

BIG

BANG !!

**NOM DONNE PAR
L'ASTROPHYSICIEN FRED
HOYLE
PAR DERISION**

**FRED HOYLE
DETRACTEUR
DU MODELE
MAIS
CREATEUR
DU TERME
BIG BANG !**



**TERME ENTRE DANS LE DOMAINE
PUBLIC**

BIG BANG



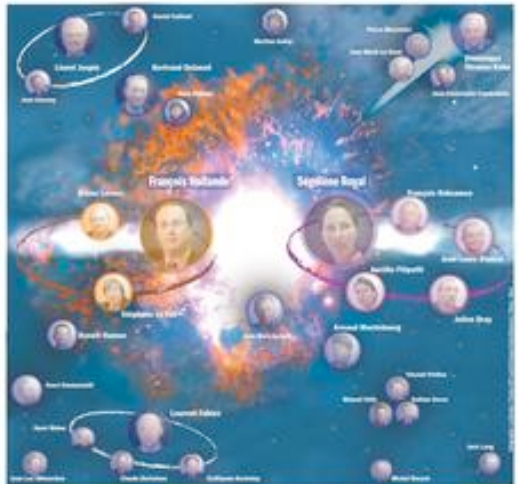
solutions globales en communication



Big Bang Blog
Les médias changent le monde. Internet change les médias.
Big Bang Blog explore tout ce qui craque. Et tout ce qui résiste.

Biiii BanG THEATRE

Focus 119



**Parti socialiste
Le big-bang !**

Depuis la démission de Virginie Rivoir et l'effacement progressif de son nom, le parti socialiste se transforme en un véritable big-bang. Les courants se déchirent, les querelles s'intensifient et les débats de fond se font rares.

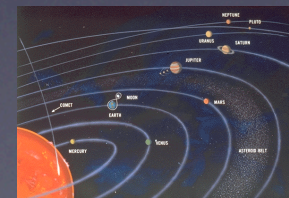
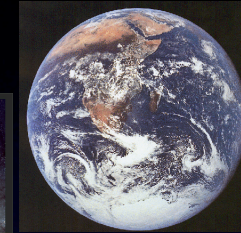
Quand on parle de big-bang, on évoque généralement l'explosion d'une étoile, le début de la création du monde ou encore la destruction d'un univers. Mais dans le monde politique, le big-bang est une métaphore qui désigne une rupture profonde, une transformation radicale. C'est ce qui se joue actuellement au sein du Parti socialiste (PS), un parti qui a connu une longue période de stagnation et de déclin, mais qui semble aujourd'hui entrer dans une phase de renouveau et de reconstruction.

Le big-bang du PS est le résultat de plusieurs facteurs. Tout d'abord, il y a eu la démission de Virginie Rivoir, la secrétaire générale du parti, qui a été perçue comme une rupture avec le passé. Ensuite, il y a eu la tenue d'un congrès qui a permis de réviser le programme du parti et de définir une nouvelle stratégie. Enfin, il y a eu la mise en place d'un nouveau bureau politique, qui a permis de redynamiser le parti et de lui donner un nouveau souffle.

Le big-bang du PS est donc une métaphore qui désigne une rupture profonde, une transformation radicale. C'est ce qui se joue actuellement au sein du Parti socialiste, un parti qui a connu une longue période de stagnation et de déclin, mais qui semble aujourd'hui entrer dans une phase de renouveau et de reconstruction.

BIG BANG = MODELE COSMOLOGIQUE

- **COSMOLOGIE / SCIENCE DE L'UNIVERS COMME OBJET EN SOI**
- **LE MODELE COSMOLOGIQUE N'EST PAS QU'UN « SCENARIO »**
- **MAIS UN MODELE SCIENTIFIQUE AU POUVOIR DESCRIPTIF ET PREDICTIF**
- **BASE SUR LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA PHYSIQUE THEORIQUE, DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES ET DE L'ASTROPHYSIQUE**
- **MODELE QUI PERMET (ENTRE AUTRES) DE COMPRENDRE POURQUOI NOUS SOMMES LA POUR EN PARLER !!!!**



QUELLES SONT

SES ORIGINES?

**PREND RACINE
AU DEBUT DU
20^{EME} SIECLE
AVEC TROIS INGREDIENTS**

- **OBSERVATION
ASTRONOMIQUE**

- ✿ **DECOUVERTE DE LA “FUITE DES GALAXIES”
ET LA LOI DE HUBBLE**

- **THEORIE**

- ✿ **RELATIVITE GENERALE**

- ✿ **MECANIQUE QUANTIQUE/PHYSIQUE DES
PARTICULES**

★ **$E = MC^2$**

L'UNIVERS EST EN EXPANSION !

OBSERVATION DE LA FUITE DES GALAXIES :

ELLES S'ÉLOIGNENT TOUTES

(PAS SEULEMENT DE LA NOTRE!) LES UNES DES AUTRES

DISCOVERY OF EXPANDING UNIVERSE



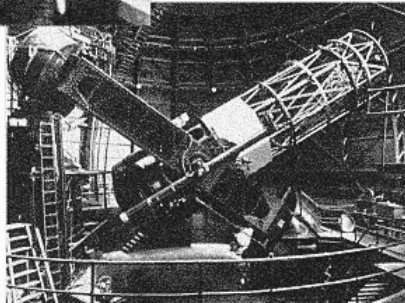
Edwin Hubble



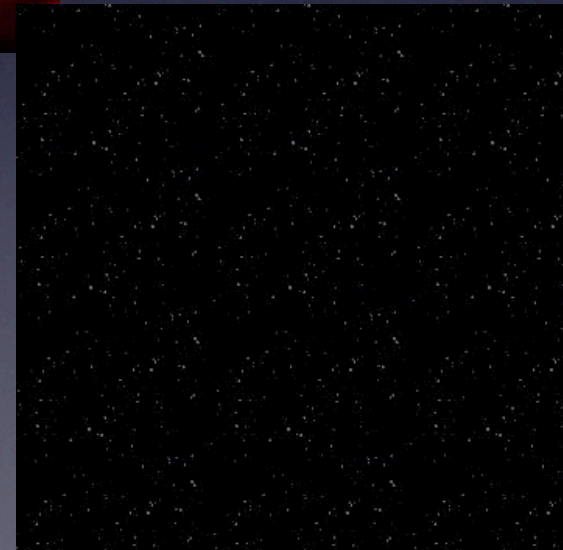
Spiral Galaxy Messier 83 (M83) (NGC 3351)

ESO 181-IG 027 November 1995

© European Southern Observatory

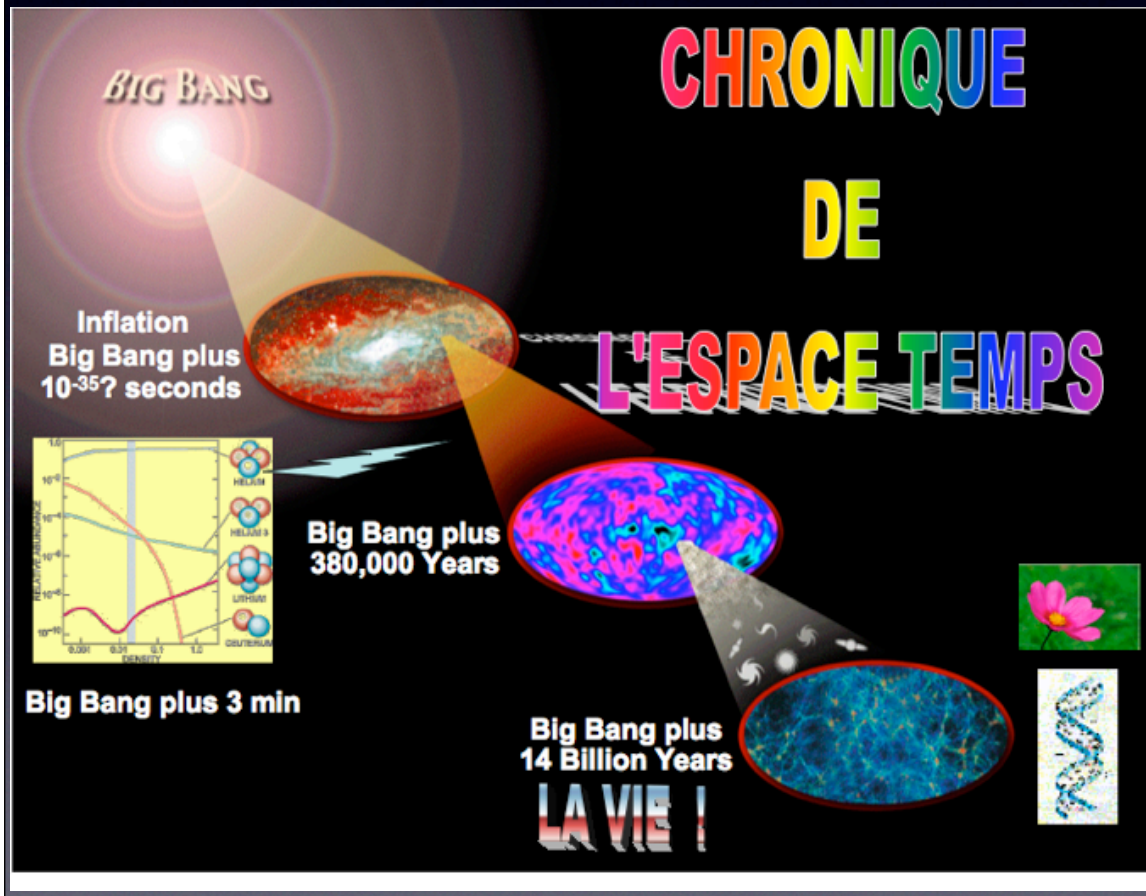


Mt. Wilson
100 Inch
Telescope



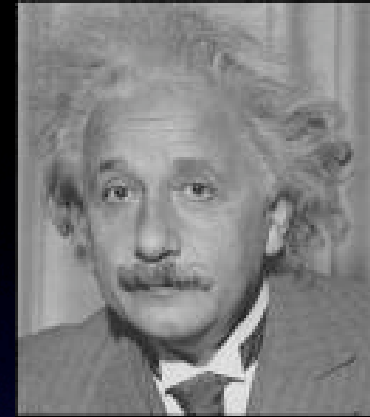
**UNIVERS EN
EXPANSION
DONC
NON
STATIQUE**

