

**CE DOCUMENT EST DESTINÉ AUX ETUDIANTS
DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE RABAT
(MAROC)**

**LE CONTENU DE CE DOCUMENT EST COMMENTÉ DANS LE
DETAIL PENDANT LES SEANCES DE COURS**

POUR TOUT AUTRE USAGE IL CONVIENT DE CITER LA SOURCE

I – NOTIONS DE BASE

L'année lumière

C'est la distance parcourue en un an par la lumière dans le vide en une année:

$$al = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m.}$$

(vitesse de la lumière = 300.000 km/s environ)

$$1a.l. = 3,0 \times 10^5 \times 365,25 \times 24 \times 3600 = 9,46 \times 10^{15} m$$

9,460730 Pm ou **9 460,730 Tm**

Multiples et sous-multiples du mètre

10^N	Nom préfixé	Symbole	Nombre en français	Nombre en mètres
10^{24}	yottamètre	Ym	quadrillion	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	zettamètre	Zm	trilliard	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	examètre	Em	trillion	1 000 000 000 000 000 000
10^{15}	pétamètre	Pm	billiard	1 000 000 000 000 000
10^{12}	téramètre	Tm	billion	1 000 000 000 000
10^9	gigamètre	Gm	milliard	1 000 000 000
10^6	mégamètre	Mm	million	1 000 000
10^3	kilomètre	km	mille	1 000
10^2	hectomètre	hm	cent	100
10^1	décamètre	dam	dix	10
10^0	mètre	m	un	1
10^{-1}	décimètre	dm	dixième	0,1
10^{-2}	centimètre	cm	centième	0,01
10^{-3}	millimètre	mm	millième	0,001
10^{-6}	micromètre	μm	millionième	0,000 001
10^{-9}	nanomètre	nm	milliardième	0,000 000 001
10^{-12}	picomètre	pm	billionième	0,000 000 000 001
10^{-15}	femtomètre	fm	billiardième	0,000 000 000 000 001
10^{-18}	attomètre	am	trillionième	0,000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zeptomètre	zm	trilliardième	0,000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yoctomètre	ym	quadrillionième	0,000 000 000 000 000 000 000 001

L'unité astronomique (UA)

C'est la distance entre la Terre et le Soleil :

$1 \text{ UA} = 150.000.000 \text{ km environ}$

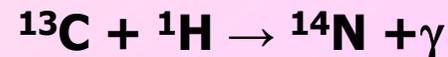
Le parsec (pc)

$1 \text{ parsec} = 206.265 \text{ UA} = 3,23 \text{ al} = 3100 \text{ milliards de km}$



La gravitation universelle

Les réactions de fusion nucléaires



l'intérieur des étoiles est très énergétique >> nucléosynthèse

5. La gravitation universelle

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{M_A M_B}{d^2}$$

$$G = 6,67384 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

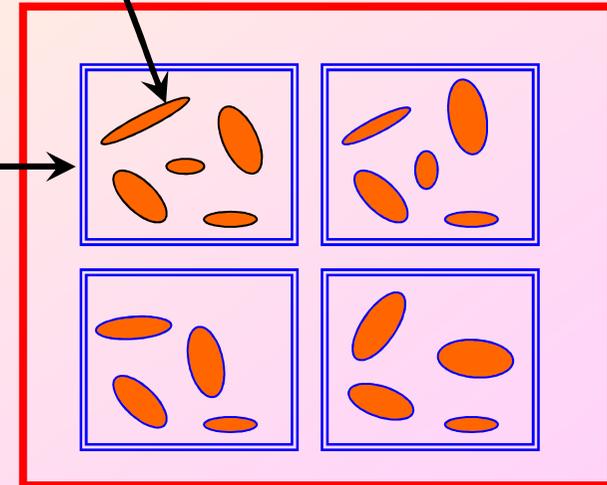
kilogramme (kg); d en mètre (m) et en newton (N)

II – HIERARCHIE DE L'UNIVERS

Une **galaxie** est une entité de base de l'Univers ; elle est constituée de milliards d'*étoiles*.

fig.2 : hiérarchie de l'Univers

Un **amas** est constitué de milliards *galaxies*



Un **superamas** est constitué de quelques à plusieurs milliers d'*amas*

Notre *galaxie*, notée **la Galaxie** et appelée **la Voie Lactée**, n'est qu'une parmi les milliards de galaxies ; elle est constituée de milliard d'étoiles. Le Soleil est l'une de ces d'étoiles

