

# Quelques grandes hypothèses

*de l'astronomie  
à  
l'astrophysique*

Jérôme Perez

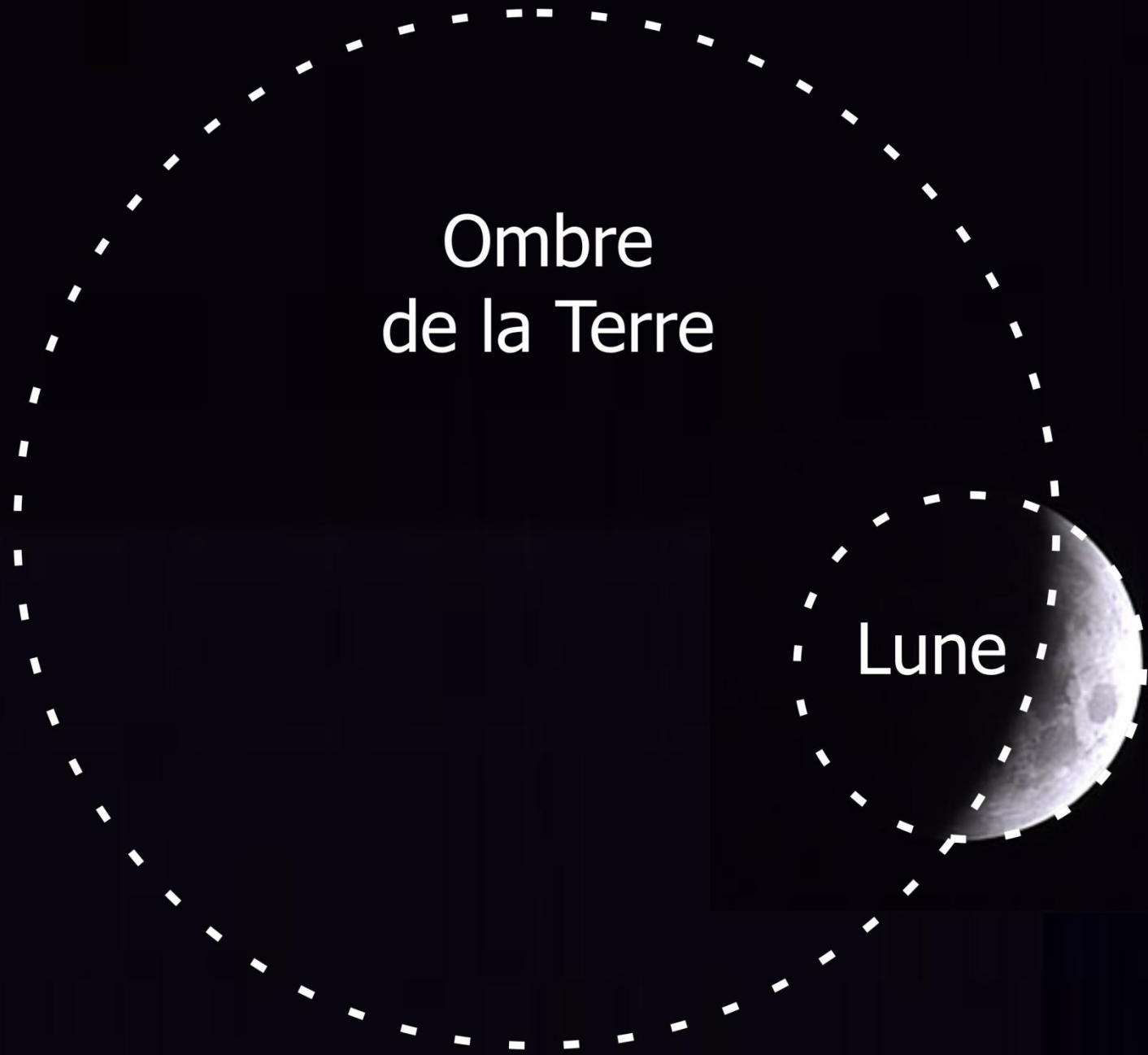


*23<sup>ème</sup> Festival  
International  
d'astronomie  
de Fleurance*

# ***La Terre et le Soleil***

# Les hypothèses



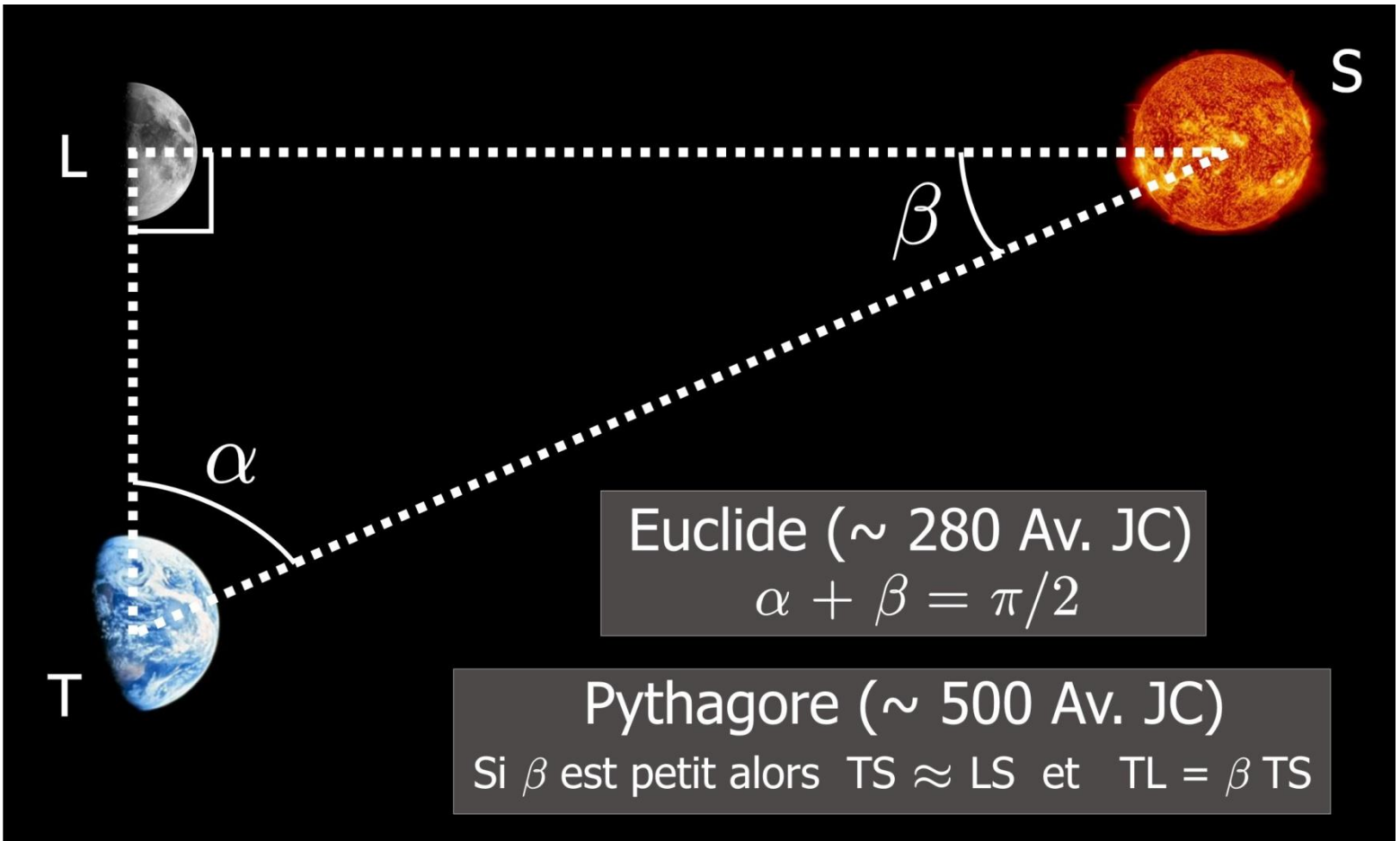


Ombre  
de la Terre

Lune