**L'UNIVERS EST
DONC EN
EVOLUTION
IL A UNE
HISTOIRE SUR
ENVIRON 14
MILLIARDS
D'ANNEES !**



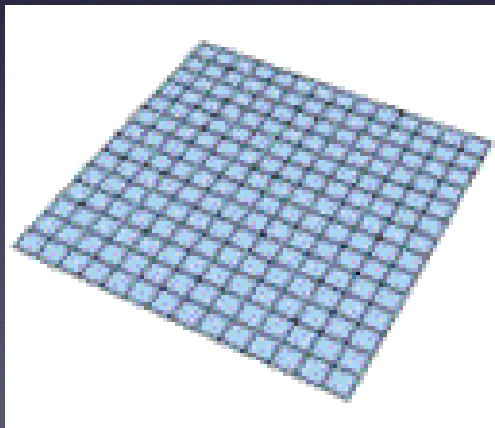
UN CADRE THEORIQUE POUR CETTE HISTOIRE:

LA RELATIVITE GENERALE EN BREF

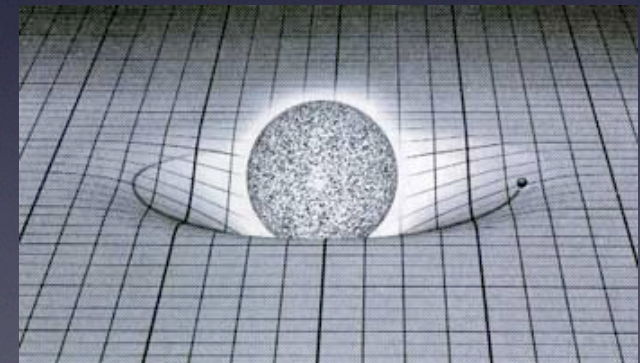


(Einstein 1915)

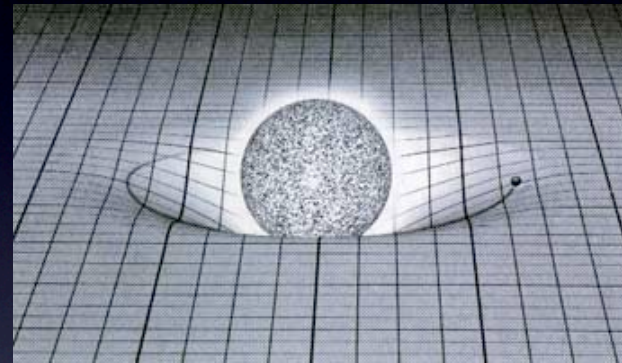
- **DEUX IDEES MAJEURES**
- **CONCEPT D'ESPACE-TEMPS GEOMETRIQUE**
- **GEOMETRIE <----> CONTENU EN "ENERGIE-MATIERE"**



Plus de
FORCE DE
GRAVITATION
c'est la
GEOMETRIE
qui détermine les
trajectoires



“NATURE” DE LA GRAVITATION ?!

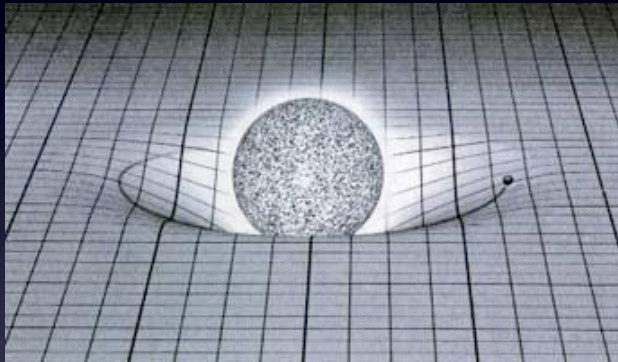


CONTENU “ENERGIE-MATIERE” -----> GEOMETRIE



**NATURE
DE LA GRAVITATION**

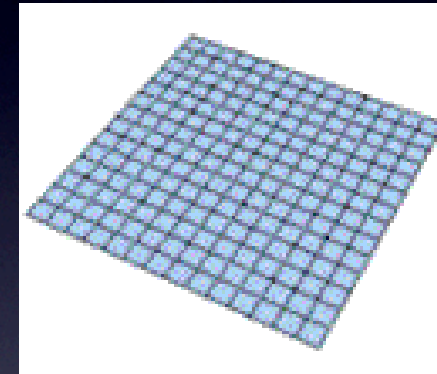
LA “NATURE” DE LA GRAVITATION DEPEND DE LA NATURE DE CE “CONTENU”



“NORMALEMENT ATTRACTIVE”



MATIERE ET RAYONNEMENT



“PEUT DEVENIR *REPULSIVE*” !



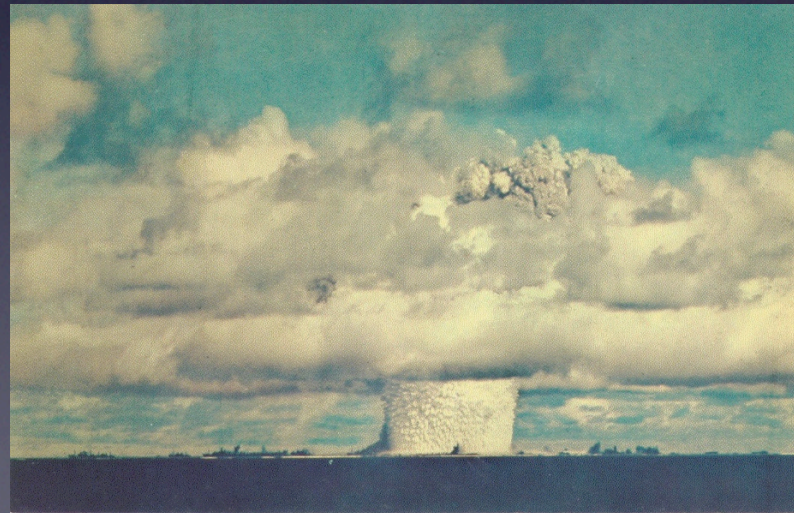
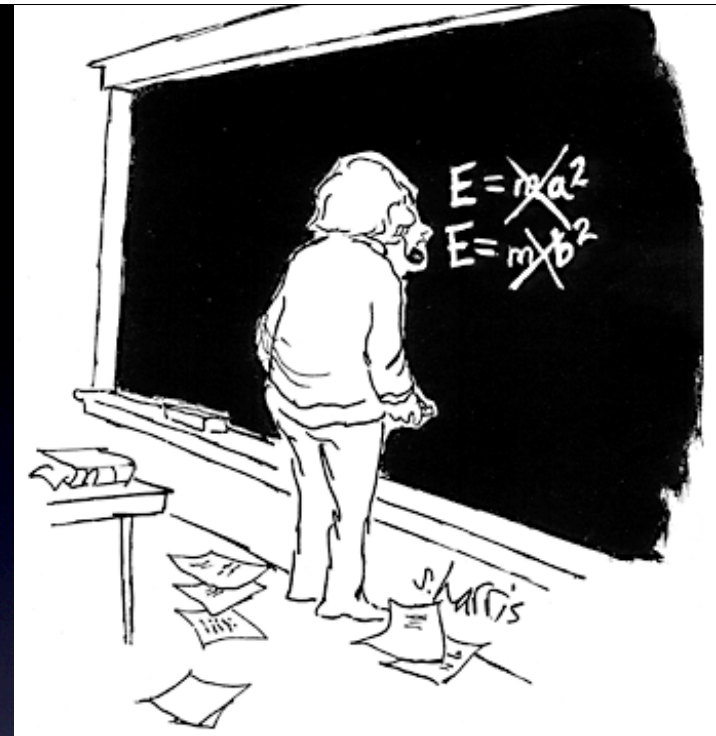
“VIDE QUANTIQUE/ENERGIE NOIRE”

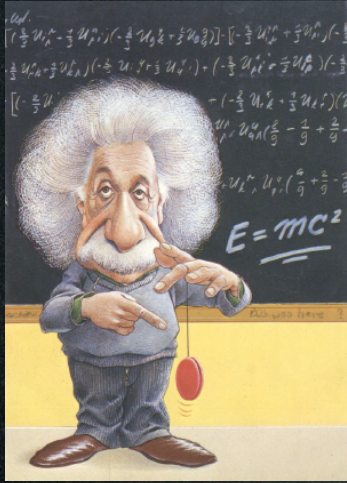
$$E = MC^2$$

+

Physique des Particules et
Mécanique Quantique

MATIERE = ENERGIE





$E = MC^2$ QUAND L'ENERGIE
(OU CE QUI EST
EQUIVALENT LA
TEMPERATURE) EST
OK , ON PEUT CREER
DES PARTICULES !!!!

