

Albert Einstein
relativité générale
cosmologie nouvelle

relativité restreinte

gravitation

La relativité générale

```
graph TD; A[relativité restreinte] --> C[La relativité générale]; B[gravitation] --> C;
```

The diagram illustrates the relationship between three concepts in physics. At the top, two boxes labeled 'relativité restreinte' (special relativity) and 'gravitation' (gravity) have yellow arrows pointing downwards towards a central box labeled 'La relativité générale' (general relativity). This indicates that general relativity is a synthesis or extension of both special relativity and gravitation.

relativité restreinte

gravitation

Physique relativiste

```
graph TD; A[relativité restreinte] --> C[Physique relativiste]; B[gravitation] --> C;
```

The diagram consists of three rectangular boxes with orange borders. At the top left, a box contains the text 'relativité restreinte'. At the top right, a box contains the text 'gravitation'. Two yellow arrows originate from the bottom center of these two boxes and point downwards and inwards towards a larger box at the bottom center. This bottom box contains the text 'Physique relativiste' in a bold, italicized font.

relativité restreinte

gravitation

Cosmologie nouvelle

*L'univers, considéré jusque là comme un cadre spatio-temporel statique où se déroulent des évènements, devient
**un objet physique en perpétuelle évolution,
ayant son histoire...***

1917 L'univers d'Einstein

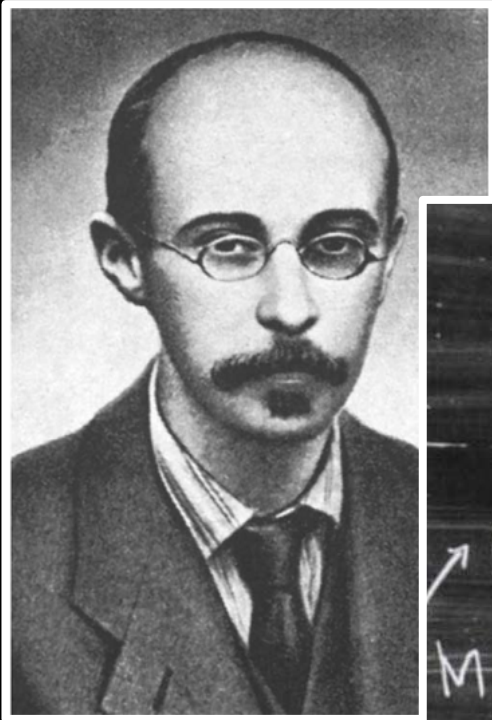
- **statique et immuable**
- *isotrope (caractéristiques physiques identiques dans toutes les directions),*
- *homogène (en moyenne, à grande échelle : densité de matière, d'énergie, température, identiques),*

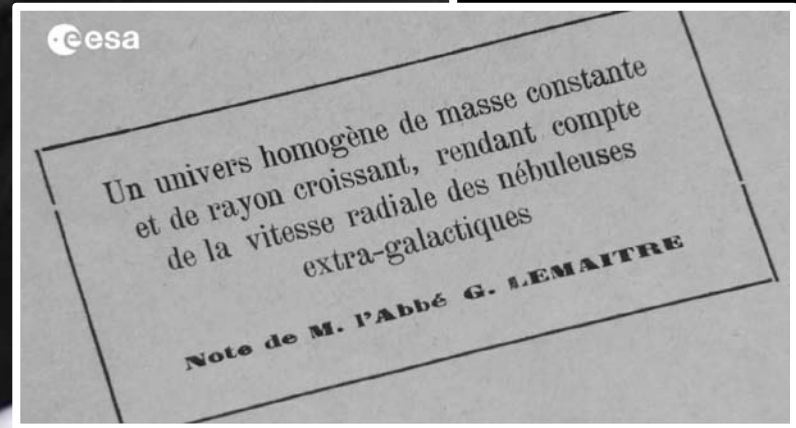
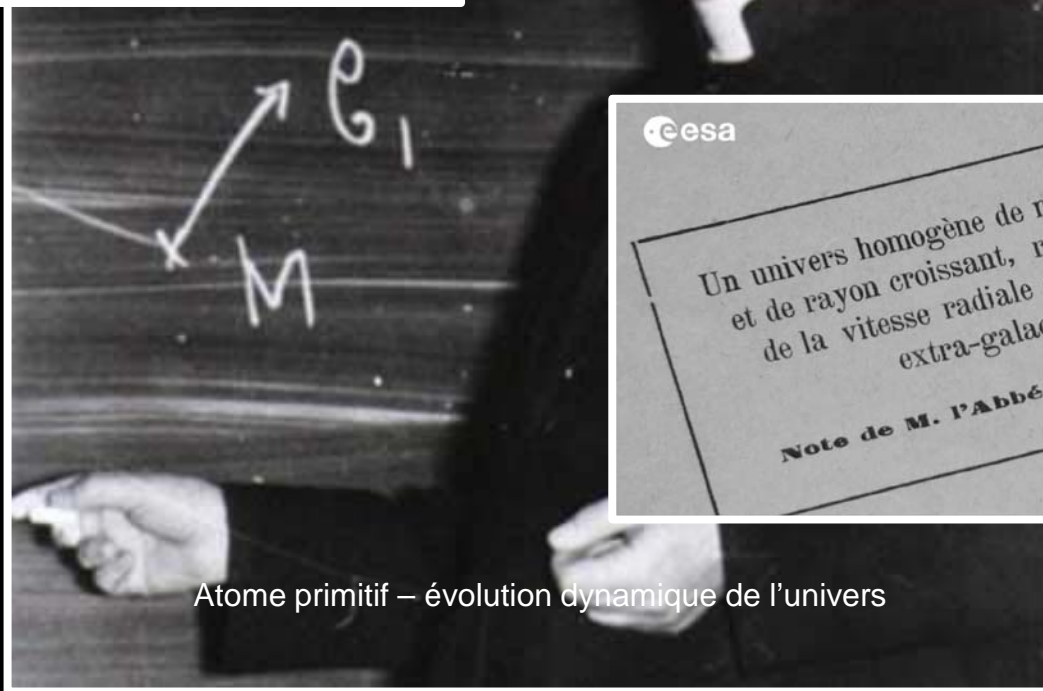
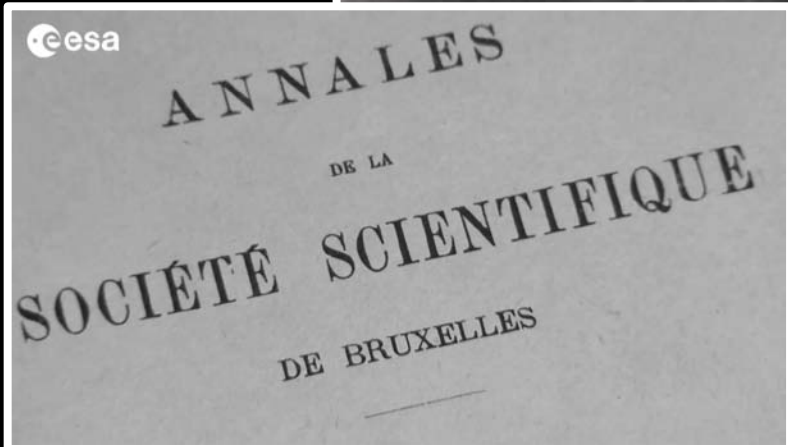
Albert Einstein et la cosmologie nouvelle

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \Lambda g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}$$

