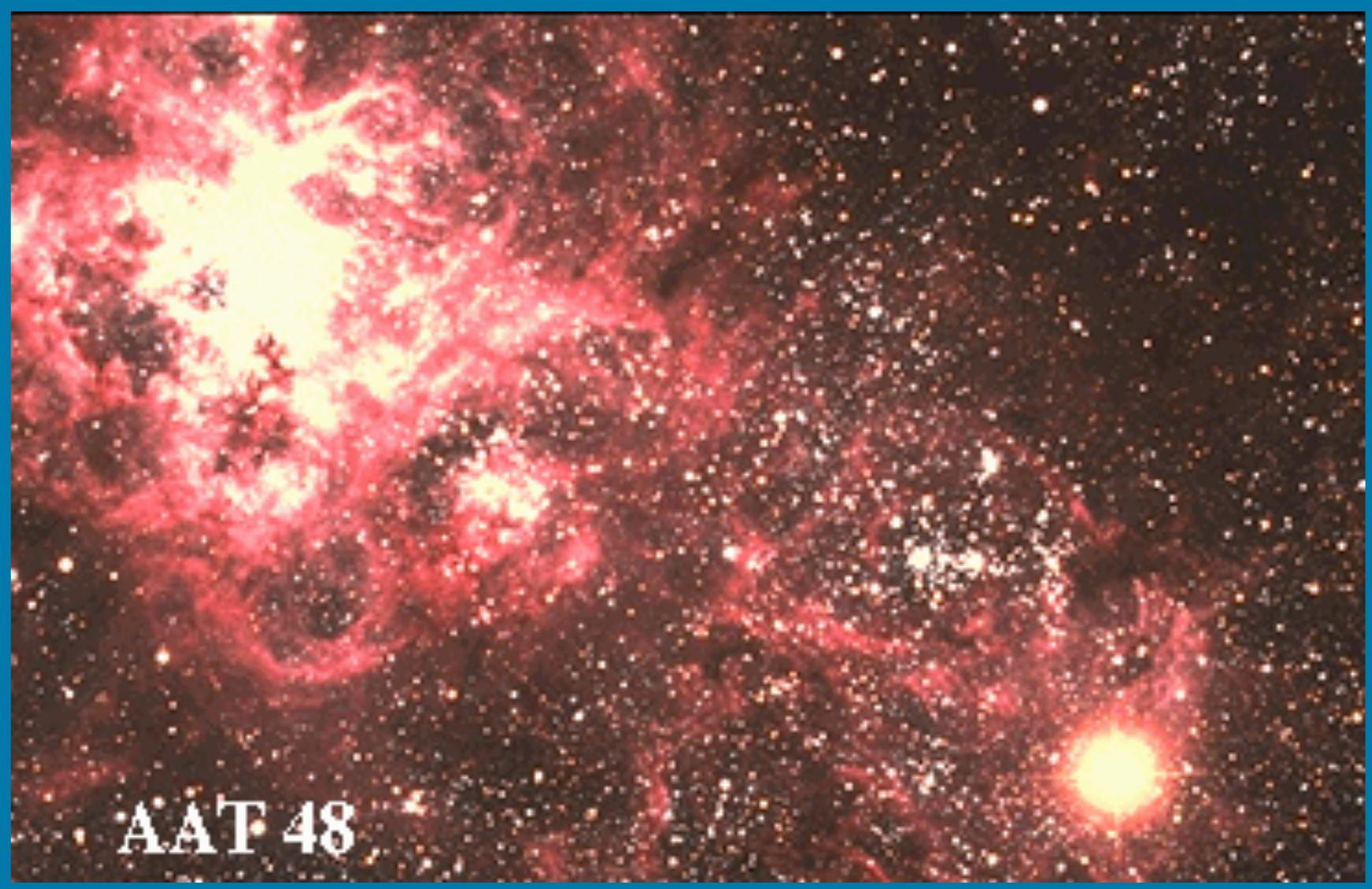
(170 000 al)



- ❧ La plus grande des galaxies satellites et la quatrième du Groupe Local par la taille. Cette galaxie est un grand objet brillant dans le ciel de l'hémisphère Sud. Elle contient plusieurs milliards d'étoiles, et beaucoup d'autres y sont encore en formation.