ANNIHILATION

ET

CREATION

DE

PARTICULES

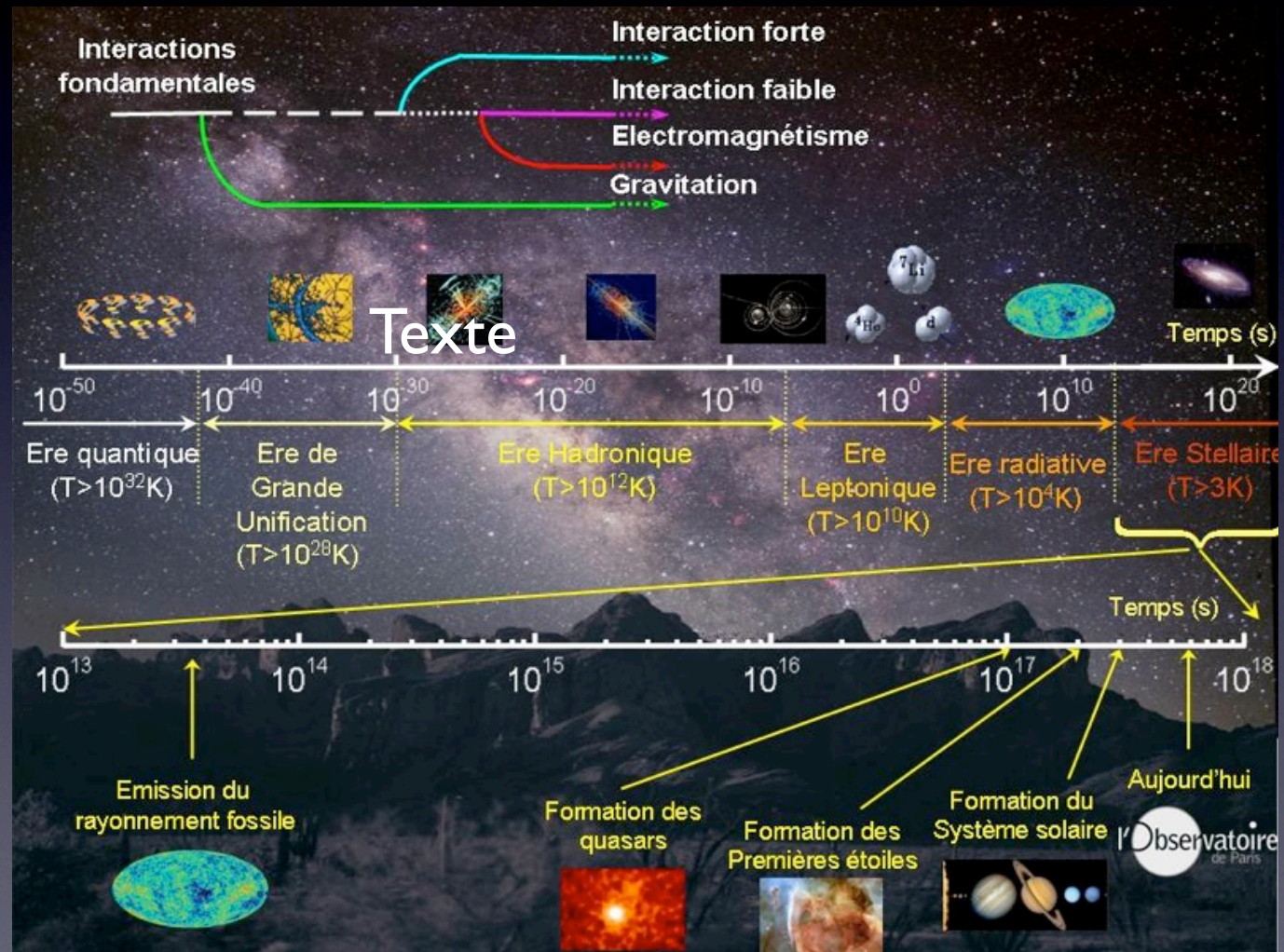


Annihilate!



AVEC CES OUTILS ON VA POUVOIR (D) ECRIRE CETTE HISTOIRE COSMIQUE

TOUT AU
MOINS
DEFINIR
LES
GRANDES
ERES



**MAIS D'ABORD
POURQUOI
UN BIG BANG ??**

Gamow



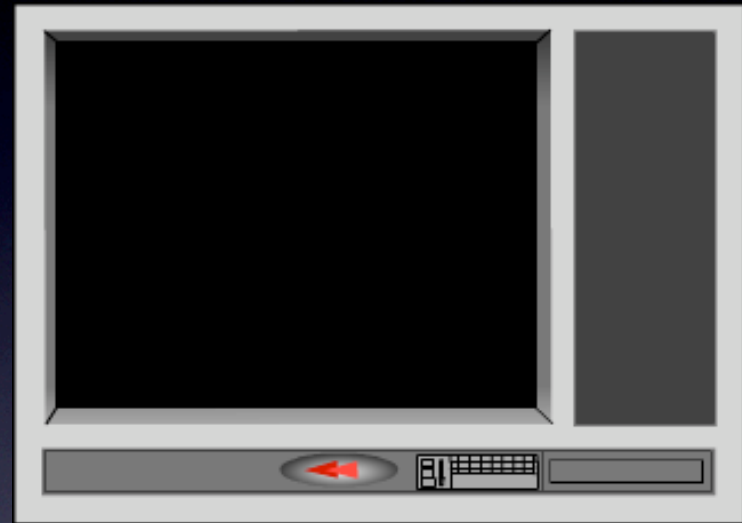
Lemaître



VOIR L'EXPANSION COMME UN FILM QUI SE DEROULE

En “rembobinant” le film:

**On imagine toute la matière
se condenser et s'échauffer**



**L'Univers primordial était (*infiniment*)
dense et chaud !**

**L'IDEE DE BASE DU
“BIG BANG” !!**

LE FILM A L'ENDROIT

AU COURS DE L'EXPANSION

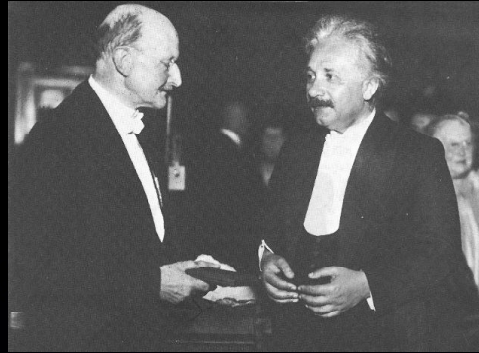
- **C'EST LA DILUTION INELUCTABLE**
- **LA TEMPERATURE DIMINUE
INEXORABLEMENT**



JUSQU'OU

REMBOLINER CE FILM ?

ERE QUANTIQUE



Planck et Einstein



En remontant le passé on arrive au temps de Planck:

$$t_{\text{Planck}} \sim 10^{-43} \text{ s}$$

Pour lequel on a

$$R_{\text{Planck}} \sim 10^{-35} \text{ m et } T_{\text{Planck}} \sim 10^{32} \text{ K}$$

Il faut une théorie à élaborer
marquant la relativité
Générale
et la Mécanique Quantique

L'Univers est
un système
quantique

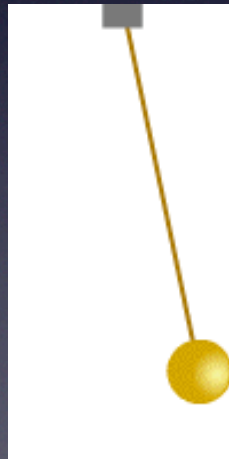
ERE DE PLANCK: $t \sim 10^{-43}$ s - $T \sim 10^{32}$ K

UNIVERS = SYSTEME QUANTIQUE

**Un système quantique
a toujours une énergie
minimum non nulle :
celle du « vide »
au sens quantique**

**En Mécanique Quantique:
un pendule n'arrête jamais
d'osciller**

**Il a un état fondamental
d'énergie non nulle**



**Le "vide quantique"
n'est pas vide**

ZZZ



Théoriciens au travail

L'ENERGIE DU VIDE !

“””ENERGIE DU VIDE”””
“””””ENERGIE NOIRE”””””

- PROPRIETE SINGULIERE !!!!!

NATURE DE LA « GRAVITATION »

“NORMALEMENT ATTRACTIVE”

MAIS PEUT ETRE “REPULSIVE” !!!



MATIERE ET RAYONNEMENT



“VIDE QUANTIQUE”
ENERGIE NOIRE

ERE DE GRANDE UNIFICATION

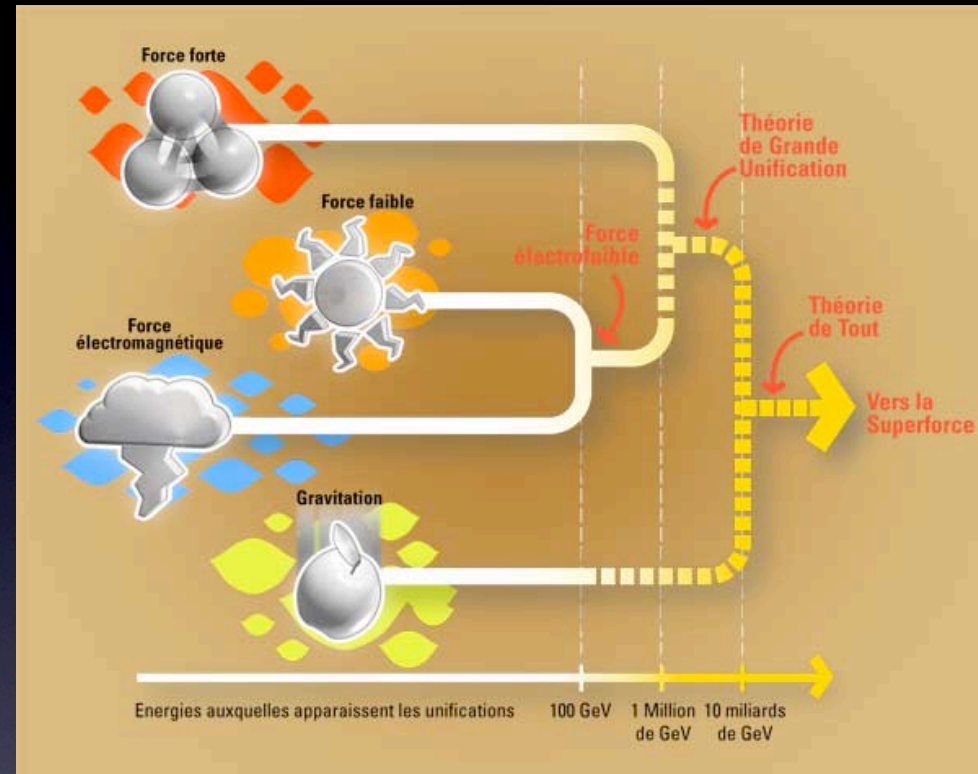
$t \sim 10^{-43} \text{ s} - 10^{-35} \text{ s}$ $T \sim 10^{28} \text{ k}$

Toutes les interactions (électromagnétisme, interactions forte et faible), seraient à l'origine unifiées.

La température diminuant, une partie se sépare libérant une énergie de type "énergie noire" !

L'Univers bascule d'état comme l'eau dans la glace

LA GRAVITATION DEVIENT " REPULSIVE "
CONSEQUENCES FANTASTIQUES





A. Guth,

L'INFLATION



A. Linde

Cette « *anti-gravité* »
serait alors le
moteur d'une
expansion brutale
qui fait croître les
dimensions de
l'Univers d'un
facteur 10^{30}

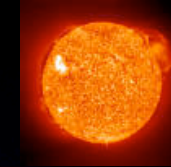


L'INFLATION: UN « MUST »

« Moteur » pour le Bang :
expansion gouvernée par la
pression négative!