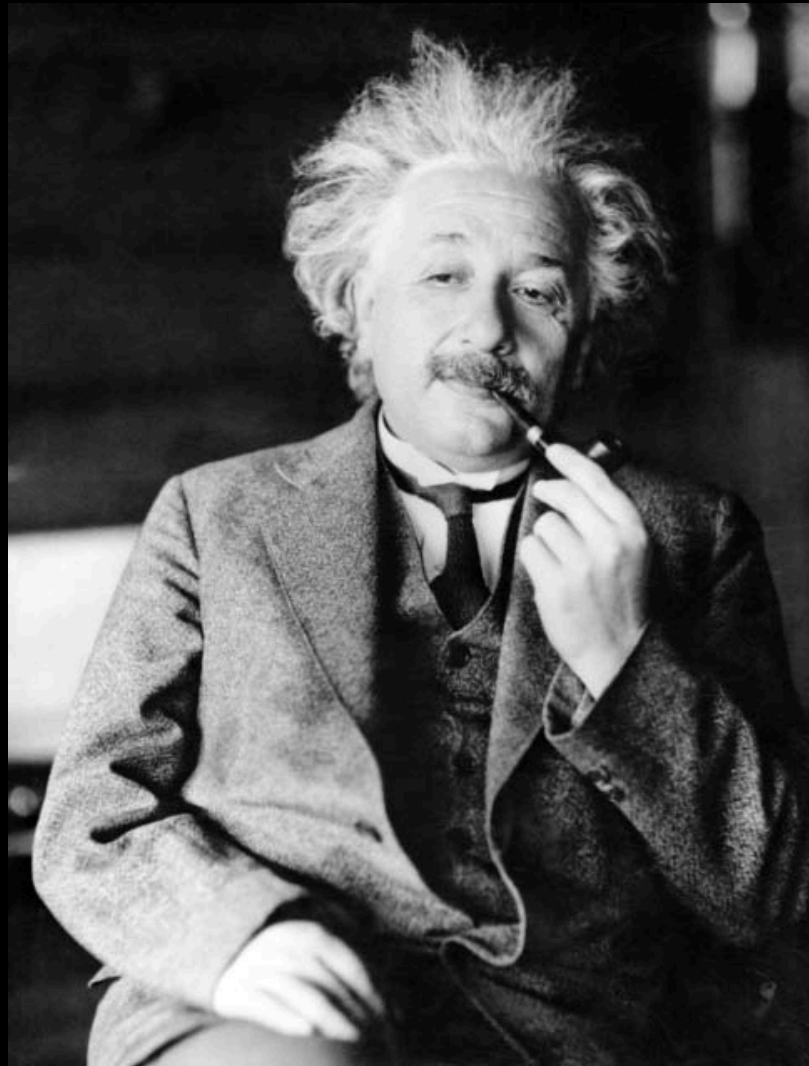
- $R_{\mu\nu}$ est le tenseur de Ricci ;
- R est la courbure scalaire ;
- $g_{\mu\nu}$ est le tenseur métrique de signature (+,-,-,-) ;
- Λ est la constante cosmologique ;
- $T_{\mu\nu}$ est le tenseur énergie-impulsion ;
- κ est la constante d'Einstein (ea) : $\kappa = \frac{8\pi G}{c^4}$,

il introduisit dans ses équations une constante λ dite constante cosmologique afin de contre balancer la gravitation et rendre l'univers conforme à ses idées c.a.d. statique et immuable.





Atome primitif – évolution dynamique de l'univers



« la plus grande erreur de ma vie »

***un triomphe ?
éphémère !***

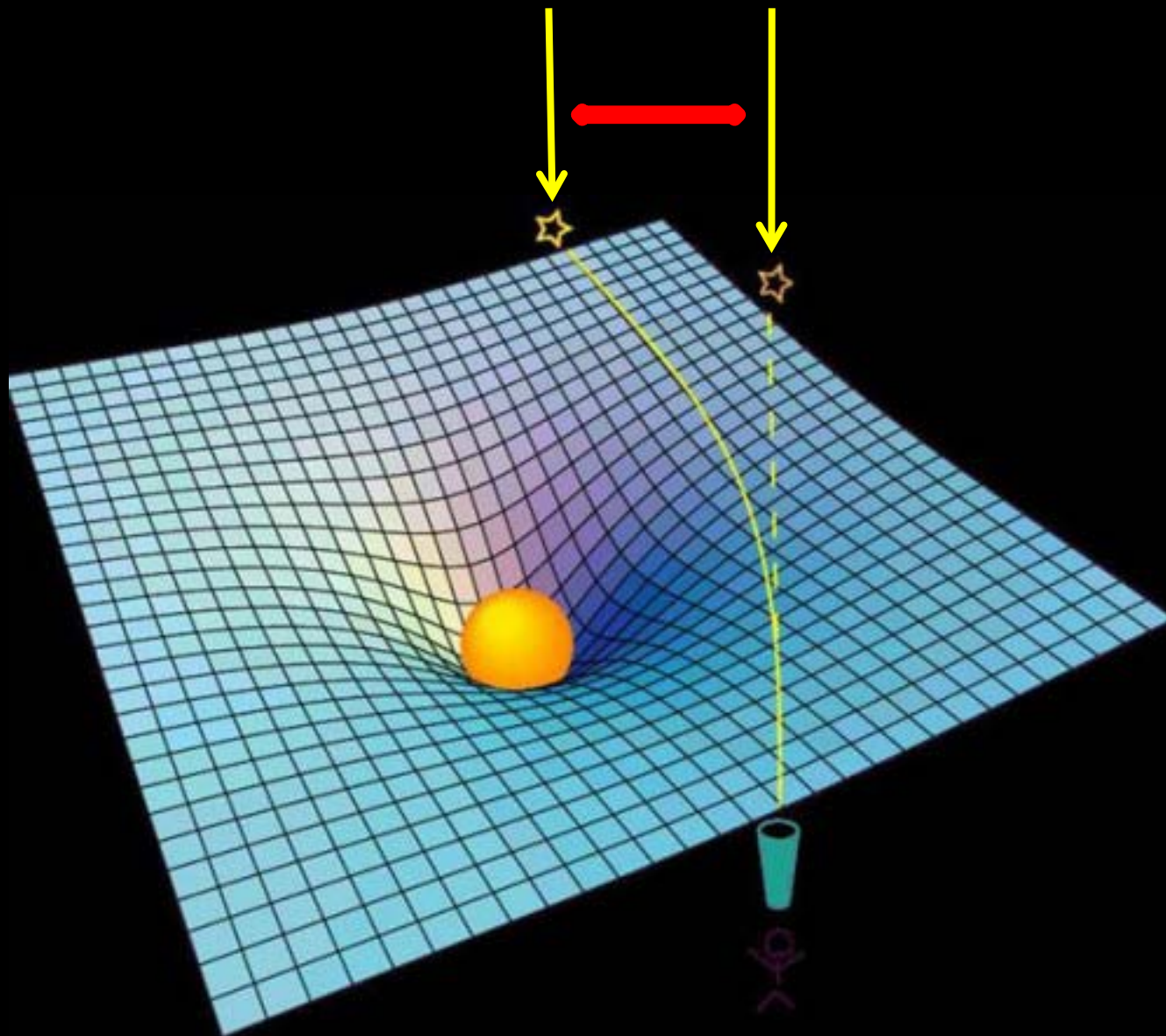
La relativité générale

- *une théorie complexe,*
- *confirmations observationnelles discutables,*
- *autres préoccupations : l'atome et la physique quantique...*