# *Aristarque de Samos* (env. 310 – 230 av. J.-C.)

## 1) La Terre est grosse comme 3 lunes

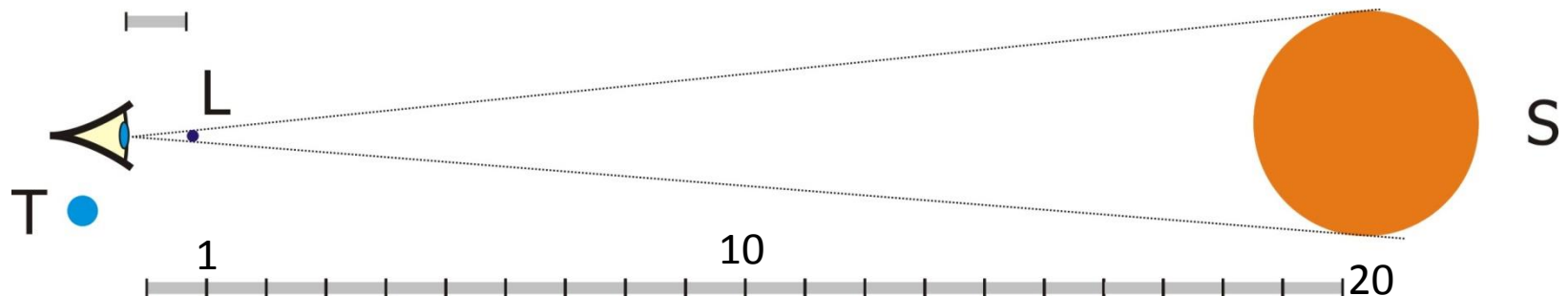


## Analyse d'un premier quartier

# *Aristarque de Samos* (env. 310 – 230 av. J.-C.)

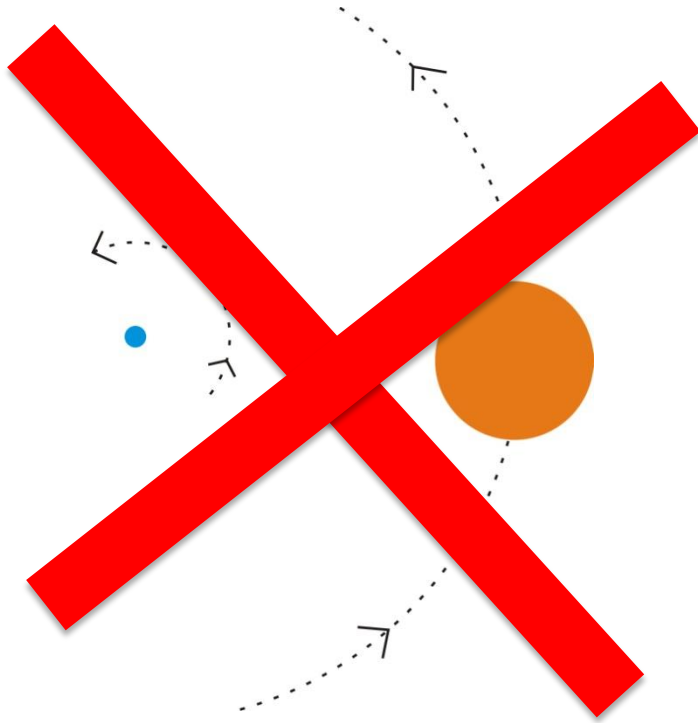
1) La Terre est grosse comme 3 lunes

2) Le Soleil est au moins 20 fois plus loin que la Lune