III - NOTRE GALAXIE, LA VOIE LACTEE

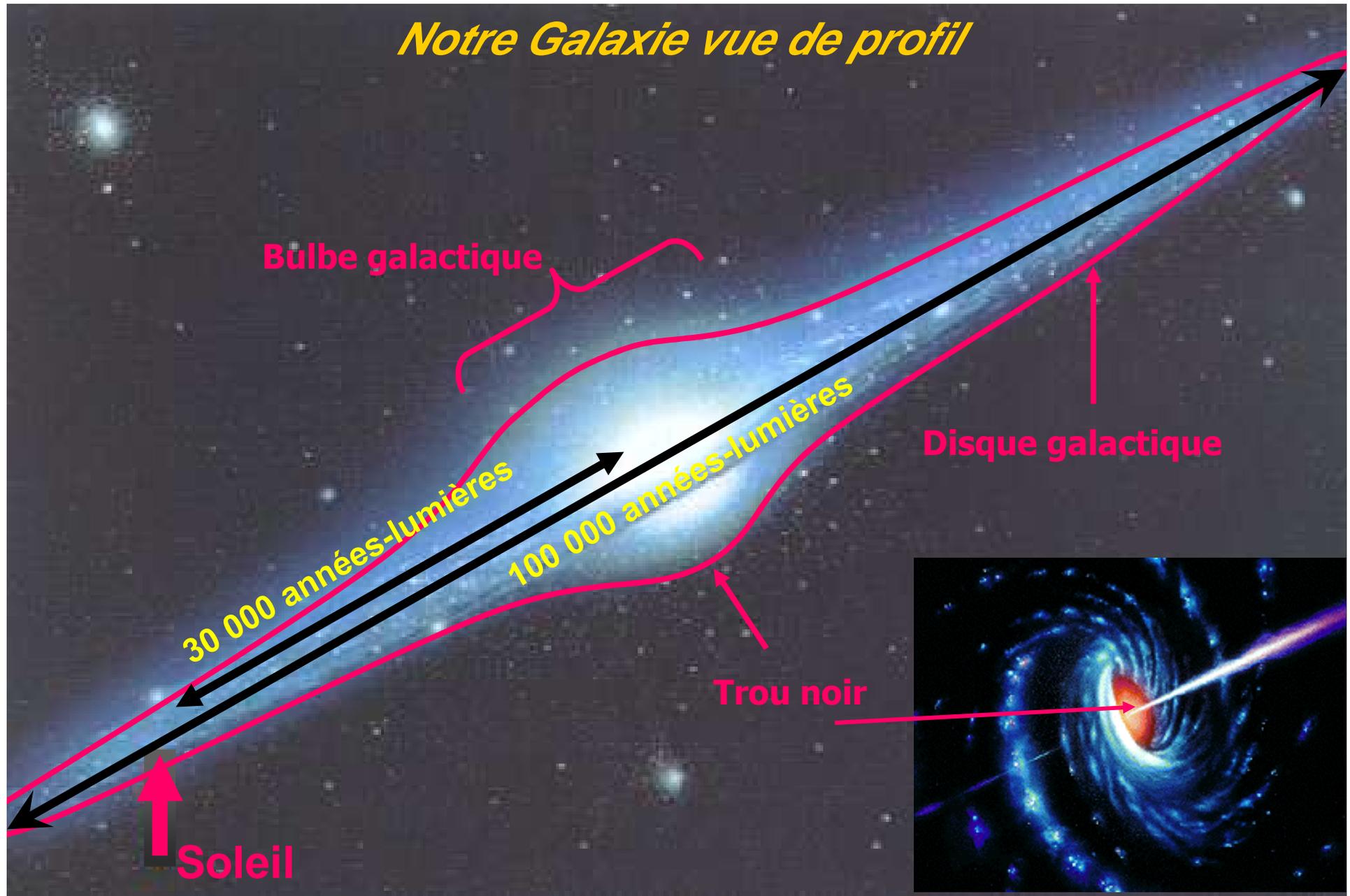
Notre Galaxie vue du haut



Soleil

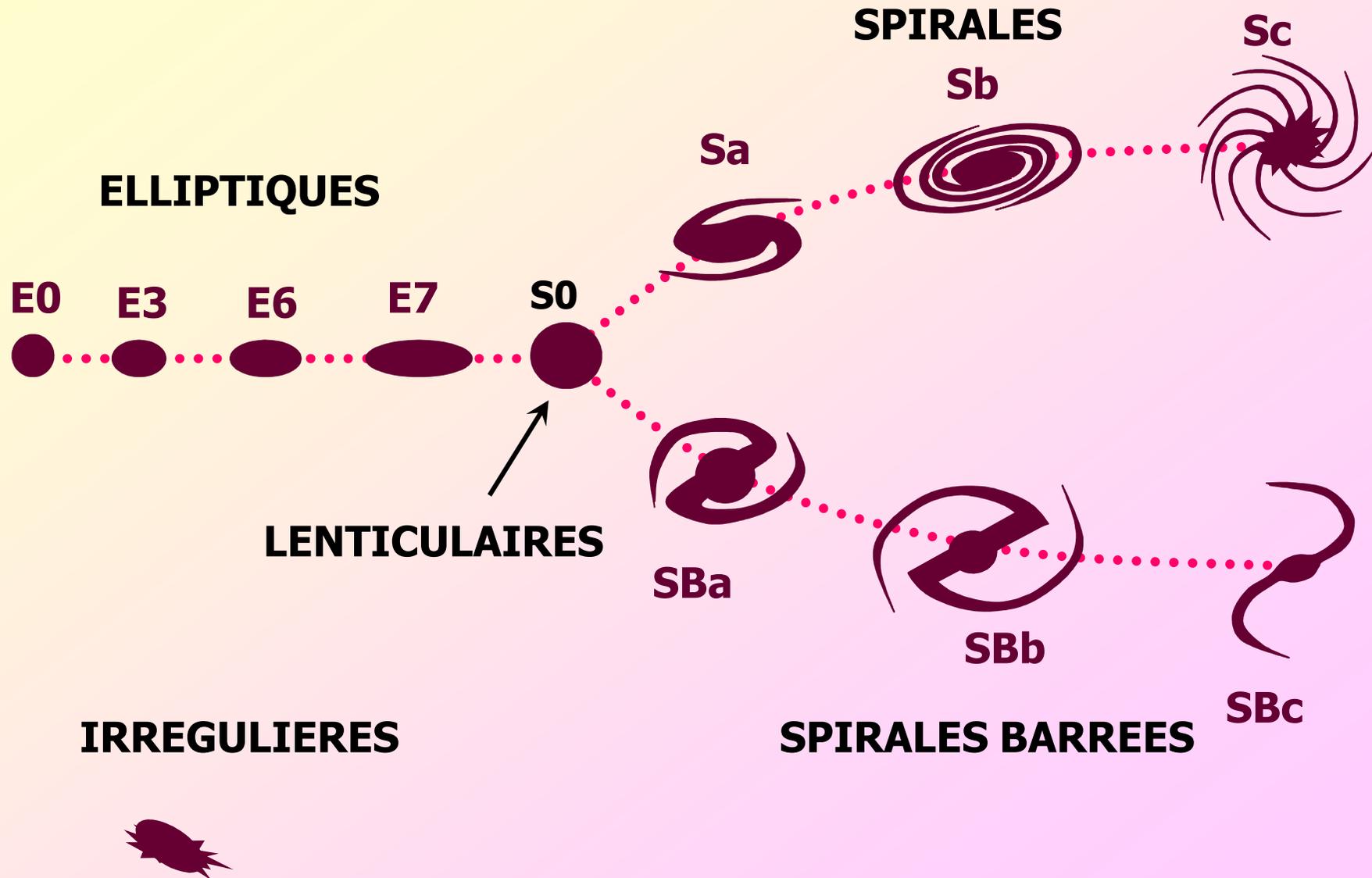
S

Notre Galaxie vue de profil



IV - LES GALAXIES

Les différents types de galaxies



Exemples de galaxies



*M87, galaxie elliptique de type E0 dans l'amas de la Vierge, à 50 millions d'années lumière. C'est une galaxie géante de 3000 milliards de masses solaires.
Source : Observatoire Anglo-Australien*

Galaxie spirale Sc dans la Grande Ourse.