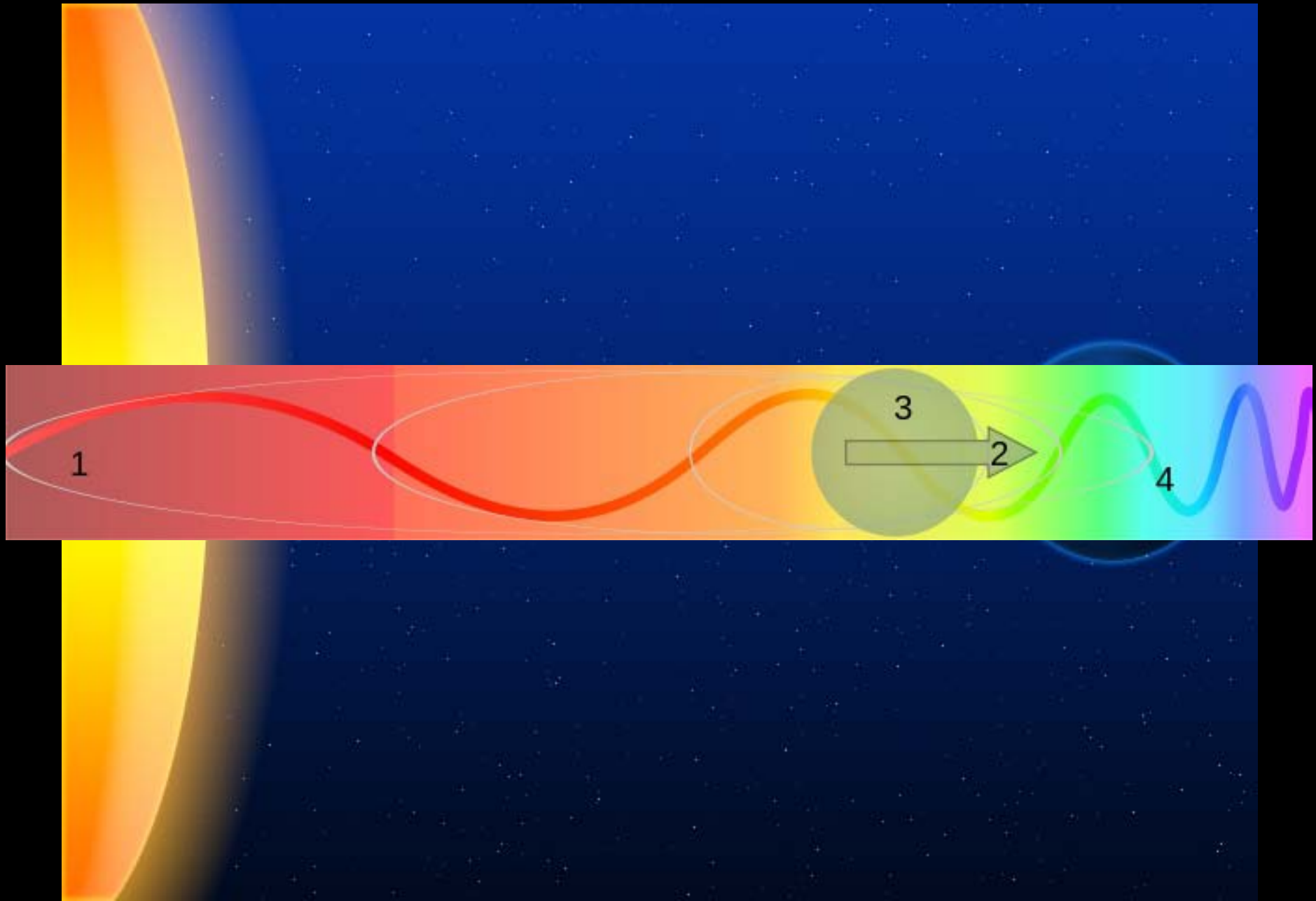


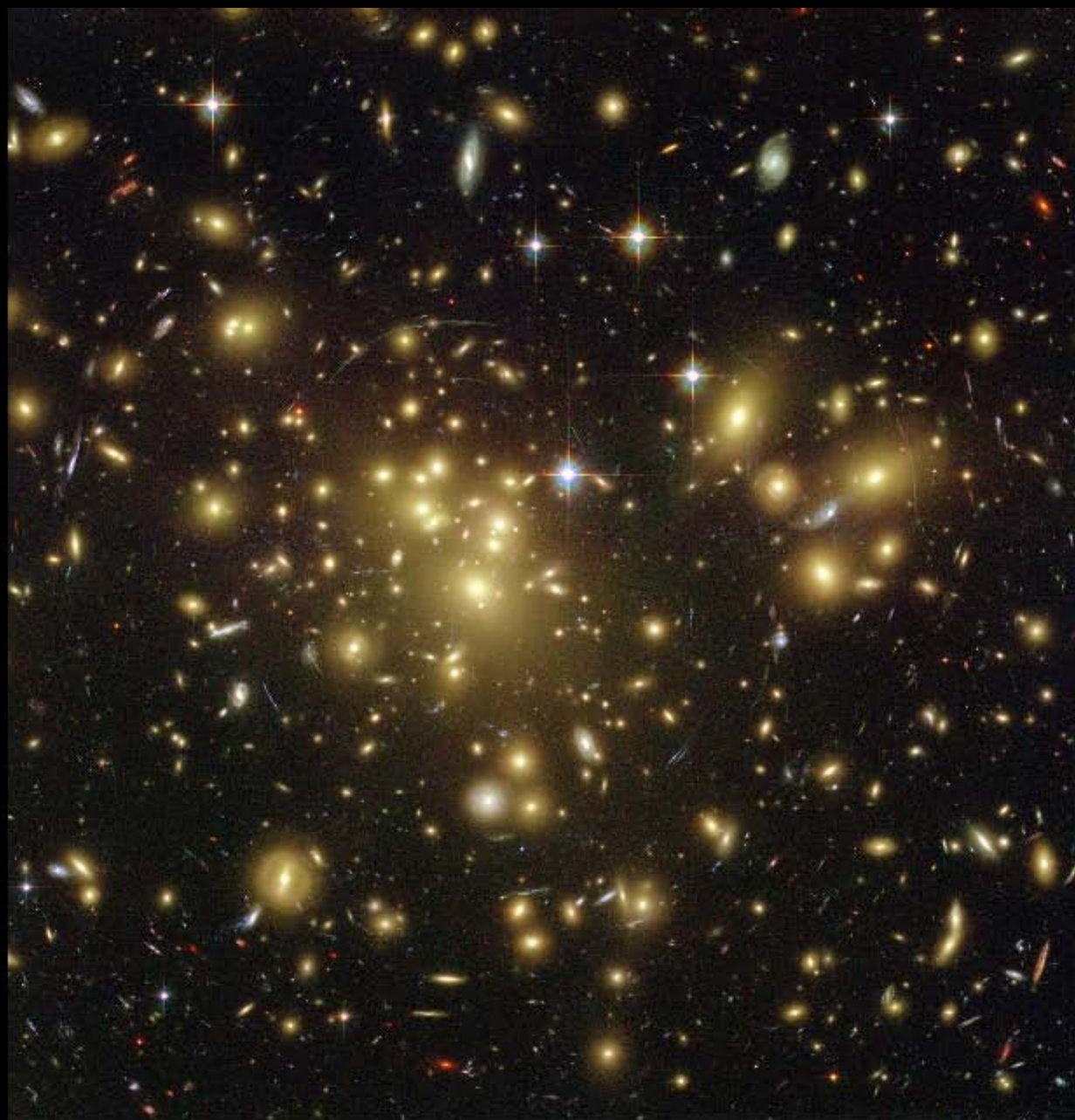
Le renouveau tardera à se manifester

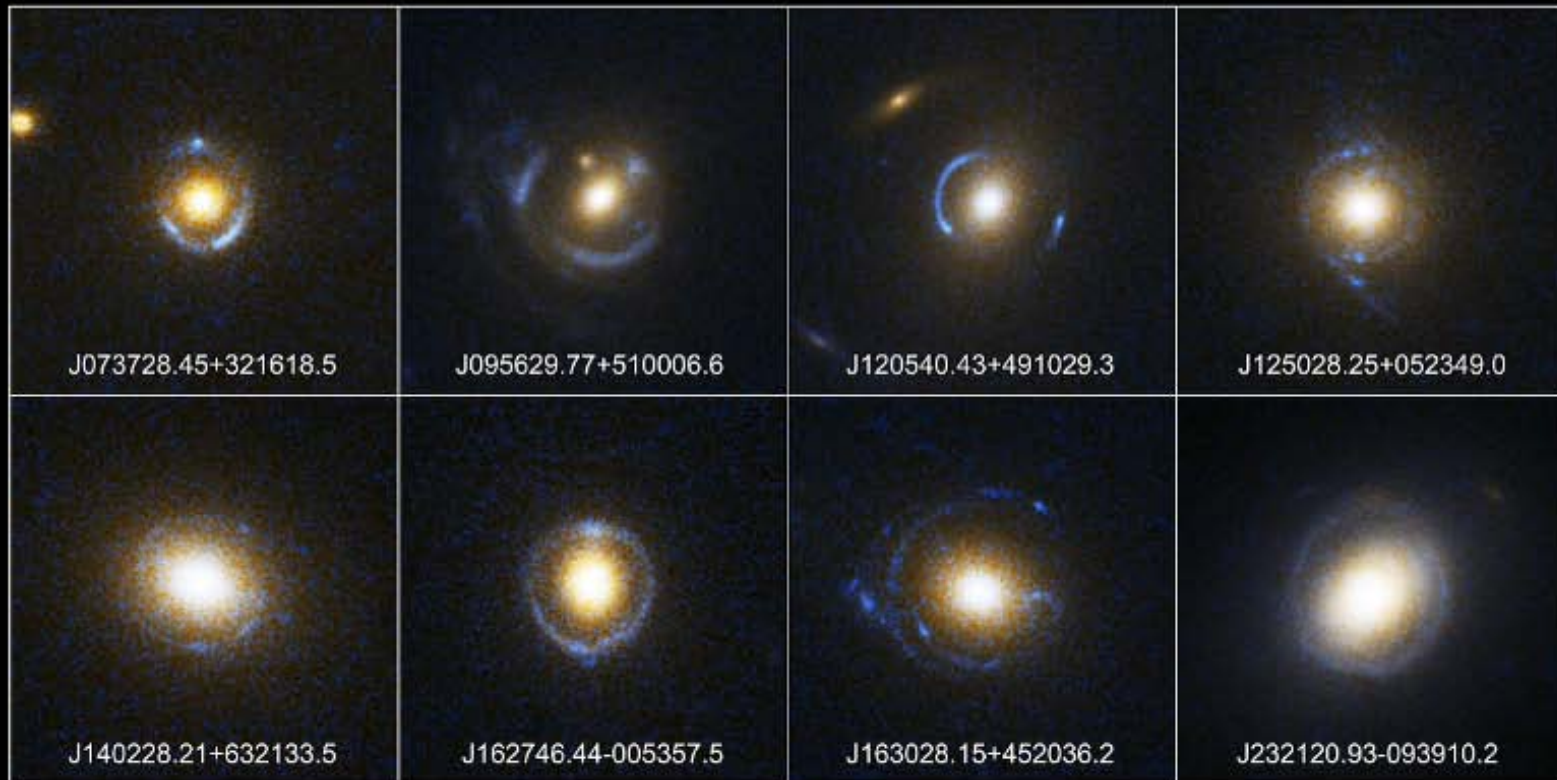
Physique des champs gravitationnels forts



1,7 " d'arc c'est à peine cinq dix millièmes de degré







Einstein Ring Gravitational Lenses
Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys

NASA, ESA, A. Bolton (Harvard-Smithsonian CfA), and the SLACS Team