Nébuleuse de la Tarentule

(et SuperNova)



La Nébuleuse de la Tarentule



- ❧ La région la plus remarquable du Grand Nuage de Magellan est la nébuleuse de la Tarentule, une énorme concentration de gaz et de poussière de plus de 2 000 années lumière de diamètre. Une supernova y a explosé en 1987 et les observations des débris en expansion ont permis des mesures de distance précises de cette région.

Petit Nuage de Magellan



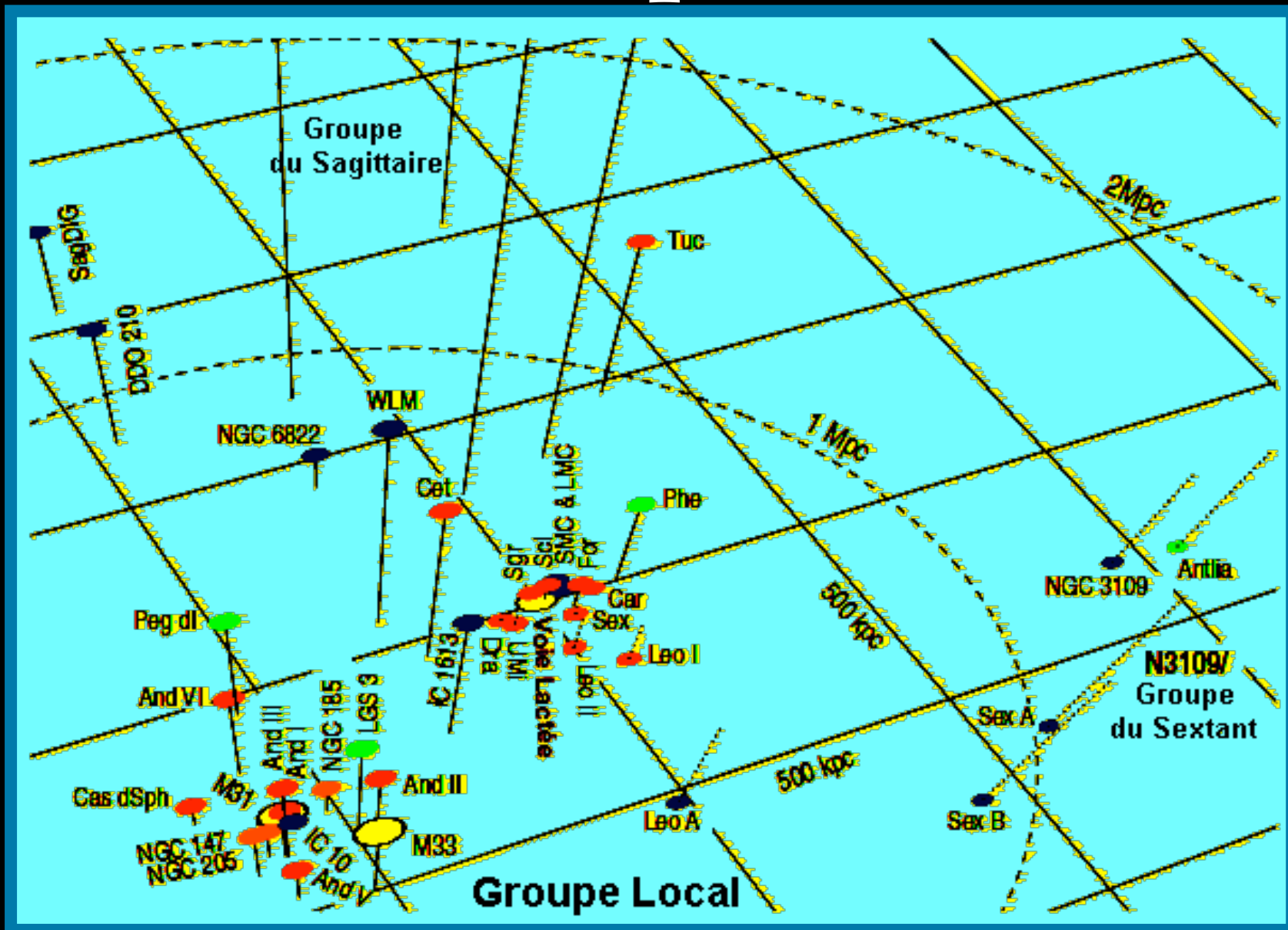
Petit Nuage de Magellan

(210 000 al)



- œ En dépit de son nom, il s'agit d'une galaxie plutôt grande pour une naine. Elle contient au moins plusieurs centaines de millions d'étoiles et est facilement visible à l'œil nu depuis l'hémisphère Sud. Comme le Grand Nuage de Magellan, on y trouve beaucoup d'étoiles en formation.