***Distance : 25 Millions al
diamètre de 170.000 al,
une des plus grandes galaxies
spirale connues.***

***noyau est fortement décentré
par rapport au disque.***

***Une galaxie spirale barrée SBb
M 101.***



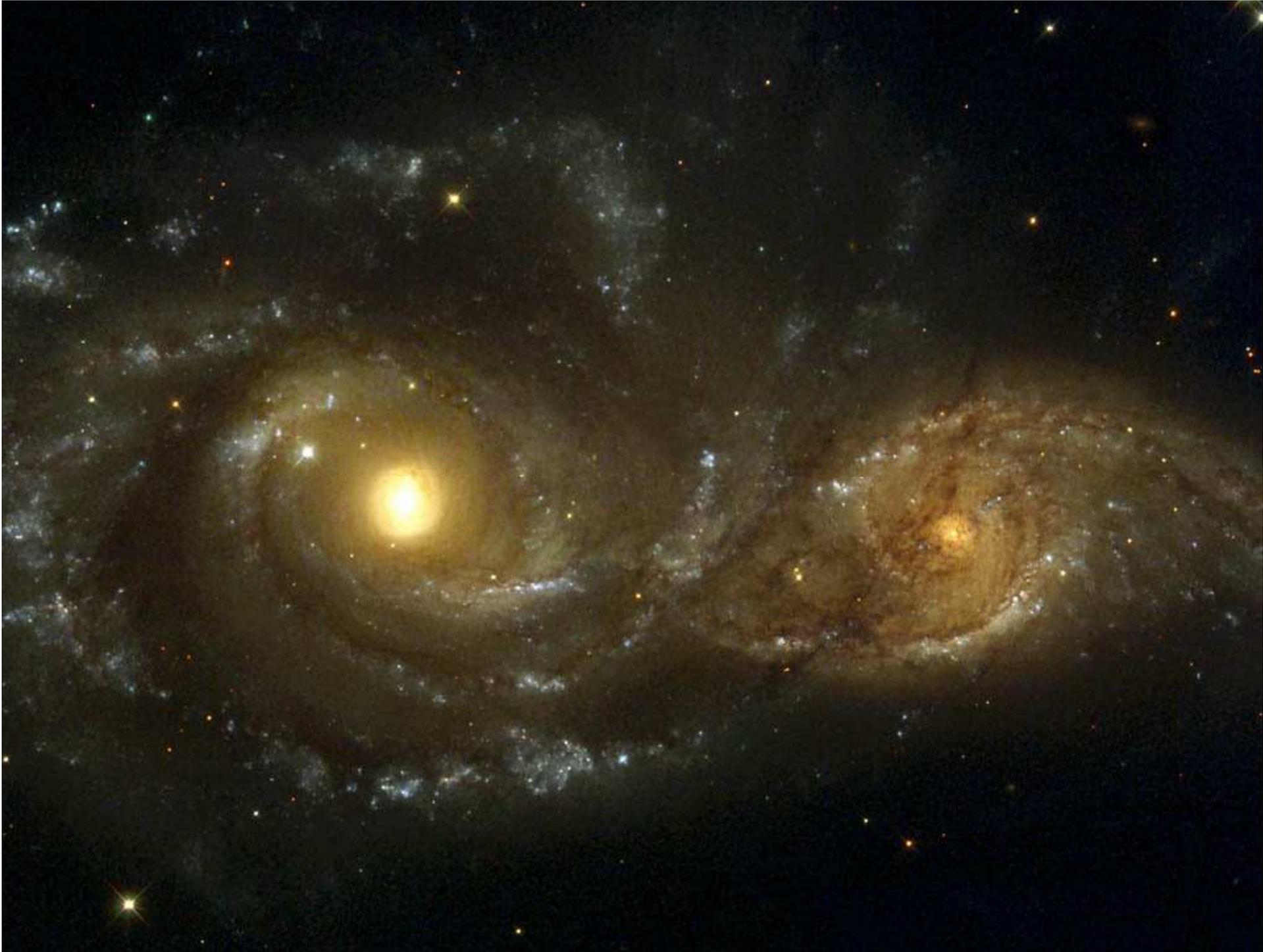
Spiral Galaxy NGC 4414



Hubble
Heritage

PRC09-25 • Hubble Space Telescope WPC2 • Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA)







M31, galaxie d'Andromède = galaxie spirale de type Sb.
- Bulbe lumineux à grand nombre de vieilles d'étoiles.
- Bras spiraux composés principalement de gaz, poussières et d'étoiles jeunes.