STScI-PRC05-32

*... appréhender les évolutions stellaires : naines blanches,
étoiles à neutrons, pulsars, systèmes binaires, trous noirs...*



CIEL
L'INSTITUT DE LA
COSMOLOGIE ET DE L'ASTROLOGIE

Alain Riazuelo, institut d'astrophysique de Paris : simulation numérique



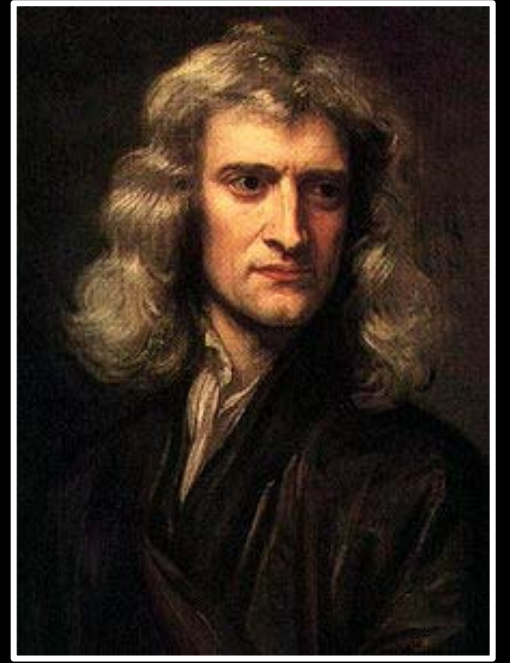
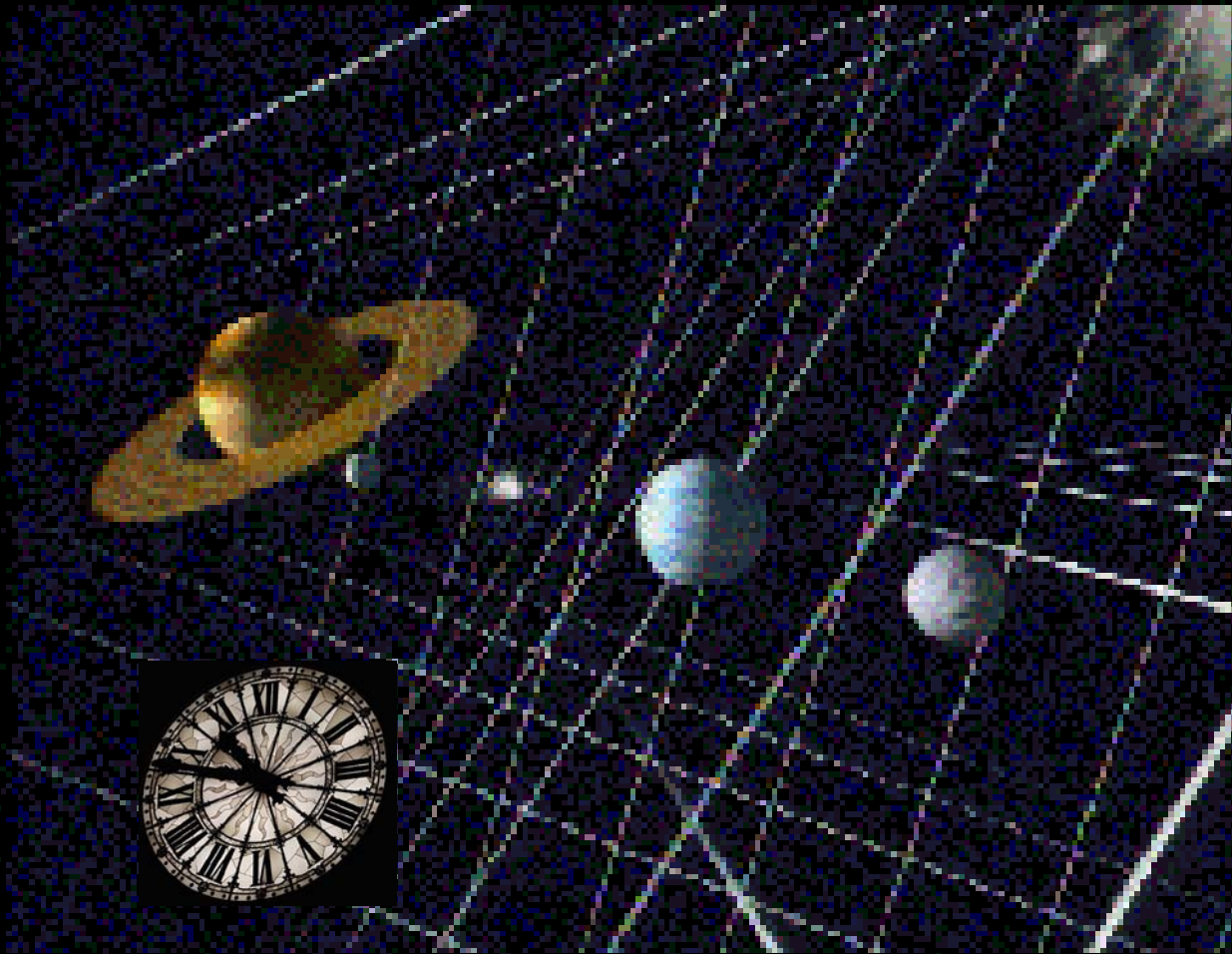
0.00 Solar Mass