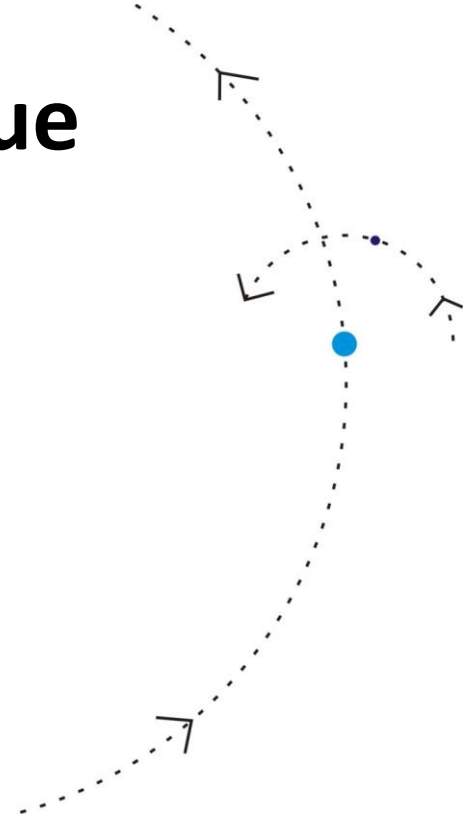
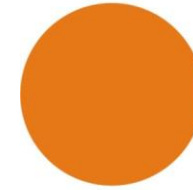
# *Aristarque de Samos* (env. 310 – 230 av. J.-C.)

γιατί η δάδα τρέχει γύρω από τη μύγα <sup>(1)</sup>

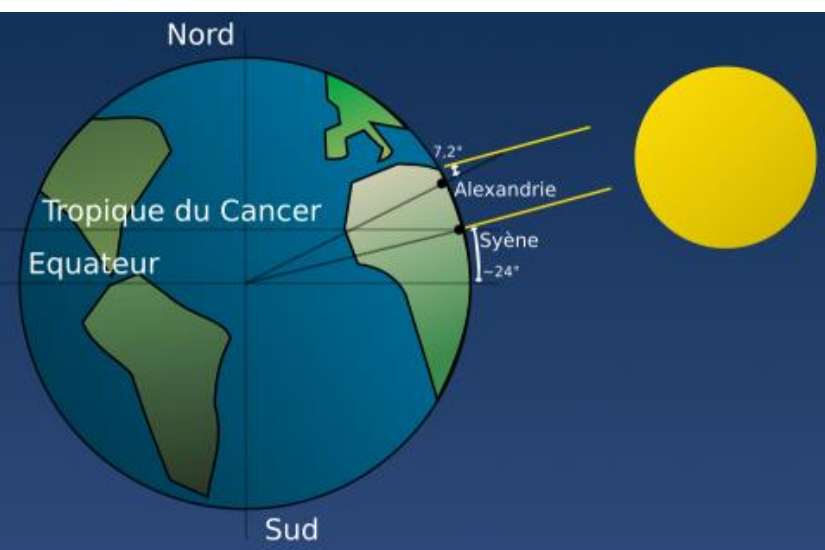


**Illogique**

**Logique**



(1) Pourquoi faire tourner la torche autour de la mouche ?