Résoud des problèmes de
causalité:
Deux zones de direction
opposées dans le ciel n'ont pu
échanger d'information,
pourquoi l'Univers le CMB est
il si uniforme?

Pourquoi y a t'il des structures
(étoiles, galaxies, amas de
galaxies...la vie)



LES ERES $t \sim 10^{-35} \text{ s} - \sim 100 \text{ s}$
DE
CREATION
DE
MATIERE(S)

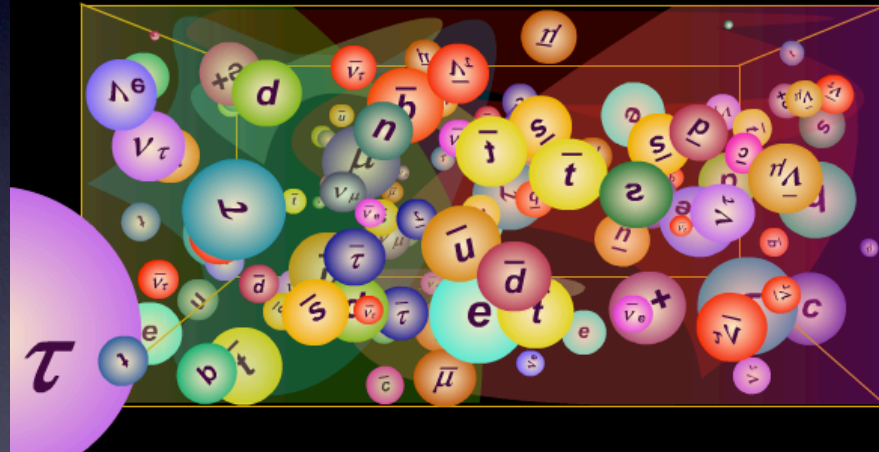
L'UNIVERS:
GRAND
ACCELERATEUR
COSMIQUE

TOUTE UNE SERIE DE PHASES REGIES PAR LA PHYSIQUE DES PARTICULES

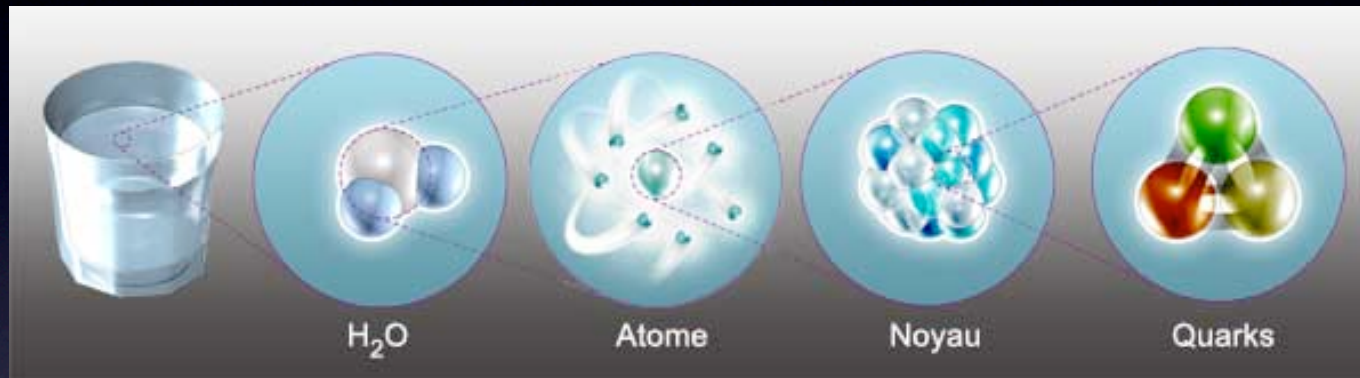
$$E = MC^2$$

QUAND **L'ENERGIE** EST
SUFFISANTE POUR UNE
MASSE DONNEE

IL PEUT Y AVOIR **CREATION**
DE LA **PARTICULE**
CORRESPONDANT A CETTE
MASSE



ON FORME AINSI TOUS LES CONSTITUANTS ELEMENTAIRES DE LA MATIERE “ORDINAIRE”

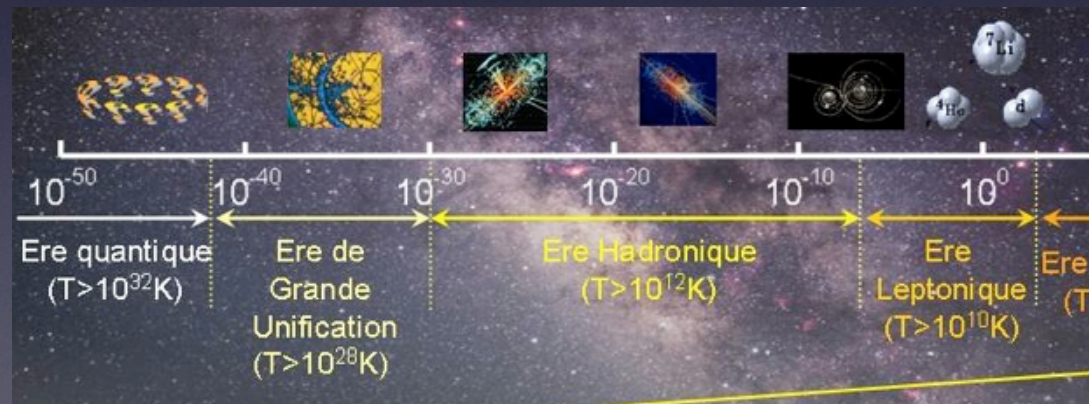


QUARKS

**PROTON,
NEUTRON**

ELECTRON

NEUTRINO



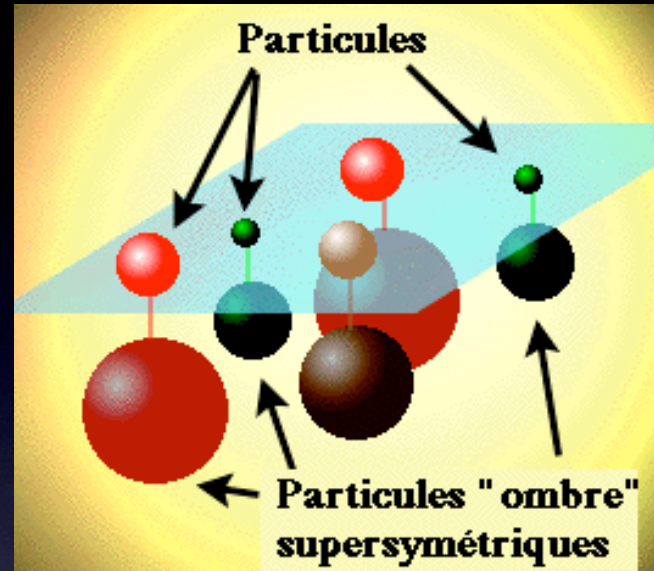
TOUTE LA MATIERE?

OUI POUR LE “MODELE STANDARD” DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES

MAIS NON POUR SES “EXTENSIONS” NECESSAIRES POUR COMPLETER LA THEORIE

TOUT UN “ZOO” EXISTERAIT !

MATIERE NON ORDINAIRE



Dans ces théories, chaque particule a un partenaire supersymétrique.

Une de ces particules le neutralino, pourrait représenter toute la matière noire manquante.

**La matière noire
un objet de recherche
en laboratoire!
Il y en a dans cette pièce!!!**

LA “FAMEUSE” MATIERE NOIRE

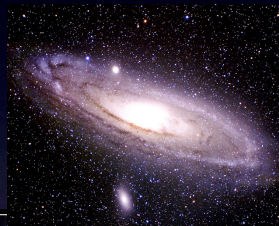
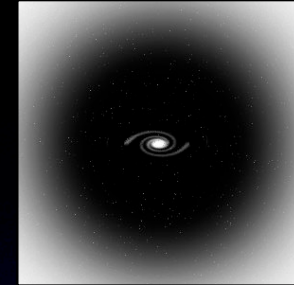
MATIERE « NOIRE » !
(depuis les 30's) déduite par ex:

- de la *ROTATION* des galaxies spirales
- des effets de *LENTILLE* gravitationnelle

POURQUOI NOIRE?

*NON “ORDINAIRE”
INTERAGIT PUREMENT
PAR GRAVITATION
PAS DE RAYONNEMENT*

5 A 6 FOIS PLUS QUE DE MATIERE
ORDINAIRE



Galaxy Cluster Abell 2218
NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI, ST-ECF) • STScI-PRC00-08



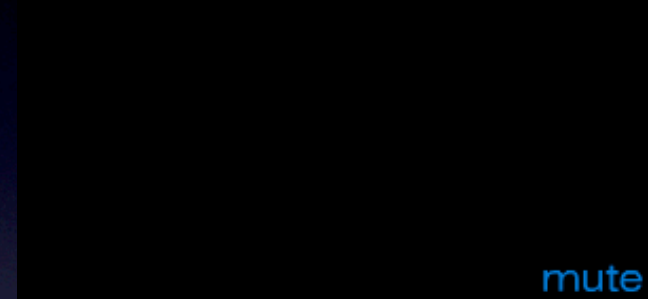
LA

$t \sim 100 \text{ s}$ - $T \sim 10^9 \text{ k}$

NUCLEOSYNTHESE

PRIMORDIALE

On dispose au bout de quelques fractions de seconde d'une « soupe » de protons, neutrons qui peuvent interagir !

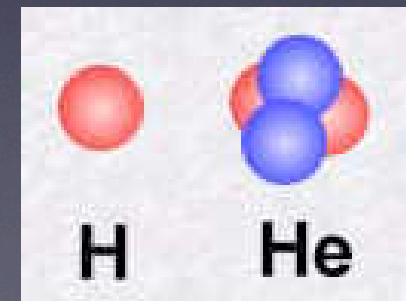


FORMATION DES PREMIERS NOYAUX D'HYDROGENE

D'HELIUM DE DEUTERIUM...

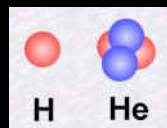
Prédit les abondances observées de H, He,... Be

(Un des 3 piliers du Big Bang !)