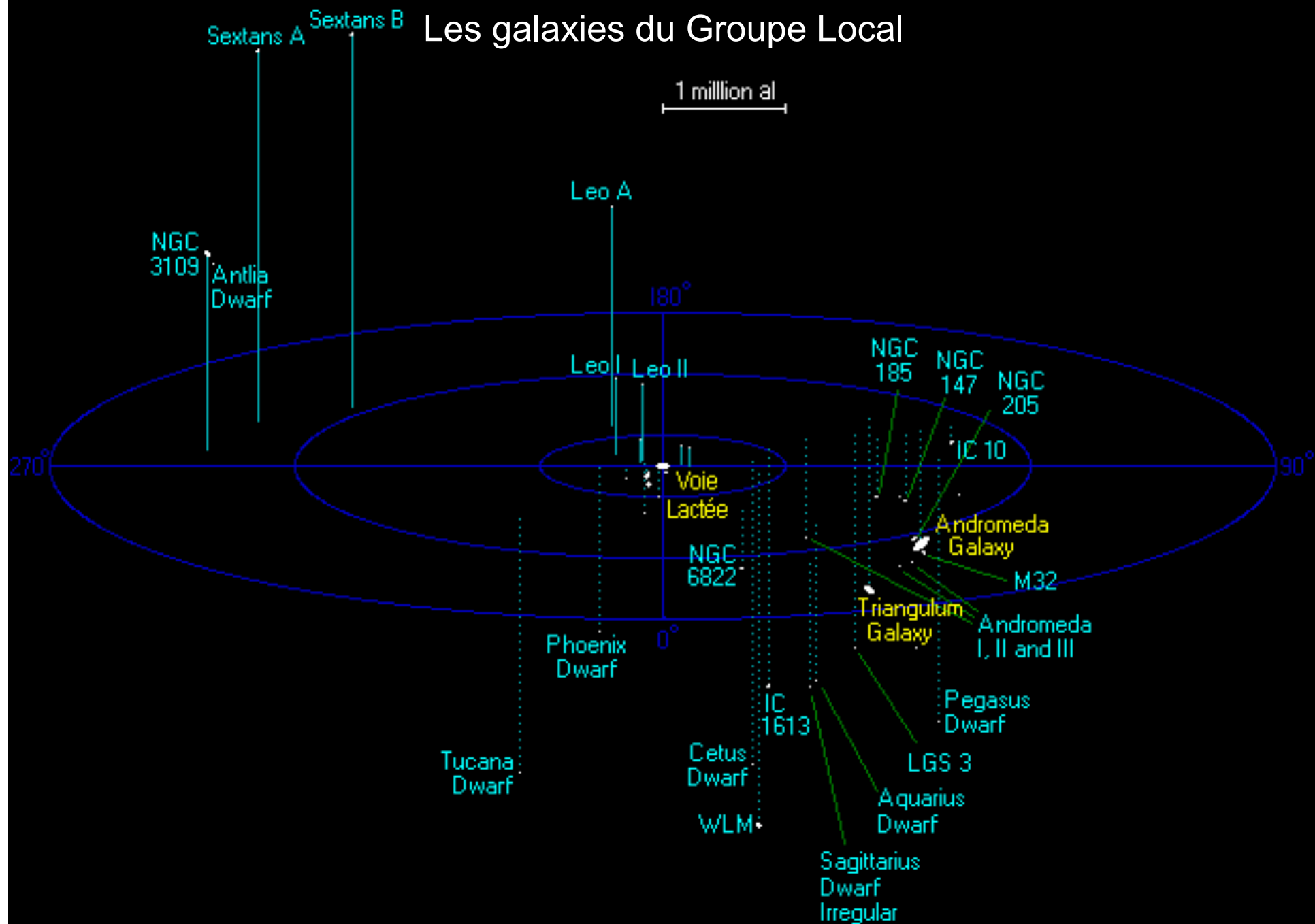
Le Groupe Local



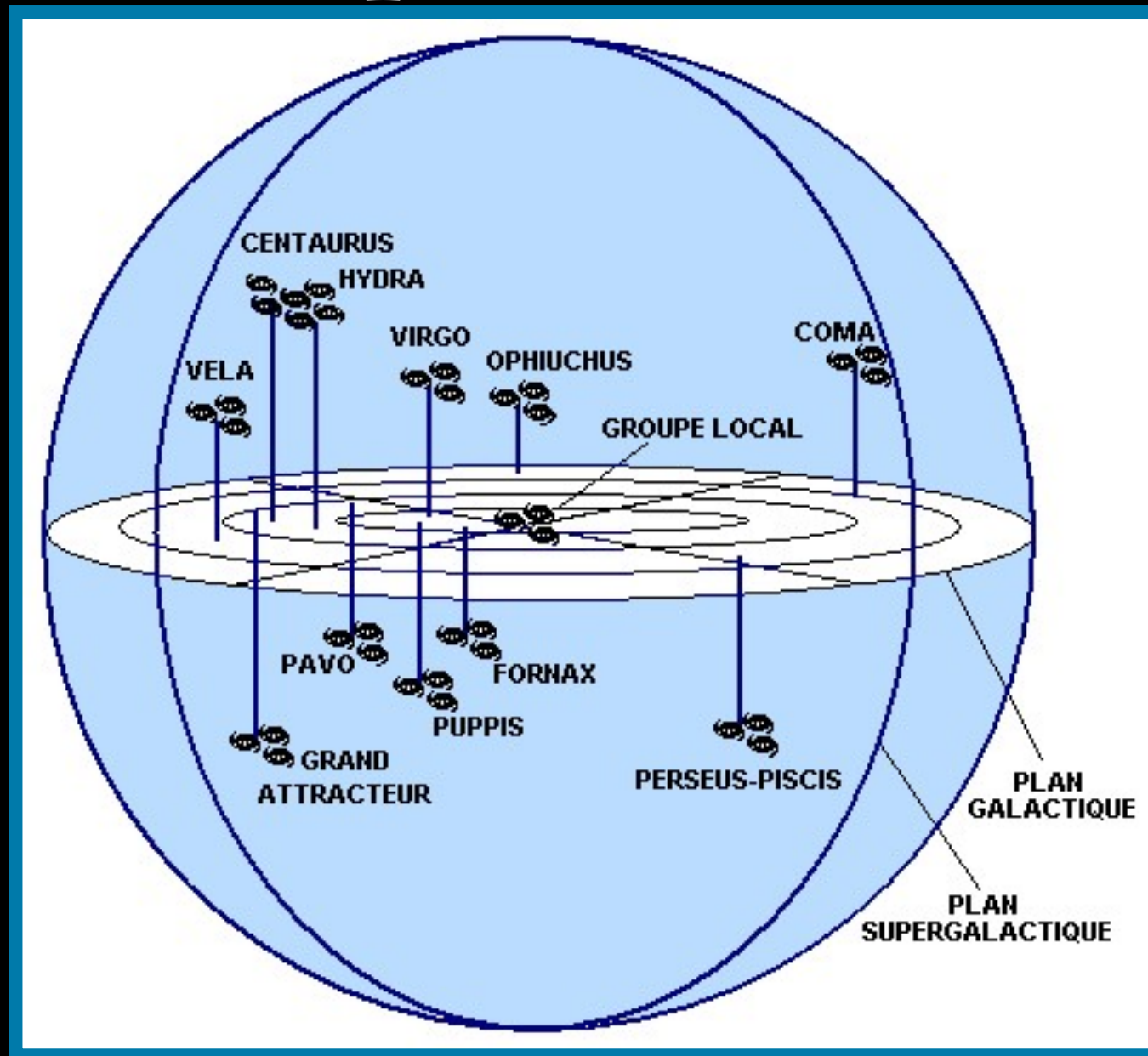
Le Groupe Local

- ❧ La Voie Lactée est une des trois grandes galaxies du groupe appelé Groupe Local qui contient aussi plusieurs dizaines de galaxies naines. La plupart de ces galaxies sont portées sur cette carte, mais il faut noter que beaucoup de ces galaxies naines sont très peu brillantes, et qu'il y en a donc certainement d'autres à découvrir.
- ❧ Il y a au moins 40 galaxies dans le groupe local plus d'autres sur les bords du groupe.
- ❧ Sur l'image précédent quatre des galaxies du Groupe Local. La galaxie du Triangle (M33 à gauche) est une galaxie spirale, la troisième plus grande du groupe qui contient 50 milliards d'étoiles. NGC 147 (en haut au centre) est une galaxie elliptique naine et IC 10 (en haut à droite) est une galaxie irrégulière naine, mais chacune d'elle contient des dizaines de millions d'étoiles. NGC 3109 (en bas à droite) est une autre galaxie naine irrégulière de plusieurs centaines de millions d'étoiles, c'est également la plus grande galaxie d'un petit sous-groupe du Groupe Local.