## Ératosthène de Cyrène (276 – 194 av. J.-C.)

Il mesure  $\alpha = 1/50^{\text{ème}}$  de cercle

Il détermine la distance entre les deux villes

$d = 5000$  stades (routiers)

Il en déduit la circonférence de la Terre

$C = 250\,000$  stades

**Grec (Alexandrie) : 157,5 m**

**Attique : 184 m**

**Olympie : 192 m**

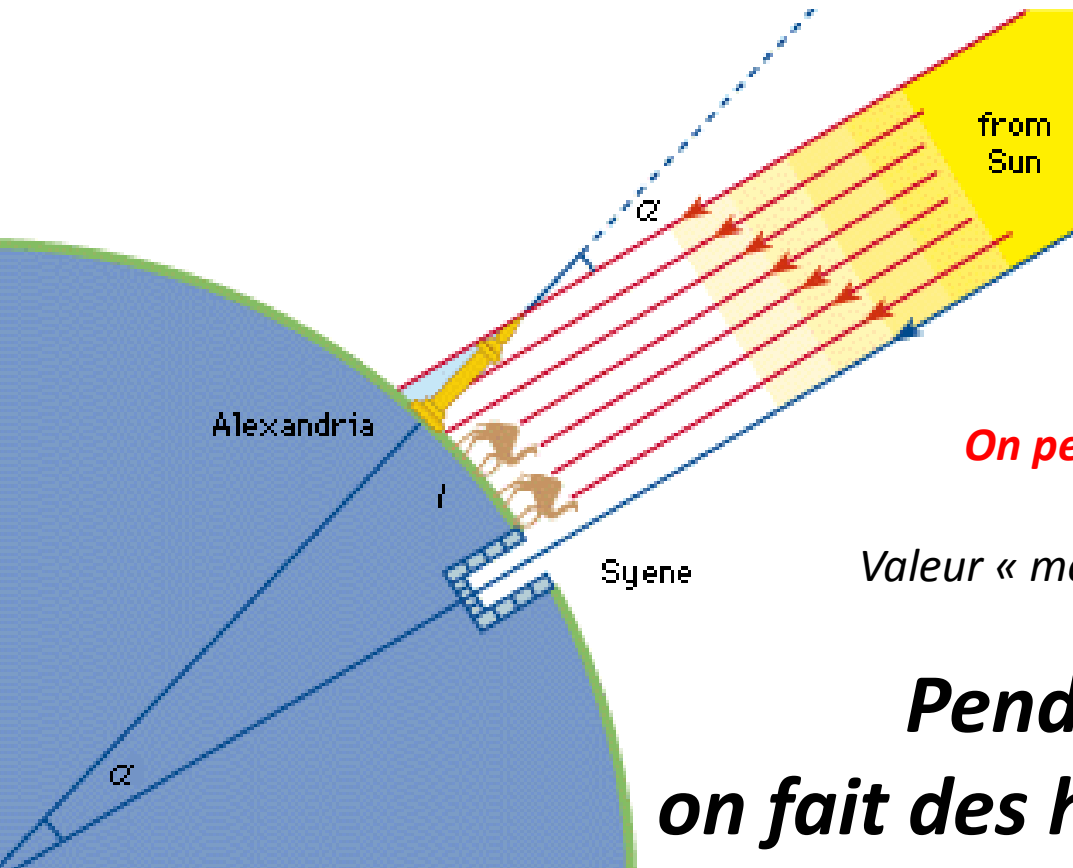
**Romain : 185,25 m**

**Marseillais : 333 m**

**On peut estimer qu'il trouve  $C = 39\,400$  km**

Valeur « moderne » :  $C_{eq} = 40\,075$  km  
 $C_{pol} = 40\,007$  km

**Pendant ce temps là,  
on fait des hypothèses sur la Terre !**





# **Pendant 17 siècles, on retiendra d'autres hypothèses ...**

## **Une terre souvent plus petite...**

- **Posidonius**, 180 000 stades (différence de hauteur de Canopus entre Rhodes et Alexandrie)
- **Cosma Indicopleuste** (5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> siècle) – la topographie chrétienne  
« la terre est plate et enfermée dans un tabernacle »
- **Pierre Dailly** - Immago mundi, 1410  
Circonférence de 10 200 lieues,  
Ecart entre l'Espagne et la chine 225° au lieu de 130°  
Inspirateur du voyage de Colomb

## **Un système géocentré**

- L'hypothèse d'Aristarque implique une parallaxe inobservée.
- Parce que c'est écrit dans l'ancien testament
- C'est ce que l'on croit voir...

[10:12](#) Alors Josué parla à l'Éternel, le jour où l'Éternel livra les Amoréens aux enfants d'Israël, et il dit en présence d'Israël:  
Soleil, arrête-toi sur Gabaon,  
Et toi, lune, sur la vallée d'Ajalon!  
[10:13](#) Et le soleil s'arrêta, et la lune suspendit sa course, Jusqu'à ce que la nation eût tiré vengeance de ses ennemis. Cela n'est-il pas écrit dans le livre du Juste?  
Le soleil s'arrêta au milieu du ciel,  
Et ne se hâta point de se coucher, presque tout un jour.