THE BINARY COMPANION OF YOUNG, RELATIVISTIC PULSAR J1906+0746

BY

JOERI VAN LEEUWEN, LAURA KASIAN, INGRID H. STAIRS, ET AL.

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, JAN 08, 2015



relativité restreinte

gravitation

Physique relativiste

« n'est ce pas le plus beau sort d'une théorie physique que d'ouvrir la voie à une théorie plus vaste dans laquelle elle continue à Vivre comme cas particulier »

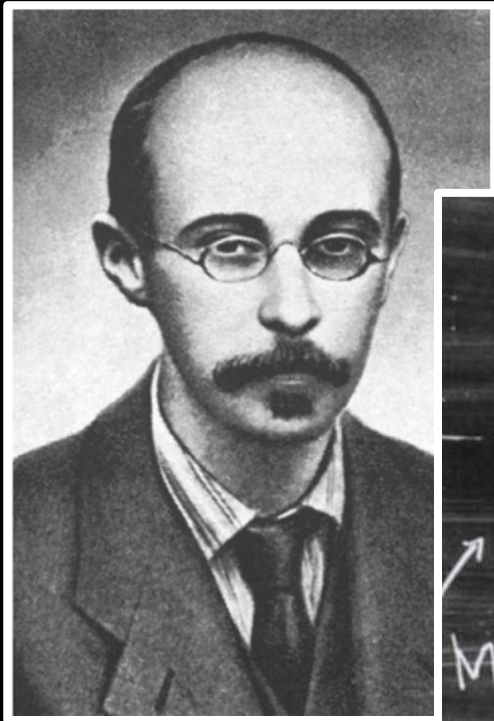
A. Einstein

relativité restreinte

gravitation

Cosmologie nouvelle

L'univers, considéré jusque là comme un cadre spatio-temporel statique où se déroulent des évènements, devient
un objet physique en perpétuelle évolution,
ayant son histoire...





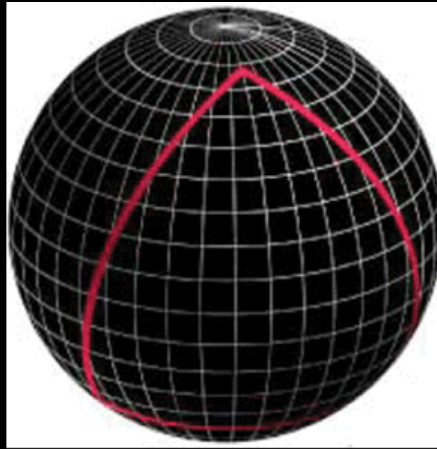
si l'on déclare aujourd'hui « l'univers a une histoire » on le doit en grande partie à Albert Einstein, alors même qu'il l'avait au début contesté !

Effet relativiste de la gravitation

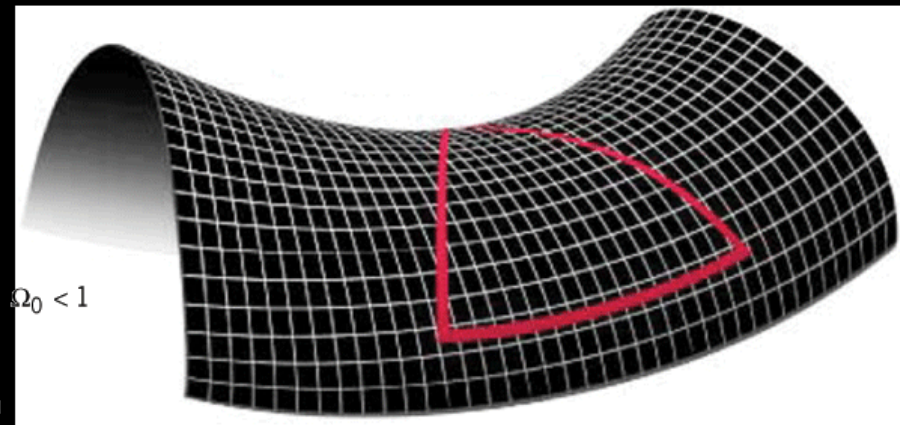


*Les horloges atomiques du GPS en orbite
autour de la terre nécessitent une correction
pour compenser l'effet dû à la gravité*

$\Omega_0 > 1$

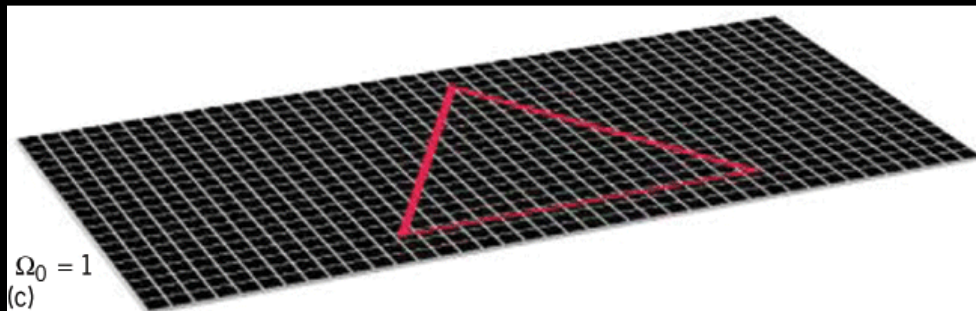


(a)