Les galaxies du Groupe Local



Le Superamas Local



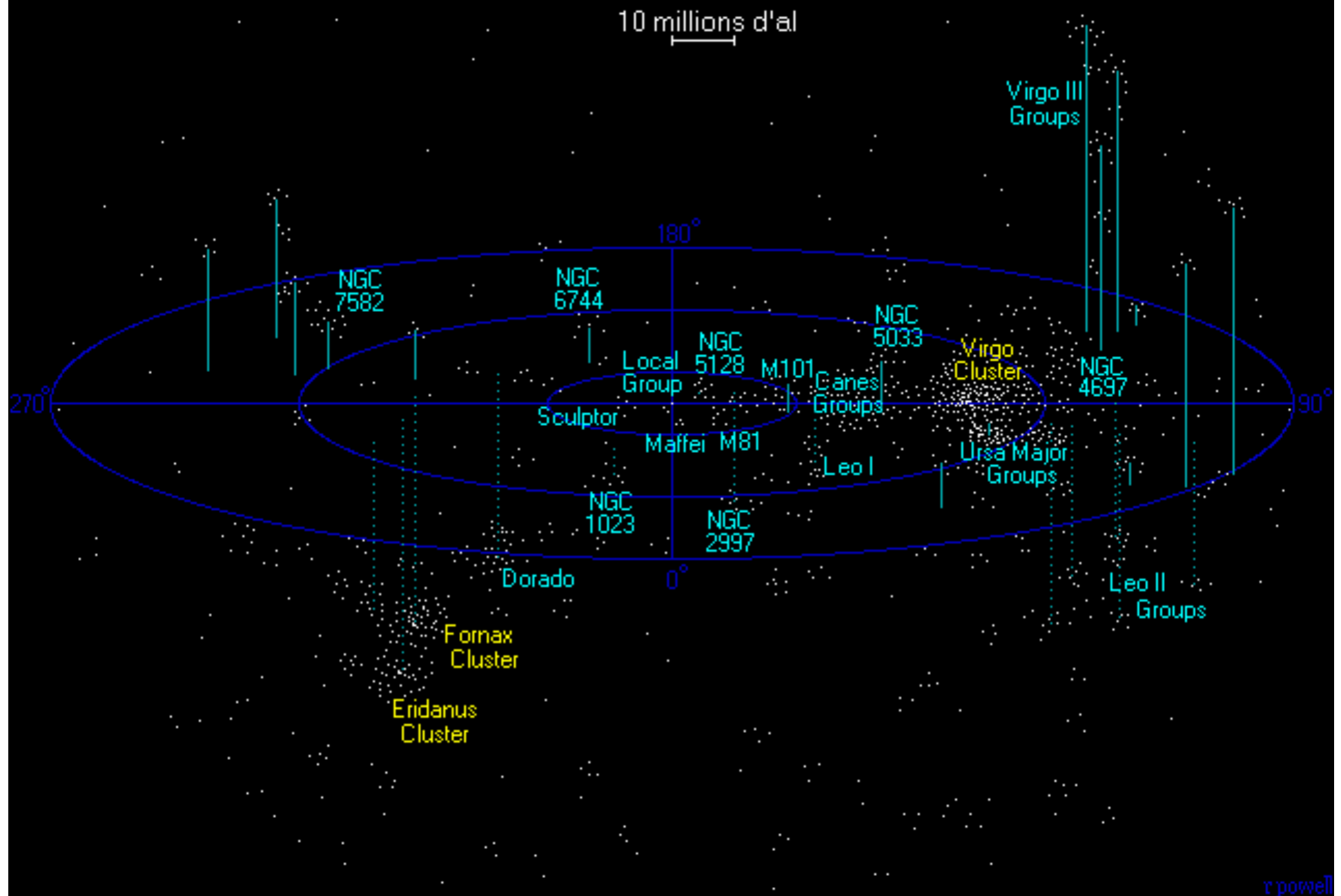
Le Superamas Local

- ❧ Le Superamas de la Vierge, également appelé Superamas Local, est le superamas de galaxies qui contient le Groupe local, comprenant la Voie lactée et la galaxie d'Andromède. Le nom de « superamas de la Vierge » provient du fait que c'est l'amas de la Vierge qui est situé en son centre. Cependant, en vue d'éviter les confusions entre « amas » et « superamas » de la Vierge, qui sont des structures de masse et d'étendue très différentes, on préfère en général utiliser le nom de Superamas Local.
- ❧ Le superamas Local regroupe environ 10 000 galaxies, réparties dans une centaine d'amas dominés par l'amas de la Vierge situé près de son centre. Le Groupe local est situé près du bord et est attiré par l'amas de la Vierge.

Le Superamas Local

- ✧ Notre galaxie n'est qu'une parmi des milliers d'autres qui se trouvent à moins de 100 millions d'années lumière. Les galaxies tendent à s'amasser par groupes, le plus important des amas proches étant l'amas de la Vierge (Virgo), une concentration de plusieurs centaines de galaxies qui domine les groupes de galaxies environnants. Collectivement, l'ensemble de ces groupes est connu sous le nom de Superamas de la Vierge. Le second amas le plus riche de ce volume est l'amas du Fourneau (Fornax), mais il est bien moins riche que celui de la Vierge.