**Source : European barometer- Science & technology report 2005**

1500 personnes dans chacun des 25 pays de l'UE (+5+3) par un sondeur à domicile

Réponses correctes 66% (F=69%), fausses 21% (F=18%), NSP 13% (F=13%)

2/3 des européens = moins de 10 bonnes réponses

**Ou en est-on au  
21<sup>ème</sup> siècle ?**

Question posée	Vrai	Faux	NSP
Le soleil tourne autour de la terre	<input type="checkbox"/>		
Le centre de la terre est très chaud			
L'oxygène que nous respirons est produit par les plantes			
Du lait radioactif peut être rendu buvable en le faisant bouillir			
Les électrons sont plus petits que les atomes			
Les continents sur lesquels nous vivons se déplacent depuis des millions d'années et vont continuer à se déplacer			
Ce sont uniquement les gènes de la mère qui décident si l'enfant sera un garçon ou une fille			
Les premiers humains ont été contemporains des dinosaures			
Les antibiotiques tuent les microbes et les virus			
Les lasers fonctionnent en concentrant des ondes sonores			
Toute la radioactivité est produite par l'homme			
L'humanité telle que nous la connaissons actuellement s'est développée à partir d'autres espèces animales primitives		<input type="checkbox"/>	
La terre parcourt son orbite en un mois			

***De la cause des mouvements  
astronomiques***

# Hypothèses d'Aristote



Pendant 18 siècles

Avant Newton,  
le mouvement est « naturel » ou causé

Air



Chaud

Humide

Sec

Froid



Feu



Eau (≈)



Terre

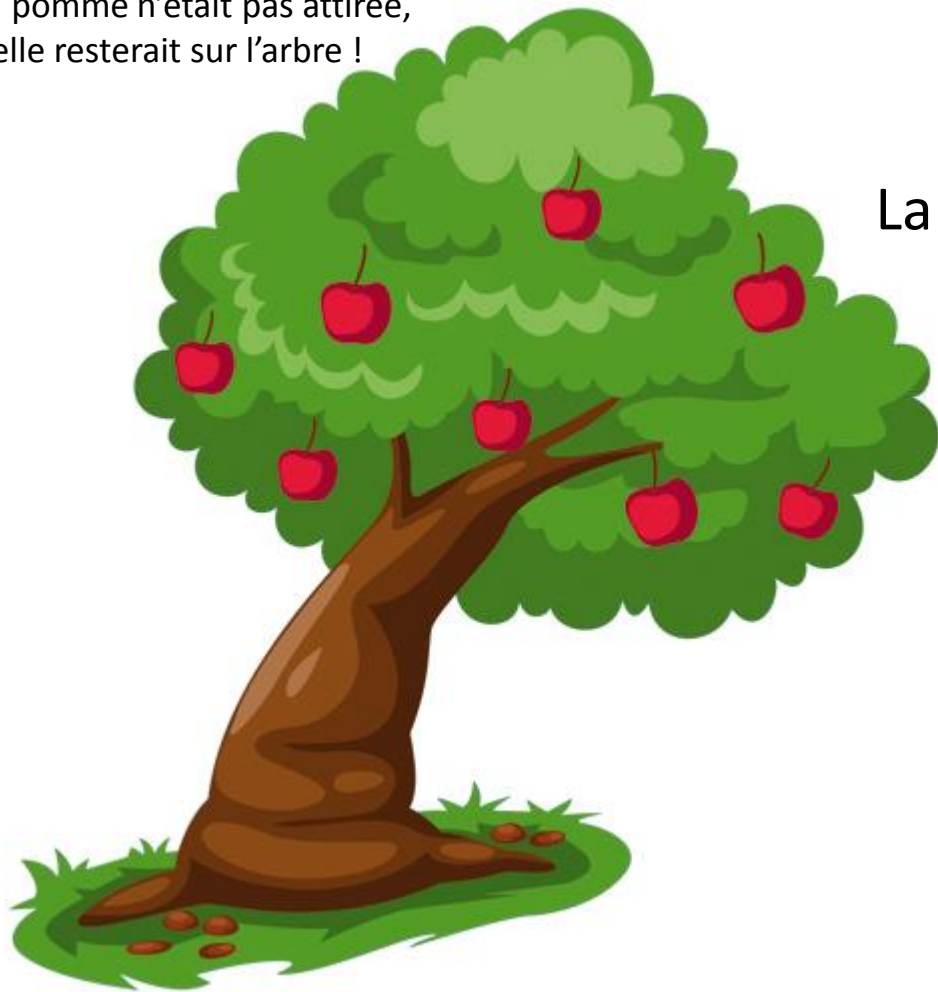
**Sub-lunaire**

Retour à la sphère naturelle

**Cosmique**

naturel

Si la pomme n'était pas attirée,  
elle resterait sur l'arbre !