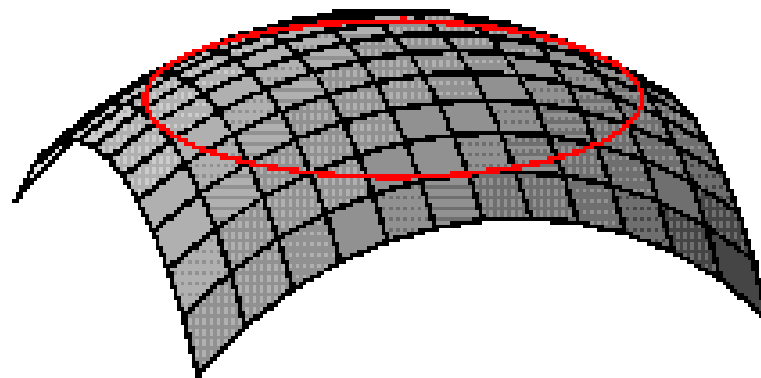
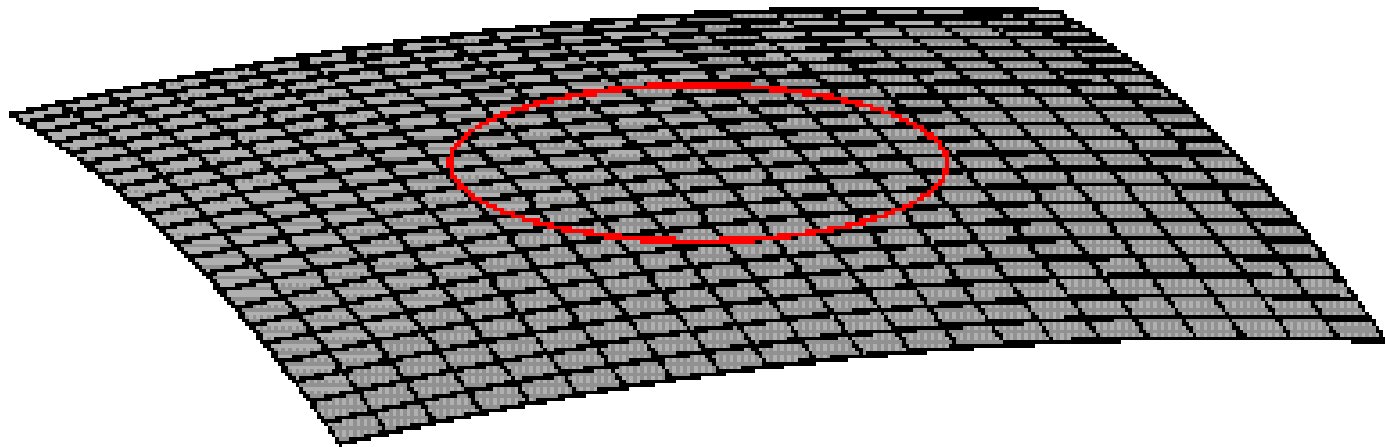
$\Omega_0 < 1$

(b)



$\Omega_0 = 1$

(c)