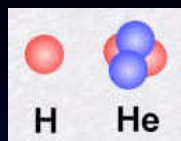


SUCCES OU ECHEC ???

1) La NP produit essentiellement



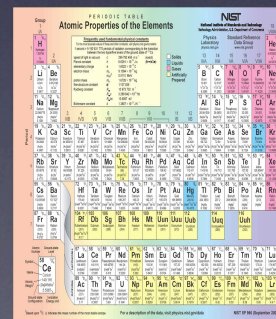
2) Pourquoi l'Univers
actuel ne contient
il pas que



3) Où et quand se sont formés les éléments lourds nécessaires
à l'apparition des planètes et de la vie?

Il y a compétition entre l'expansion qui dilue
les particules et les interactions (« collisions »)

*TOUT EST FINI
AU BOUT DE 3 MINUTES
SANS
ELEMENTS LOURDS!*



OU EST DONC PASSE LE RESTE DU TABLEAU ??

ON

Y

REVIENDRA !

PERIODIC TABLE
Atomic Properties of the Elements

NIST
National Institute of Standards and Technology
Physics Laboratory
Standard Reference Data Group
physics.nist.gov
www.nist.gov

Frequently used fundamental physical constants
For the most accurate values of these and other constants, visit physics.nist.gov/constants
1 second = 0.192 631 770 periods of radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of ¹³³Cs
speed of light in vacuum c 299 792 458 m s⁻¹ (exact)
Planck constant h 6.626 070 15 × 10⁻³⁴ J s
elementary charge e 1.602 176 634 × 10⁻¹⁹ C
electron mass m_e 9.109 383 56 × 10⁻³¹ kg
proton mass m_p 1.672 621 923 × 10⁻²⁷ kg
fine-structure constant α 1/137.035 999 074
Rydberg constant R_∞ 10 973 731.568 162 × 10¹⁰ m⁻¹
Bohr radius a_0 5.291 772 109 × 10⁻¹¹ m
Bohr magneton μ_B 9.274 010 078 × 10⁻²⁴ J T⁻¹
Boltzmann constant k 1.380 658 × 10⁻²³ J K⁻¹

Legend:
Solids (blue)
Liquids (green)
Gases (red)
Artificially Prepared (yellow)

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	VIIIA	VIIIA	VIIIA	IB	IIB	IIIA	IIIA	IIIA	IIIA	IIIA	VIIIA
1	H	He																
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Footnote: [†] based upon ¹²C. [‡] indicates the mass number of the most stable isotope. For a description of the data, visit physics.nist.gov/data. NIST SP 966 (September 2003)

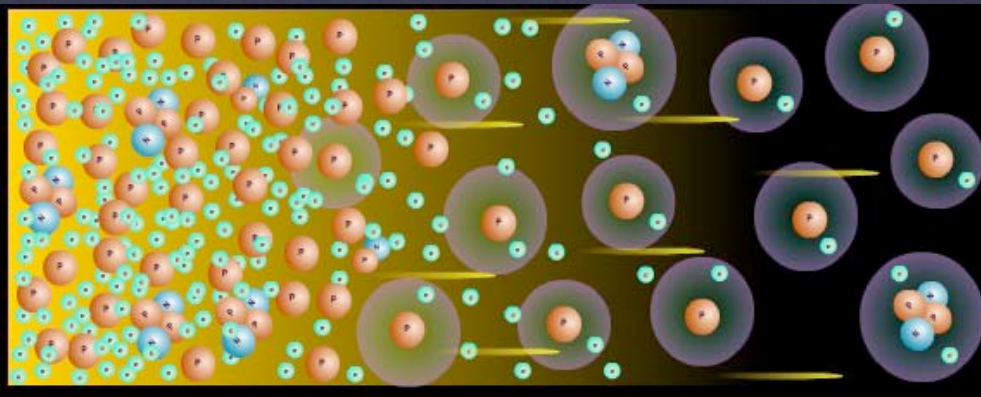
ERE DE LA RECOMBINAISON

$t \sim 300\,000$ ans - $T \sim 10^3$ k

On avait un milieu
“*ionisé*” càd formé de
protons et électrons
séparés
C’est un *plasma*

LES ATOMES SE
FORMENT

la température/l’énergie
a assez diminué !



ERE

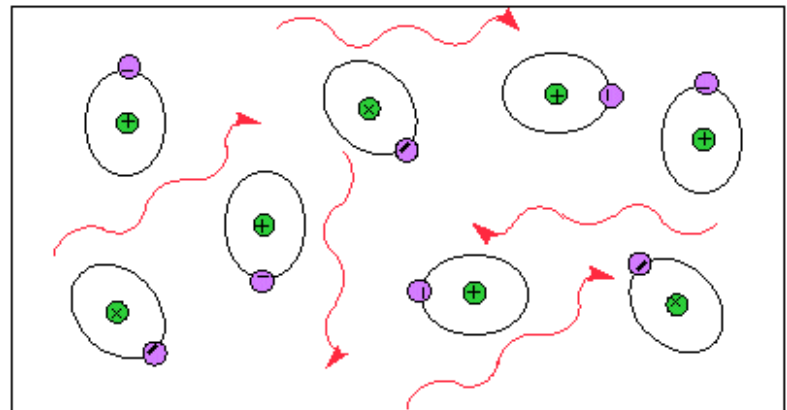
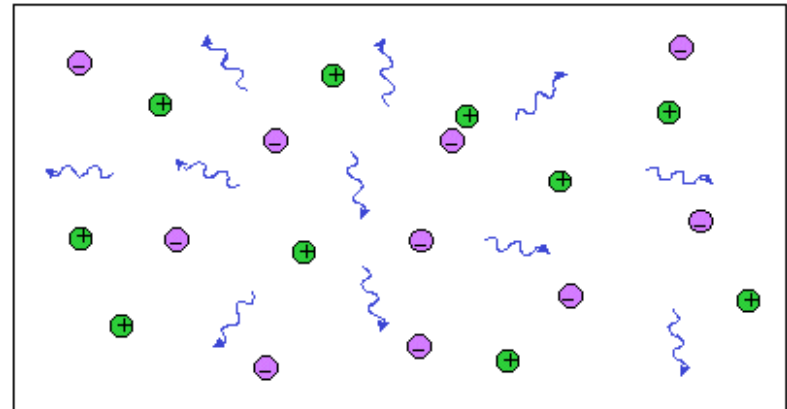
$t \sim 300\,000$ ans - $T \sim 10^3$ k

DU

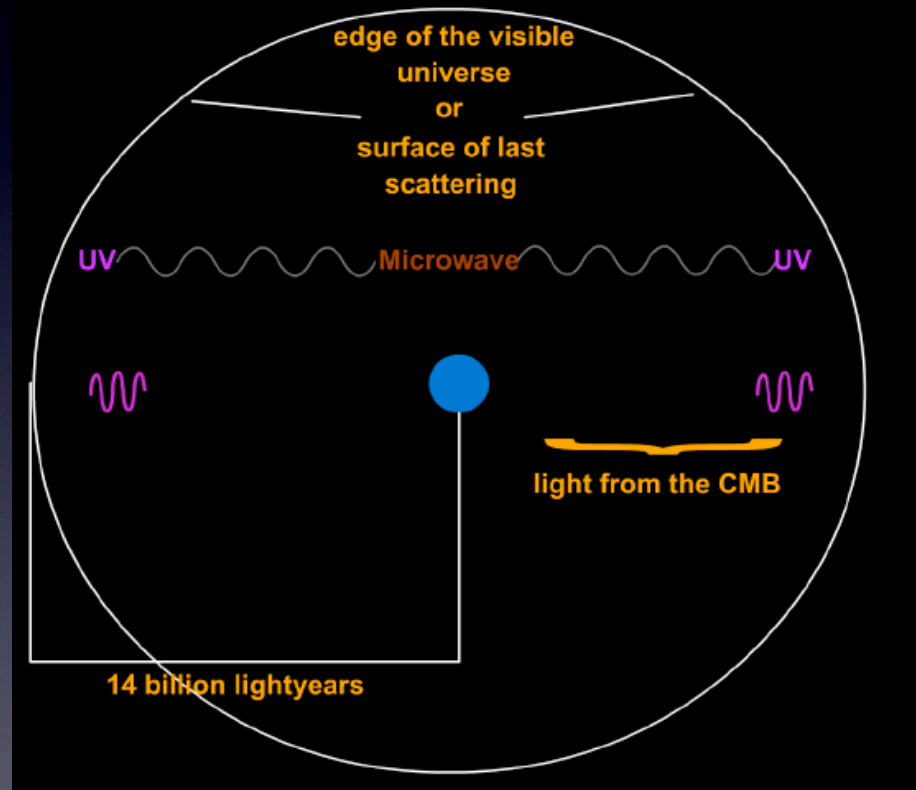
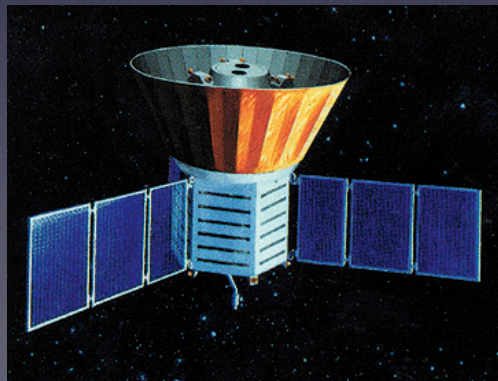
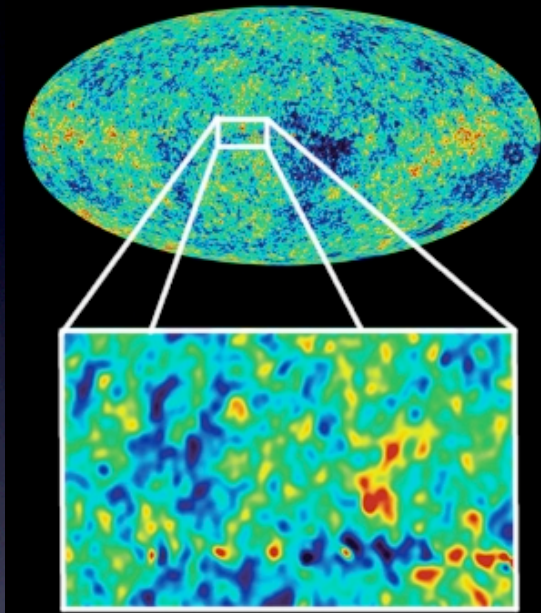
DECOUPLAGE