## Conclusion de Newton

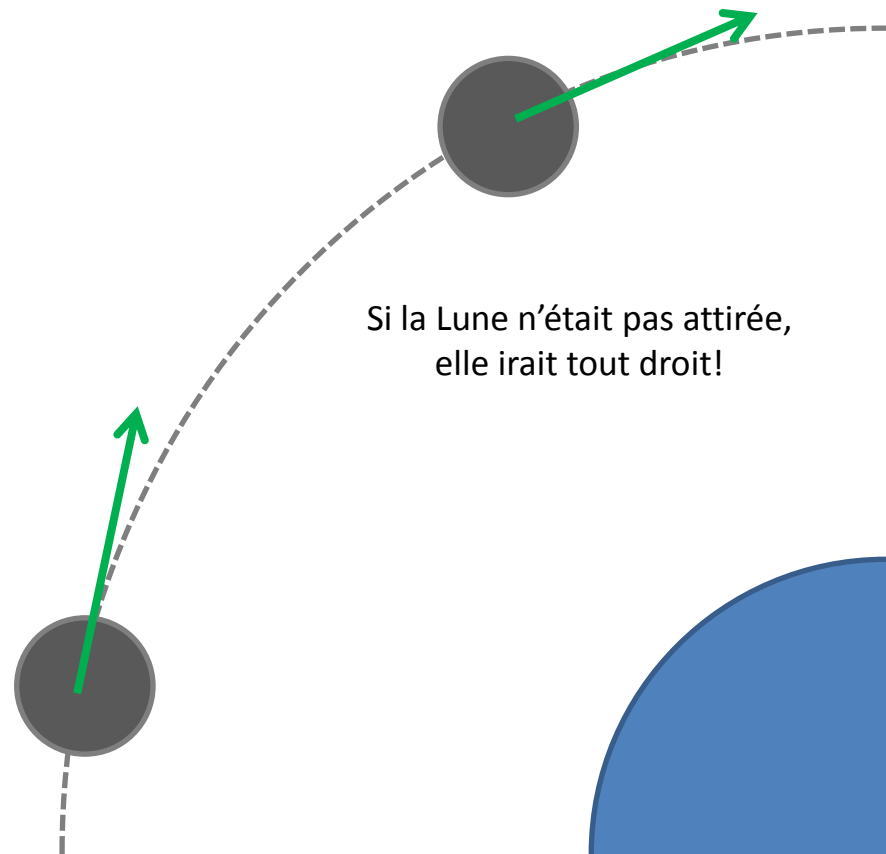
après analyse des temps de chute

La gravitation est inversement  
proportionnelle au carré de  
la distance

## Hypothèse

Newton, 1666

La variation de la vitesse  
est due à une force



Si la Lune n'était pas attirée,  
elle irait tout droit!

**Newton**



**Clémentine**



**Terre**



**Louis XV**

**Descartes**



**Citron**

***Tester l'hypothèse par sa conclusion !***

# Mesure d'un degré de méridien au sol !

L'expédition en Laponie  
Juin 1736 - Août 1737



Maupertuis



Clairaut

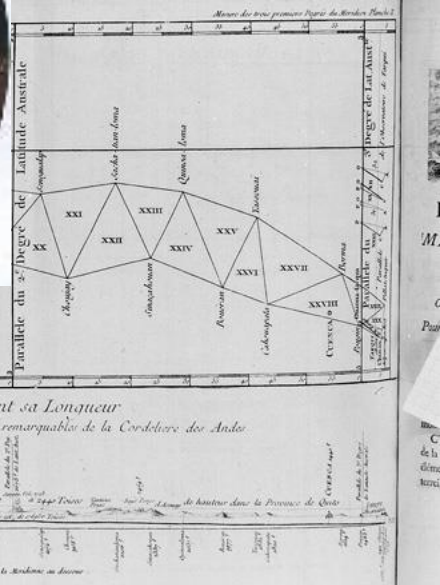


Camus

L'expédition au Pérou (1736-1748)