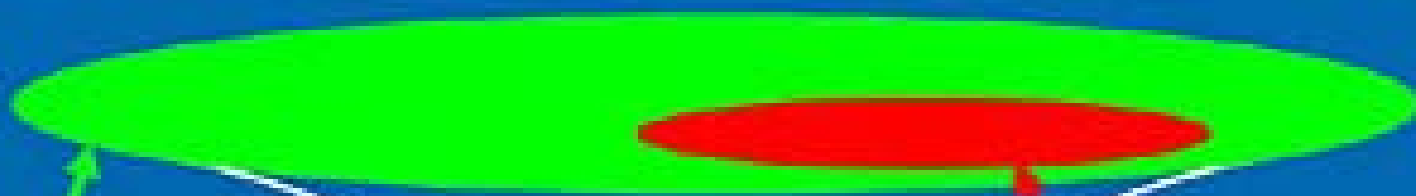
Space
created in
Big Bang

Our Universe

Time

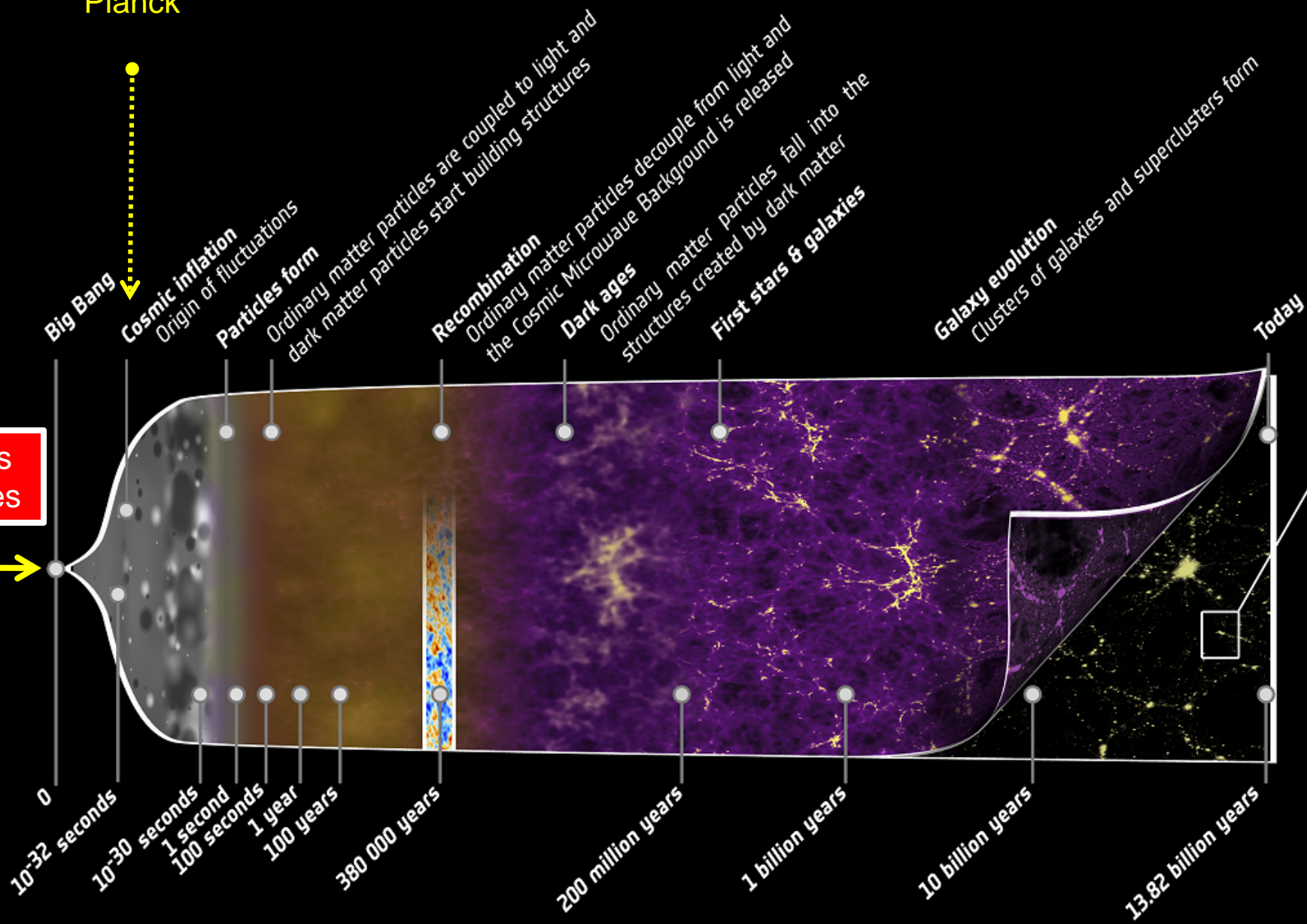
Space

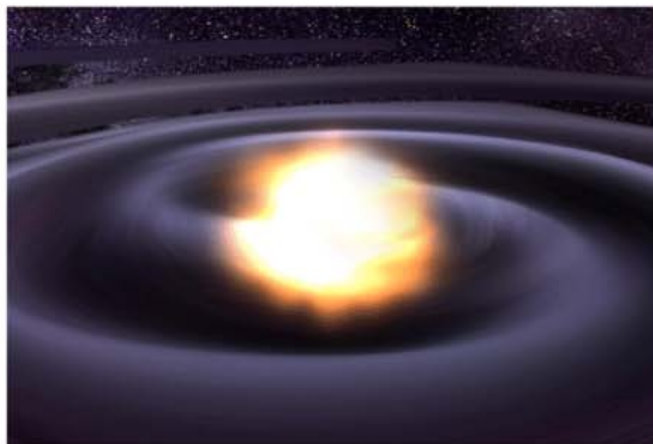
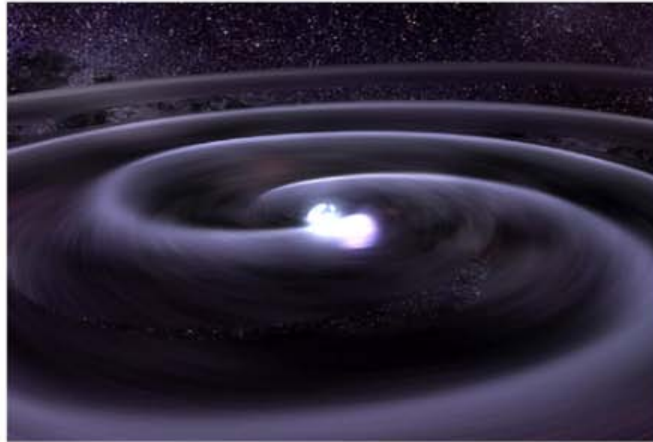
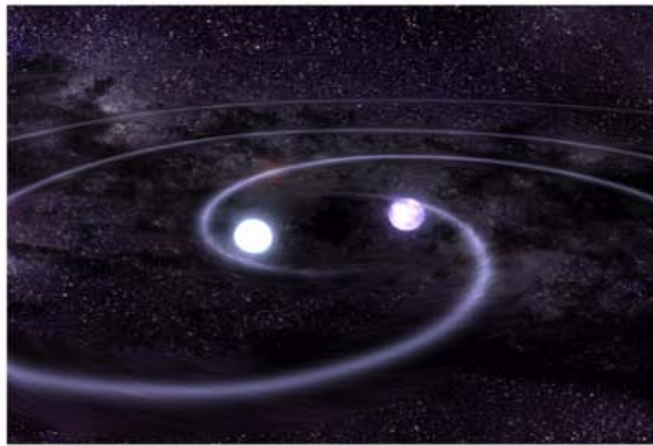
3000 years after the Big Bang