**MATIERE ET
RAYONNEMENT SE
“DECOUPLENT”**

**CAR LES PHOTONS
NE PEUVENT PLUS
“JOUER “ AVEC LES
ELECTRONS LIBRES**



LAISSE UNE TRACE FOSSILE! LE RCF/CMB A $T = 3K$



AUTRE PILIER DU "BIG BANG"

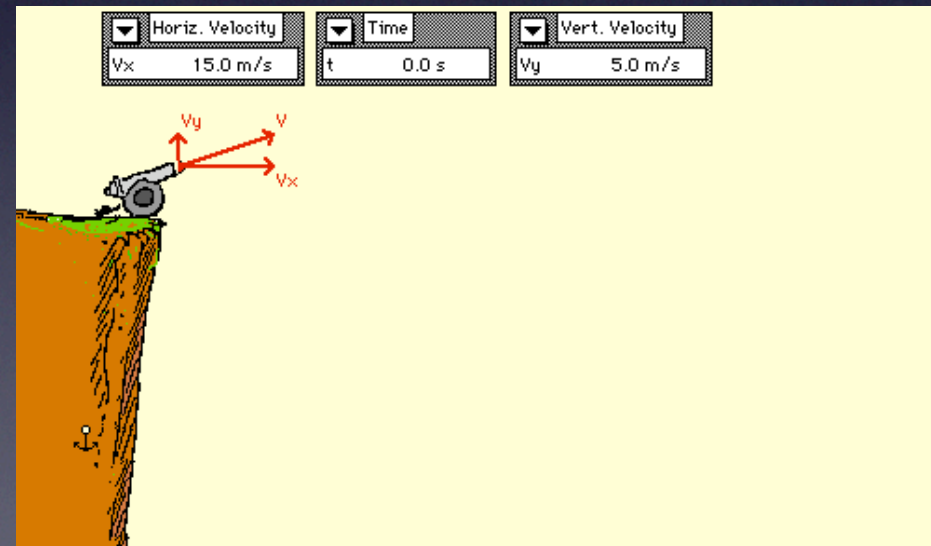
ERE $t \sim 14$ milliards d'années - $T \sim 3$ K

DE LA

L'ACCELERATION

L'expansion de l'Univers
est en accélération

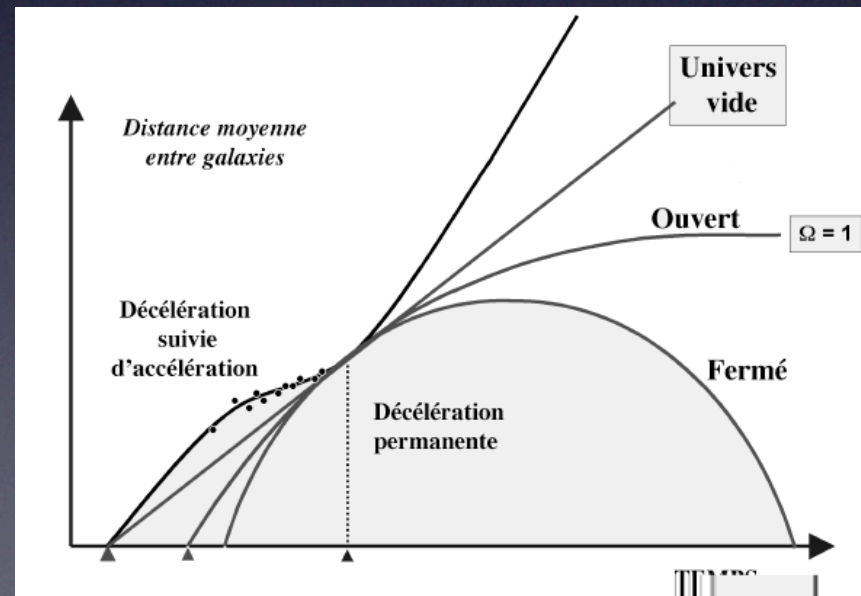
contrairement à ce qu'on attend
pour un Univers dominé par
de la *matière*
qui avec une *gravitation attractive*
devrait la *ralentir* !!



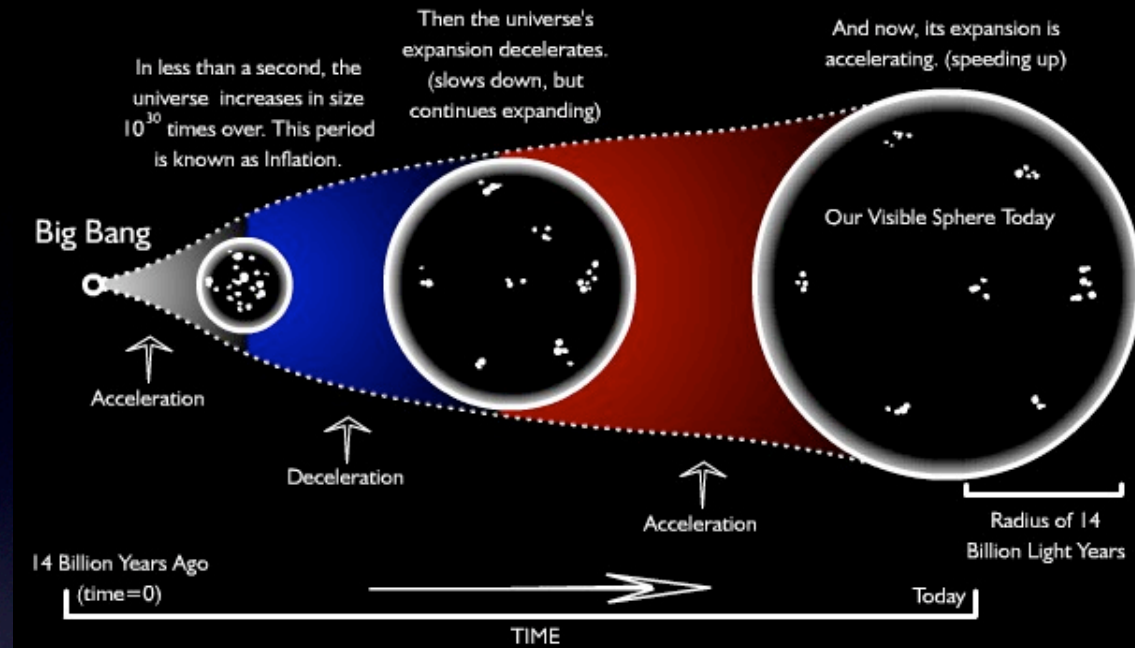
**COMMENT
LE SAIT
ON?**

**ON MESURE L'ÉCLAT
D'ASTRES APPELÉS
"CHANDELLES
STANDARD"**

**La variation
de cet éclat en
fonction de la
distance teste
l'accélération**



LA CAUSE ?



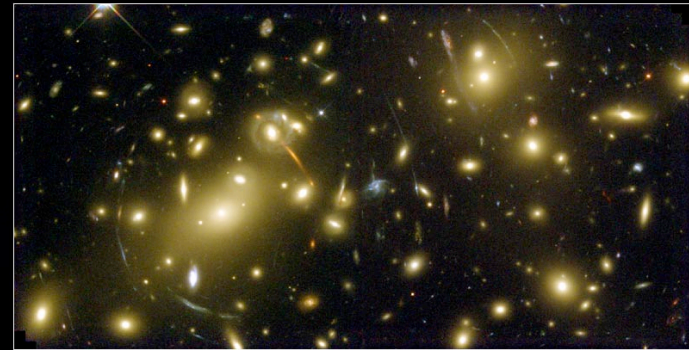
UNE ENERGIE REPULSIVE

TYPE "ENERGIE NOIRE"

OU

ENERGIE DU VIDE

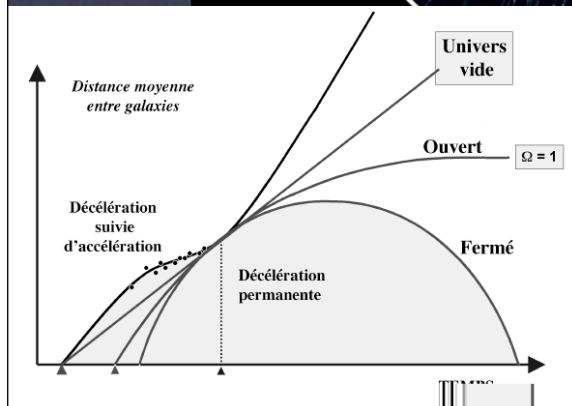
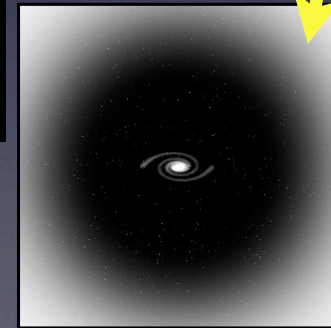
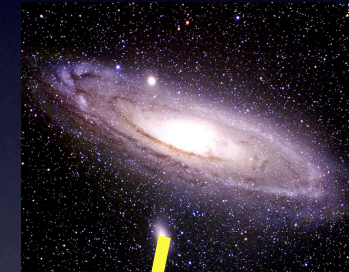
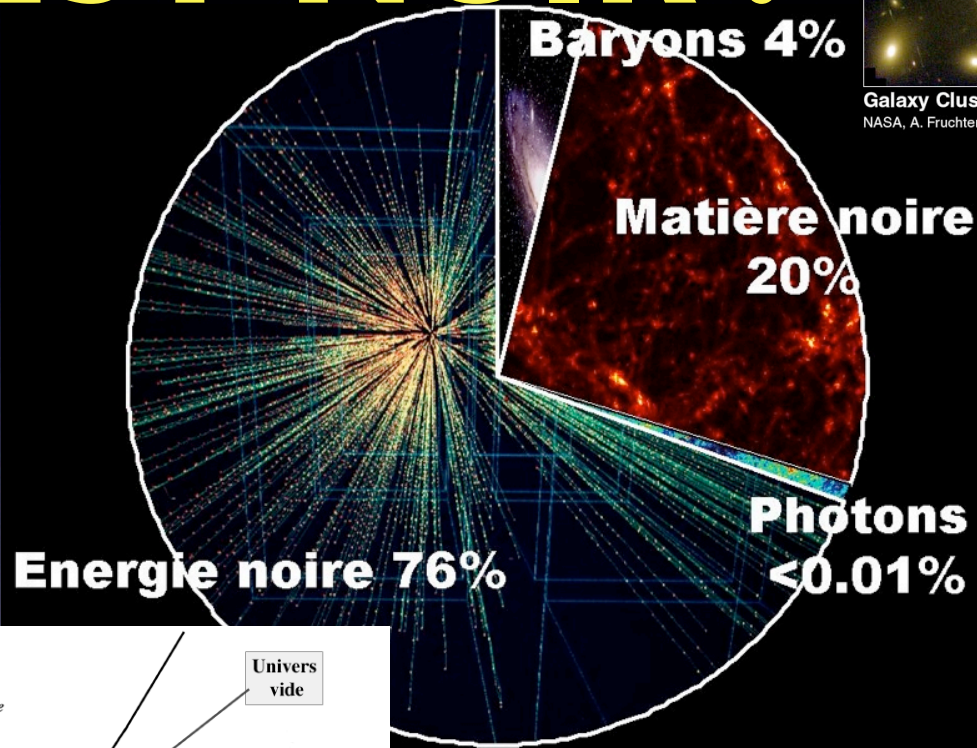
L'UNIVERS EST NOIR !