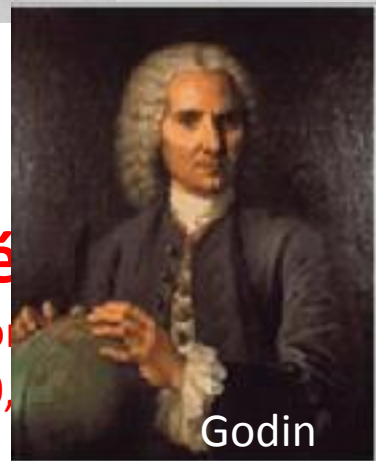


Le monier



1degré = 57 437 toises

**Victoire de la clé**  
(écart entre les rayons  
et équatoriaux 0,



Godin



Bouguer



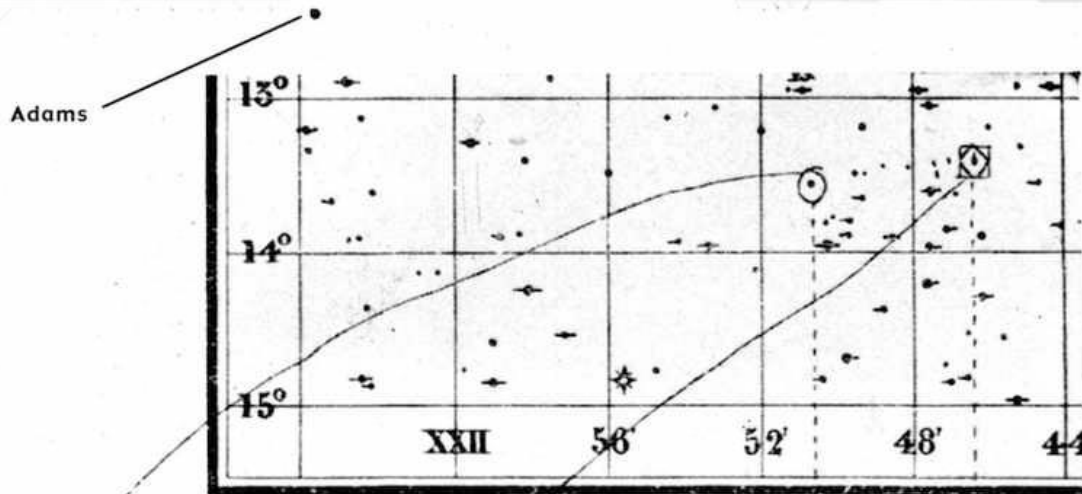
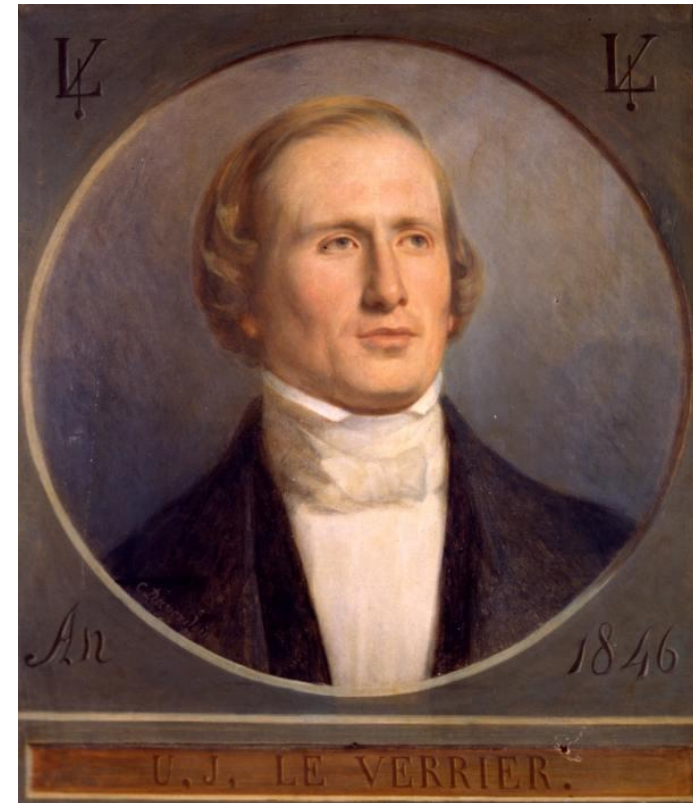
La Condamine



Herschel découvre Uranus  
... par hasard en 1781



L'orbite calculée par Gauss en 1801  
pose un problème !



*Neptun beobachtet*  
*„ berechnet*

(Neptune observé)

(Neptune calculé)

« agissant d'une manière continue sur Uranus,  
c'est ce que nous connaissons de la constitution de  
l'anneau, encore ignorée ».

*Journal de l'Académie des Sciences*, T. 12, 1846, p. 914





SÉNAT.

AU NOM

de l'Empereur des Français.

N° 216

Vous, Sénateur Grand-Referendaire du  
Sénat, priens les Officiers Civils et Militaires chargés de  
maintenir l'ordre public dans l'Antenne de la Tour et sans  
toucher les bords avec un allus de l'empire, traverser de l'écarter  
blancs par un allus de l'empire. Le Directeur, Sénateur  
Directeur de l'Observatoire Impérial de Paris  
y sera reconnu.

Voyageant avec sa suite.