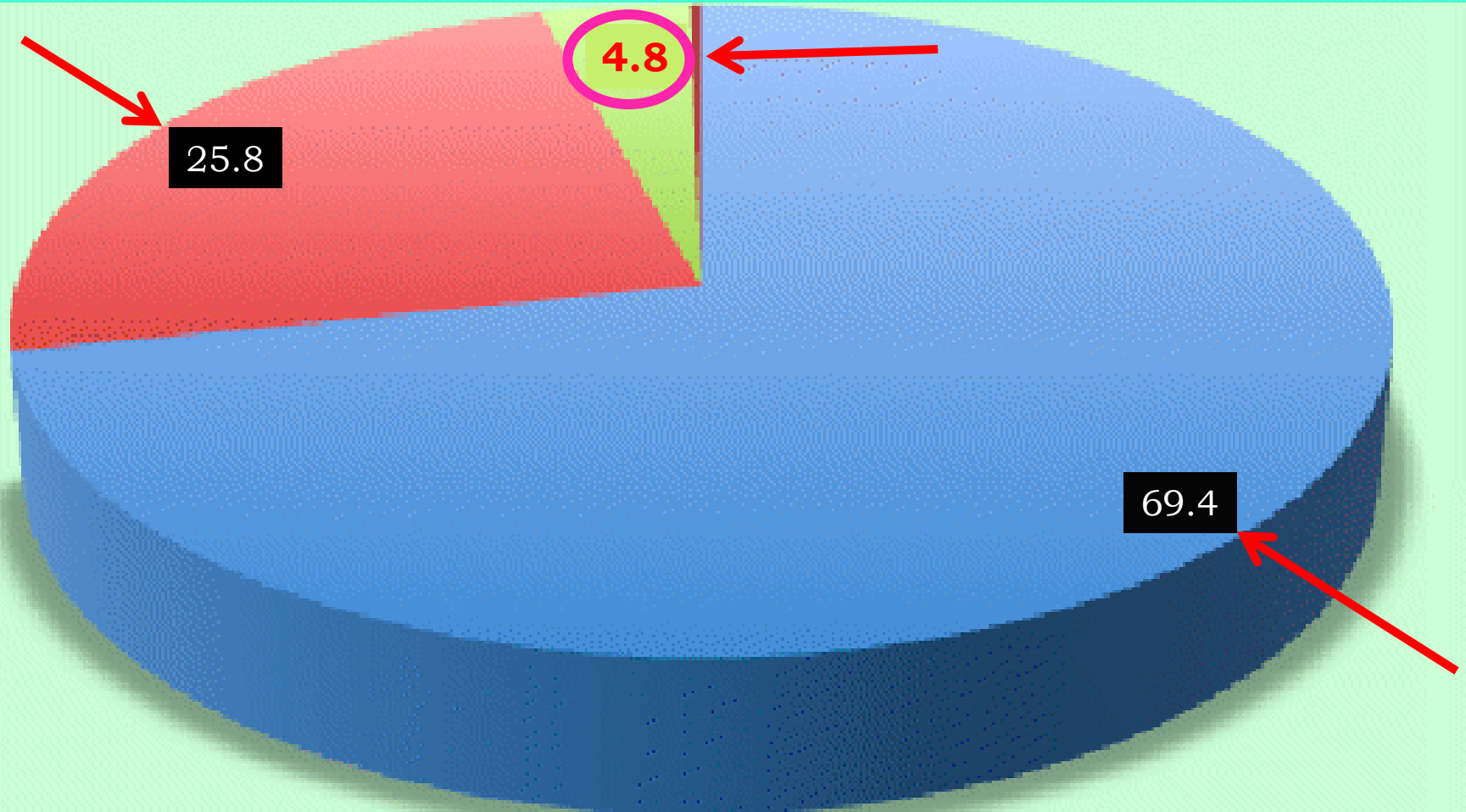
Planck

justes fausses





Contenu de l'univers données satellite Planck 2014



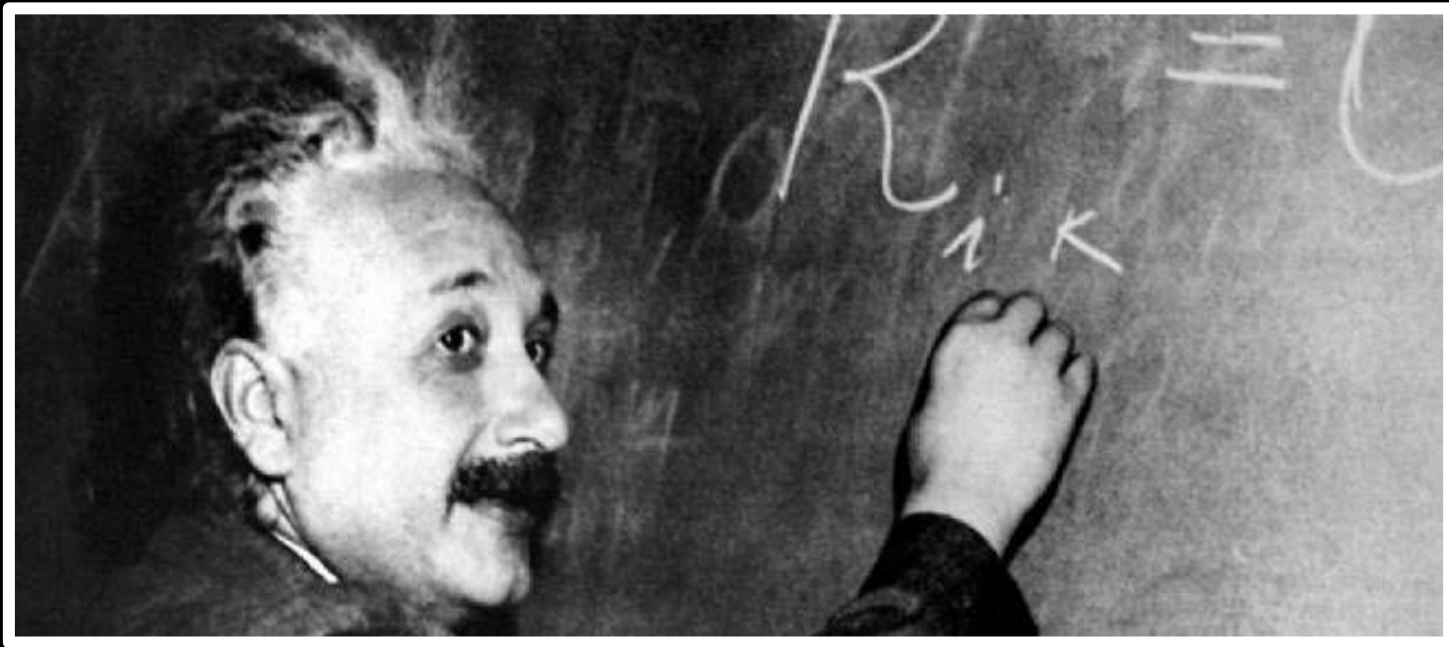
 Matière visible

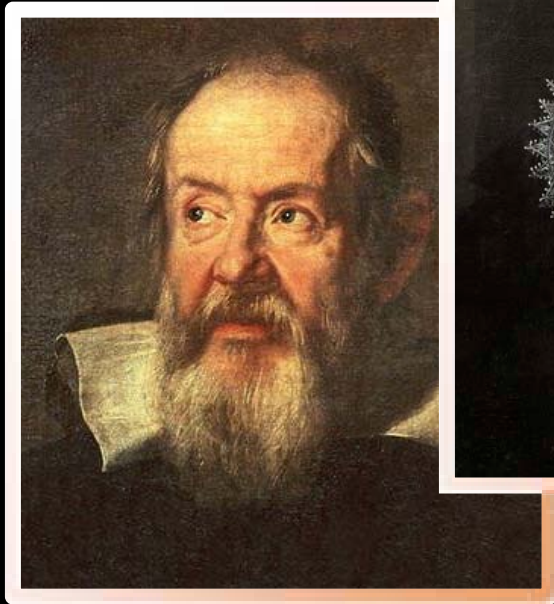
 Matière noire

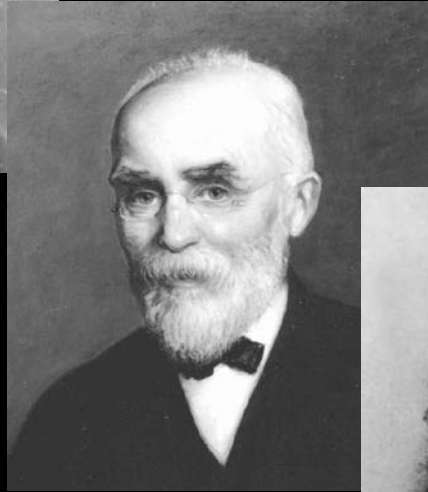
 Matière sombre

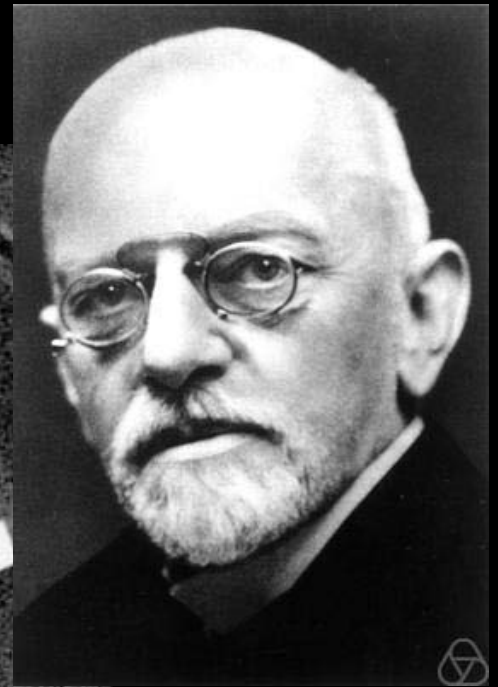
 Energie noire

« Nous sommes comme des nains juchés sur des épaules de géants,
de telle sorte que nous puissions voir plus de choses, de choses plus éloignées, que n'en voyaient ces derniers, Cela, non point parce que notre vue serait puissante ou notre taille avantageuse, mais parce que nous sommes portés et exhaussés par la haute stature de ces géants... »









« La Relativité Générale, une théorie longtemps incomprise »
Jean Eisenstaedt (CNRS, Observatoire de Paris) octobre 2015

« ... ces papiers me semblaient fascinants, mais difficiles et presque effrayants... »

Max Born prix Nobel de Physique 1954

« Tout est maintenant si bien ficelé, pourquoi vous inquiétez-vous de ces problèmes... je préfère vous mettre en garde en tant que vieil ami expérimenté. Pour commencer, vous n'y arriverez pas et même si vous y arrivez, personne ne vous croira ! »

Max Planck prix Nobel de physique 1918

« ... je ne doute pas vraiment de la justesse des conclusions d'Einstein et je considère qu'il s'agit d'un travail de grande qualité, mais j'ai un peu peur qu'il ait tendance à menacer beaucoup de scientifiques en les entraînant loin du champ de l'expérience vers celui des conceptions métaphysiques. Nous avons déjà plein de types de ce genre et nous ne voulons pas en avoir beaucoup plus si la Science doit aller de l'avant »

Ernest Rutherford prix Nobel de Chimie 1908