Les amas de galaxies du Superamas Local



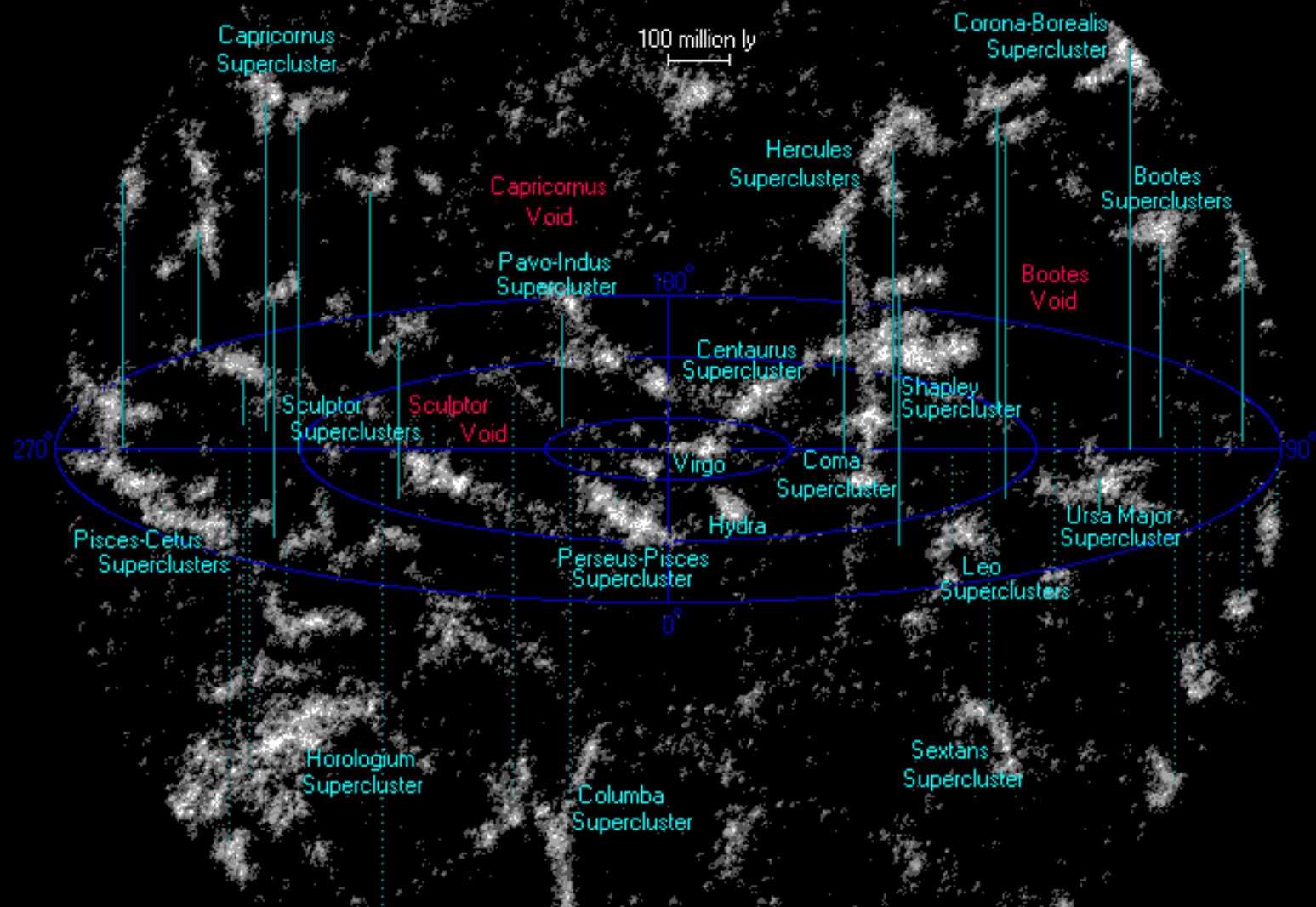
M87 le centre de l'Amas de Virgo



La Galaxie Elliptique M87



L'Hyperamas de Superamas



D'amas de galaxies au delà de notre imagination