M33, galaxie du triangle

Groupe Local

Andromède

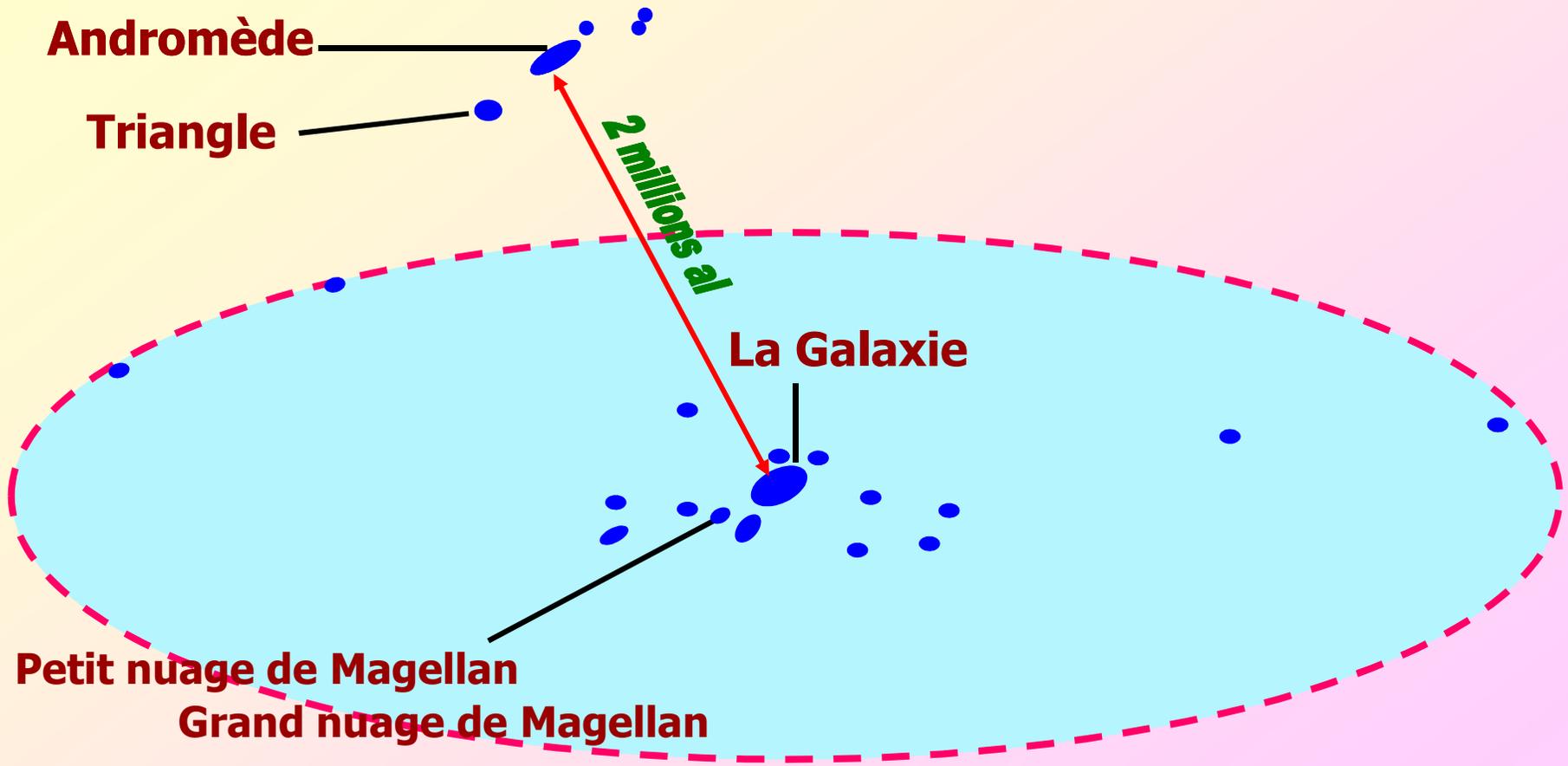
Triangle

2 millions al

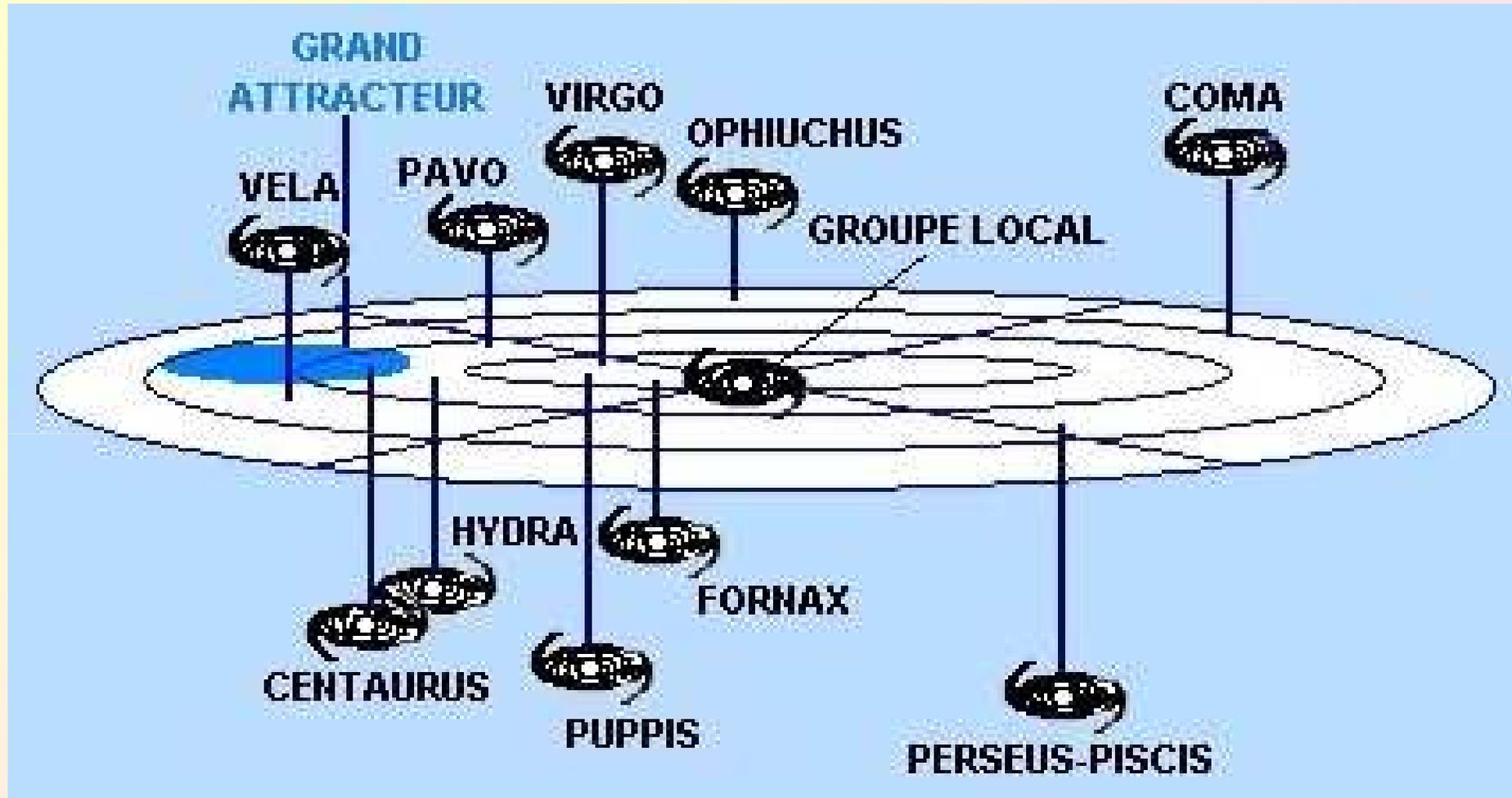
La Galaxie

Petit nuage de Magellan

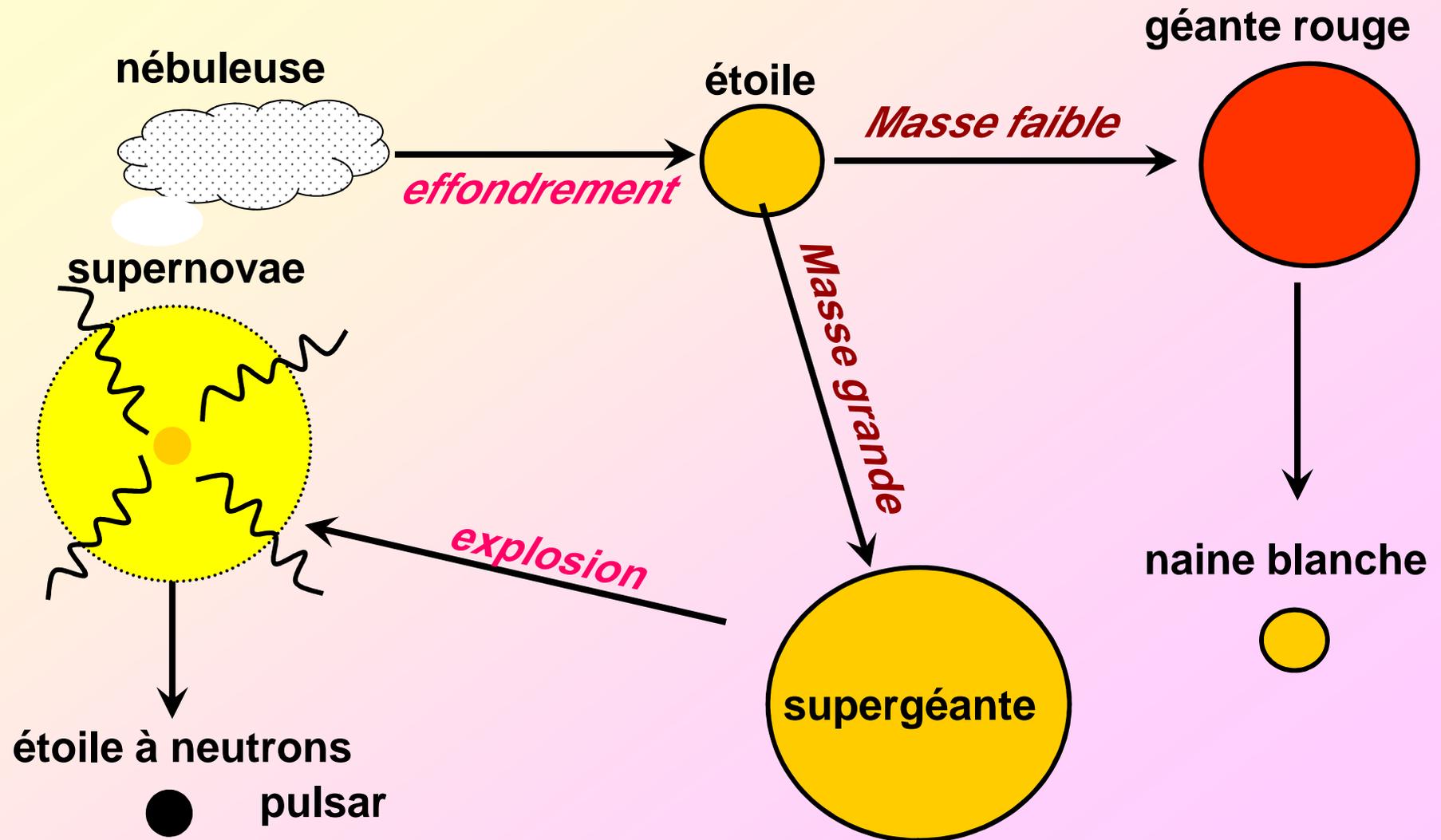
Grand nuage de Magellan



Superamas Local



V-LES ETOILES : NAISSANCE ET EVOLUTION



VI – AGE DE L'UNIVERS

L'âge de l'Univers a été estimé à 15 ± 5 milliards d'années. Il a été obtenu par trois méthodes indépendantes les unes des autres :

- le mouvement des galaxies,**
- l'âge des plus vieilles étoiles (en examinant leurs spectres)**
- l'âge des plus vieux atomes (chapitre VI).**

DIMENSIONS DE L'UNIVERS

Les dimensions et la survie de l'Univers dépendent d'une valeur critique de sa masse qu'on note VC

la masse de l'Univers $> VC$ \longrightarrow forces de gravitation importantes
l'Univers serait fini et il s'effondrera sur lui-même = Big Crunch

la masse de l'Univers $< VC$ \longrightarrow forces de gravitation faibles
l'expansion se poursuivra éternellement en s'accroissant
l'Univers serait spatialement infini

la masse de l'Univers = valeur critique
Rapprochement des objets massifs et l'expansion sera ralenti sans jamais s'arrêter
l'Univers est dit "plat".

VC calculée = $5 \cdot 10^{-30}$ gramme de matière par mètre cube
VC observée = $5 \cdot 10^{-32}$ gramme de matière par mètre cube
VC réelle = un grand inconnu à cause de la présence de matière noire très dense non inventoriée

Devenir de l'Univers