Galaxy Cluster Abell 2218

NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI, STFCF) • STScI-PRC00-08

HST • WFPC2



ERE $t \sim \text{QQ}$ millions a 14 milliards d'années

STELLAIRE

Conditions physiques au centre du Soleil

Température: $15 \cdot 10^6 \text{ K}$

Masse volumique: 160 g/cm^3 (eau: 1 g/cm^3)

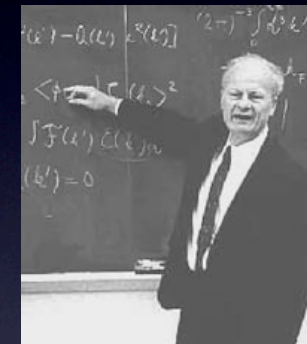


LES ETOILES:
DES CENTRALES
NUCLEAIRES
COSMIQUES



EDDINGTON

BETHE



PERIODIC TABLE
Atomic Properties of the Elements
NIST
National Institute of Standards and Technology
Physics Laboratory
Standard Reference Data Group
www.nist.gov

Essentially used fundamental physical constants
For the most accurate values of these and other constants, visit physics.nist.gov/constants
1 electron = $9.10938356(7) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ (CODATA 2010) The electron mass is expressed in the SI because
between the two hyperfine levels of the ground state of ^{13}C
speed of light in vacuum $c = 299792458 \text{ m/s}$ (exact)
Planck constant $h = 6.62607015 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (exact)
elementary charge $e = 1.602176634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (exact)
atomic mass unit $m_u = 1.660538921(7) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (CODATA 2010)
electron mass $m_e = 9.10938356(7) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ (CODATA 2010)
proton mass $m_p = 1.672621923(7) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (CODATA 2010)
neutron mass $m_n = 1.674927471(7) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (CODATA 2010)
Rydberg constant $R_\infty = 10973731.568160(21) \text{ m}^{-1}$ (CODATA 2010)
fine structure constant $\alpha = 7.2973525693(11) \cdot 10^{-3}$ (CODATA 2010)
Boltzmann constant $k_B = 1.38065842(7) \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ (CODATA 2010)

Legend:
Solids
Liquids
Gases
Justified
Prepared

Group 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
1 H He
2 Li Be
3 Na Mg
4 K Ca
5 Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr
6 Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe
7 Cs Ba Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn
8 Fr Ra Rf Db Sg Bh Hs Mt Uu Uuu Uub Uuq Uuh
9 La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
10 Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

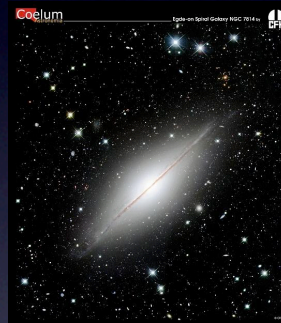
Atomic number, Symbol, Name, Atomic Weight, Group label, Oxidation state, Period, Block, Configuration

Based upon: $^{\circ}\text{C}$ indicates the mass number of the most stable isotope. For a description of the data, visit physics.nist.gov/data. NIST SP 866 (September 2003)

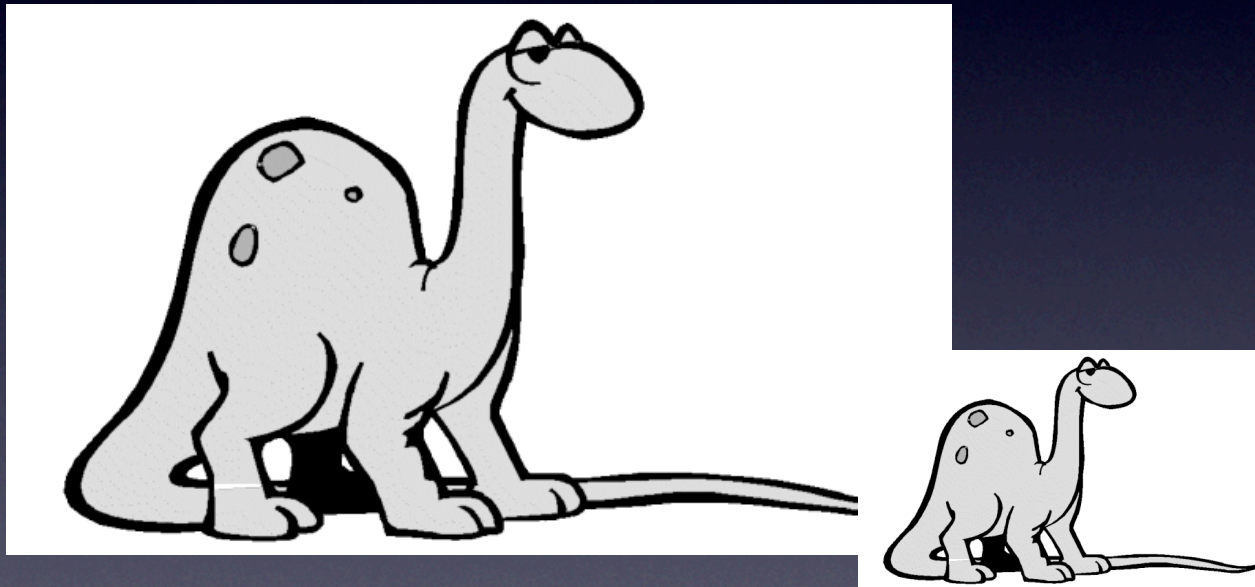
L'ALCHIMIE DES ELEMENTS LOURDS
COMME LE CARBONE... Y EST POSSIBLE

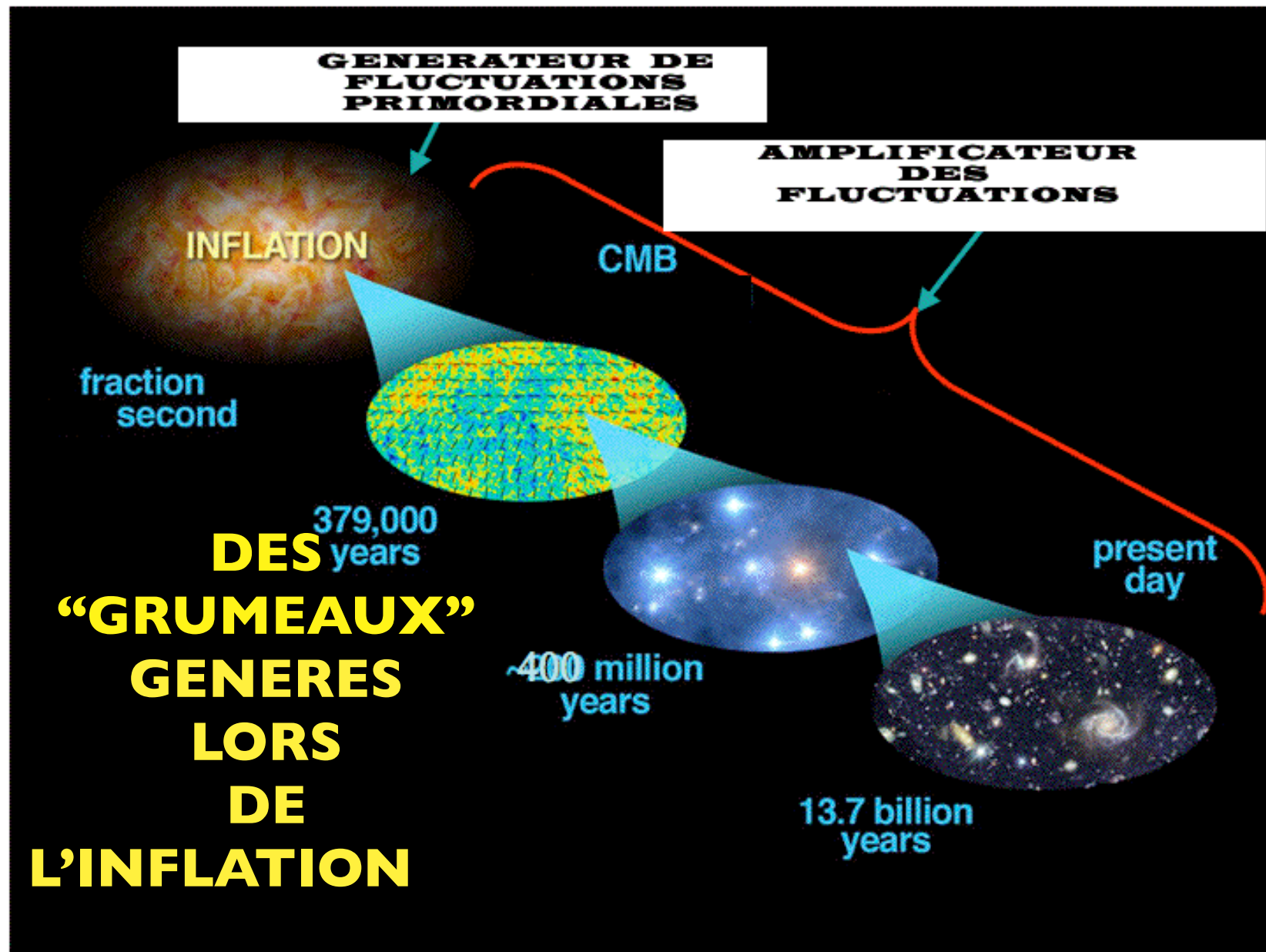


QUID DES ETOILES DES GALAXIES DES GRANDES STRUCTURES DE L'UNIVERS ?



**Les grandes structures ont
commencé *tout* petit !!!**



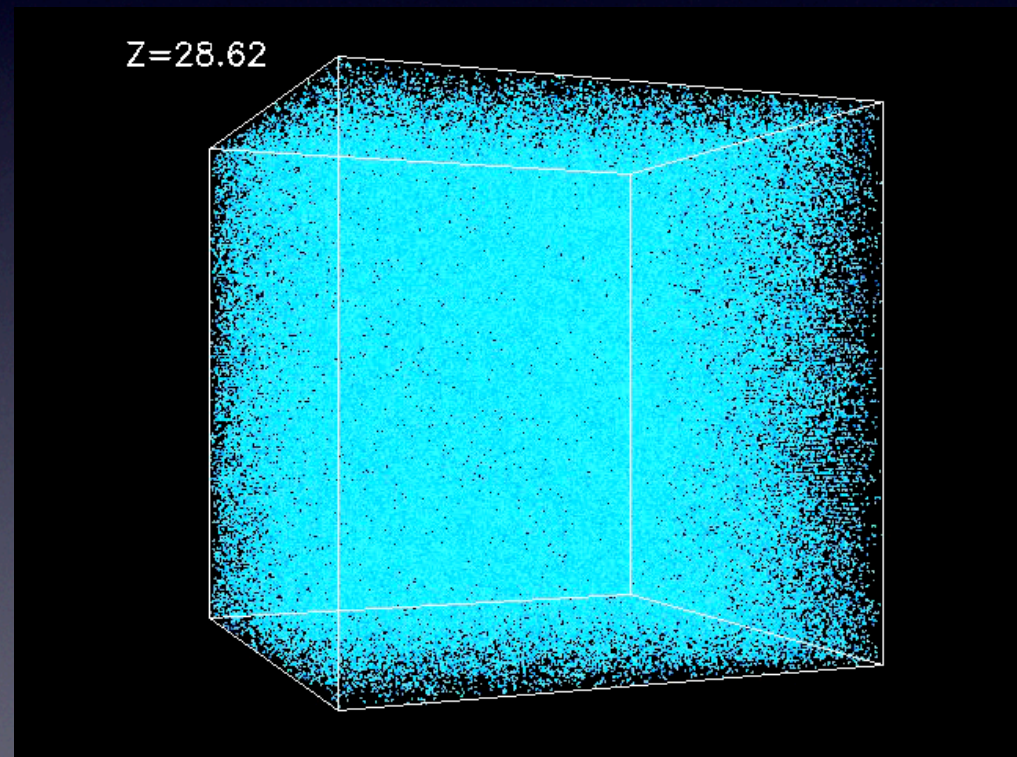


DES GRUMEAUX QUI VONT CROITRE SOUS L'ACTION DE LEUR PROPRE GRAVITE

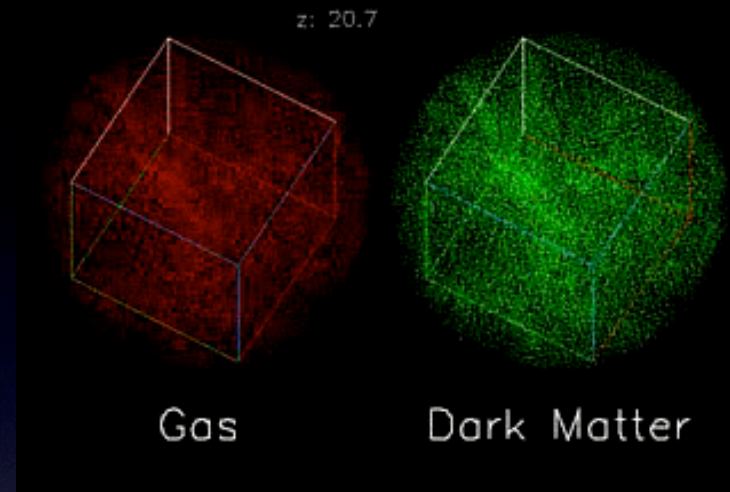
*UN MECANISME:
L'INSTABILITE
GRAVITATIONNELLE !*



Jeans



LA MATIERE NOIRE AU SECOURS DE LA MATIERE ORDINAIRE!



Mais il y a *compétition* entre « *l'expansion* » et la « *croissance* »

La matière **ORDINAIRE** seule n'aurait pu former les galaxies/étoiles/planètes... la vie


La présence de *matière noire* dominante est le « *moteur* » de la *croissance* des grumeaux conduisant aux structures de *matière visible* !!!

L'HISTOIRE EST ECRITE

CHRONIQUE DE L'ESPACE TEMPS

BIG BANG

Inflation
Big Bang plus 10^{-35} seconds



Big Bang plus 380,000 Years




Big Bang plus 3 min



Big Bang plus 14 Billion Years

LA VIE !



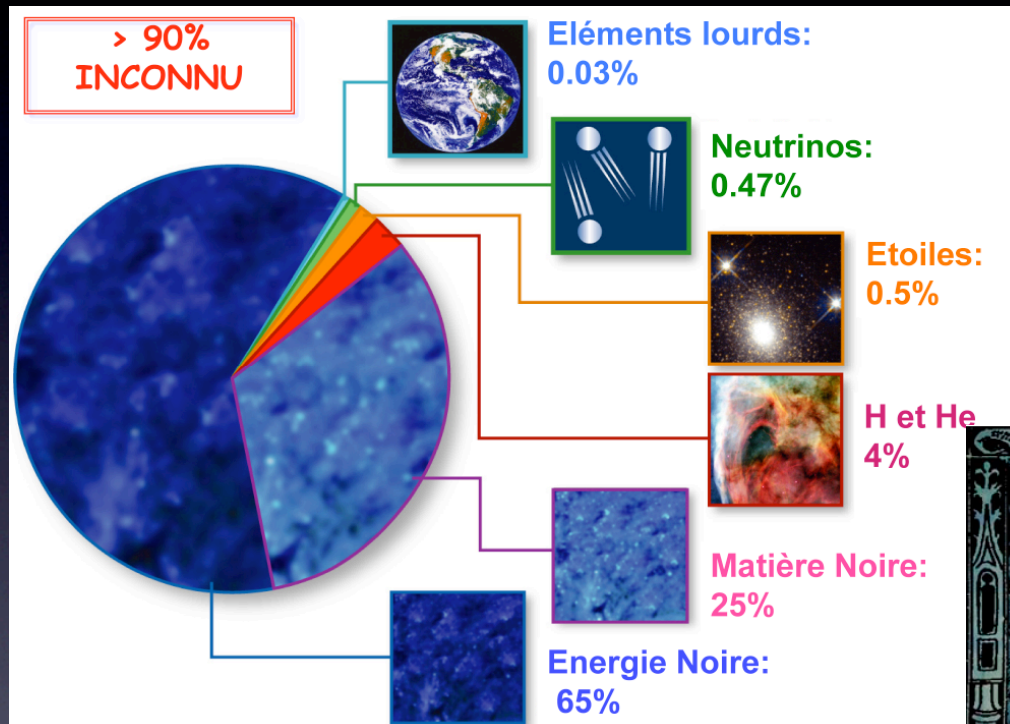
**UN MODELE COSMOLOGIQUE BASE
SUR LA PHYSIQUE LA PLUS
FONDAMENTALE :**

- **RELATIVITE GENERALE,**
- **MECANIQUE QUANTIQUE,**
- **PHYSIQUE DES PARTICULES
ET ASTROPHYSIQUE**
- **ET SIMULATIONS SUR
ORDINATEUR**

Cette alliance conduit à une théorie cohérente rendant compte d'une multitude de faits d'observations et au pouvoir prédictif puissant

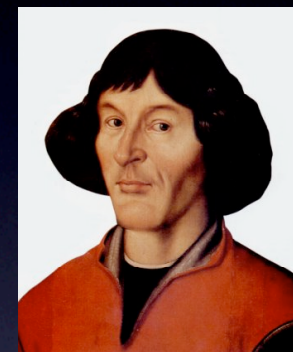
- **L'EXPANSION**
- **L'HOMOGENEITE ET L'ISOTROPIE**
- **LA FORMATION DE LA MATIERE (ELEMENTS LEGERS ET LOURDS), MATIERE NOIRE**
- **LE RAYONNEMENT FOSSILE A 3 K**
- **LA FORMATION DES GRANDES STRUCTURES prenant leur origine dans l'Univers le plus primordial!!**

DECOUVERTE D'UN NOUVEAU MONDE?



- **EN DROITE LIGNE DU ROLE JOUE PAR L'ASTRONOMIE DANS L'HISTOIRE DES IDEES AVEC D'INCESSANTES « REVOLUTIONS COPERNICIENNES » NOUS DECALANT TOUJOURS PLUS DE L'ANTHROPOMORPHISME**

- **LA TERRE/ LE SOLEIL/LA VOIE LACTEE NE SONT PAS AU CENTRE DE L'UNIVERS**
- **L'UNIVERS EST EN EXPANSION**
- **LA MATIERE EST DOMINEE PAR DES PARTICULES D'UNE NATURE DIFFERENTE DE CELLE QUI COMPOSE « NOTRE » UNIVERS**
- **L'ORIGINE ET LE DESTIN DE L'UNIVERS SERAIENT LIES A UNE OU DES "ENERGIE NOIRE"**
- **L'EXISTENCE MEME DE CE QUI NOUS ENTOURE SERAIT INEXPLICABLE SANS LES ROLES JOUES PAR L'INFLATION ET LA MATIERE NOIRE !**



COPERNIC
1473-1543