Le rendant en Espagne

et de lui donner aide et protection en cas de besoin

En présence de l'Empereur à Paris le 18 Juillet 1860

Le Grand-Referendaire

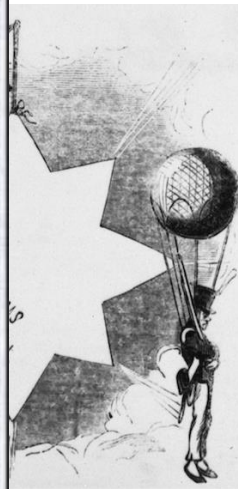
Colin de Serres

Avec le Grand-Referendaire

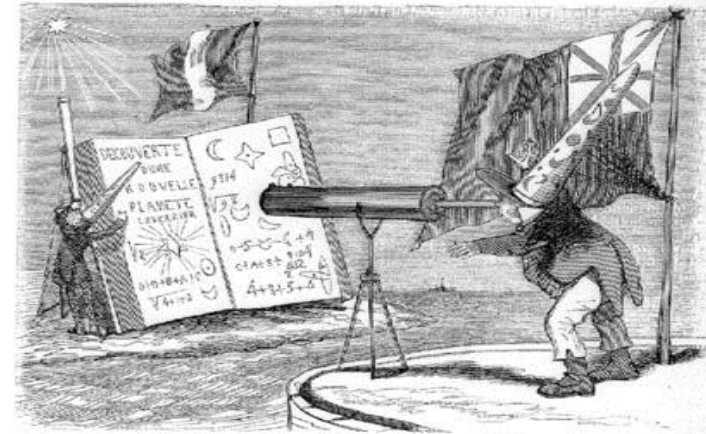
Le Chef de Cabinet

Emil Buisson

M. Leverrier



vision de la nouvelle planète



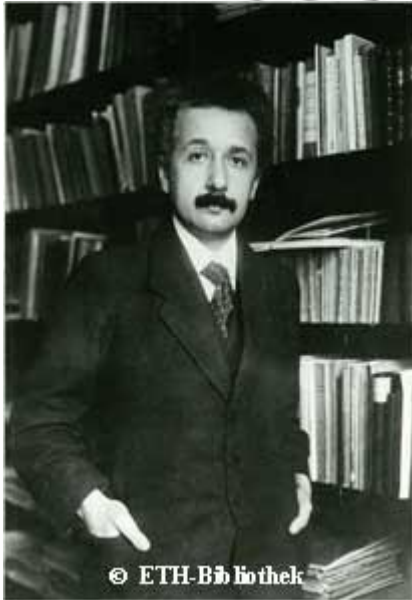
M. Adams découvrant la planète dans le rapport de M. Leverrier

## L'anomalie de Mercure L'hypothèse Vulcain

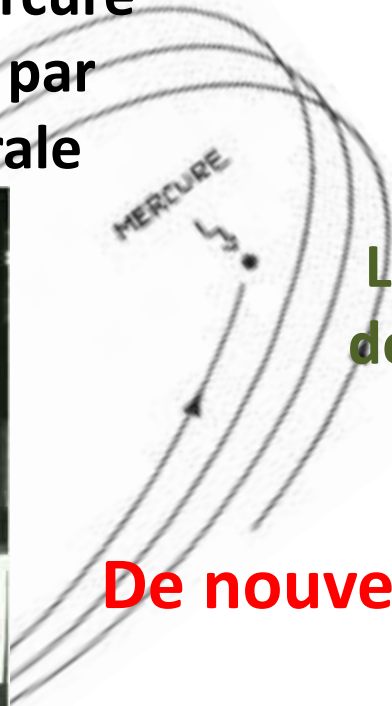
Le 18 juillet 1860 Leverrier se rend en Espagne pour observer une éclipse totale de Soleil, accompagné de Léon Foucault, muni d'un sauf-conduit et d'une quantité considérable de matériel.

Il n'observe rien mis à part l'éclipse !

Le problème de Mercure  
est résolu en 1915 par  
la relativité générale

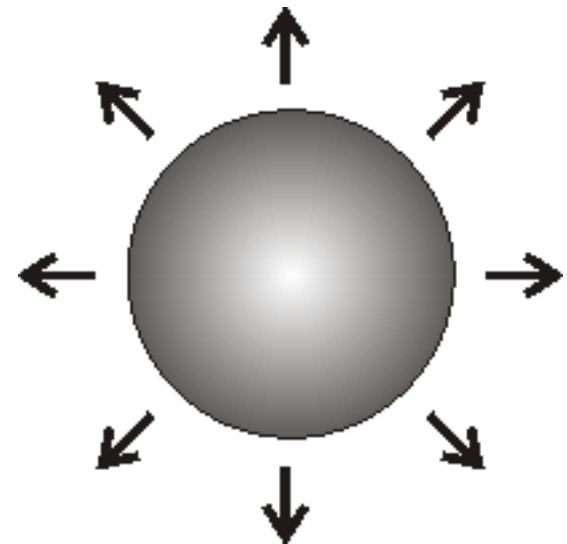
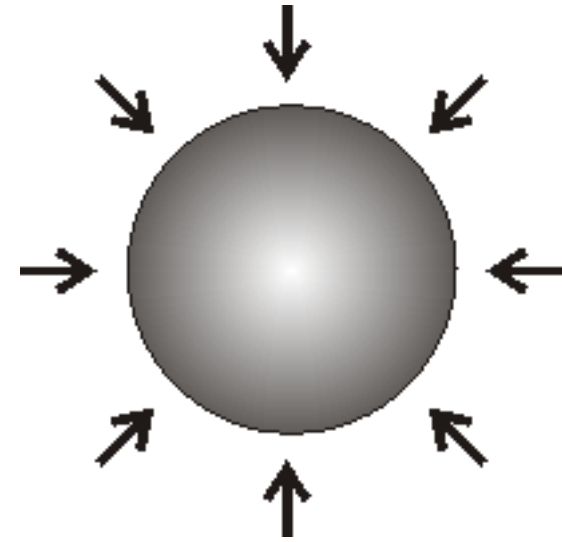


A. Einstein, 1916



La possibilité  
des trous noirs

De nouvelles hypothèses ...



Masse-Energie



Propriétés Espacetemps

L'expansion  
de l'Univers

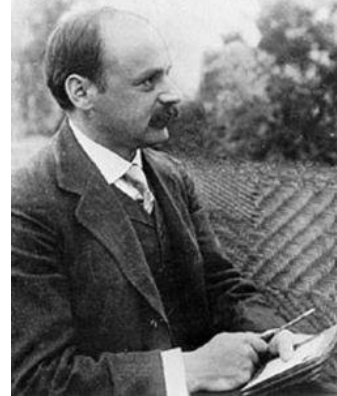
# La possibilité des trous noirs

**Incredible !**

18 Novembre 1915 : A. Einstein  
13 Janvier 1916 : K. Schwarzschild

**il meurt 158 jours plus tard...**

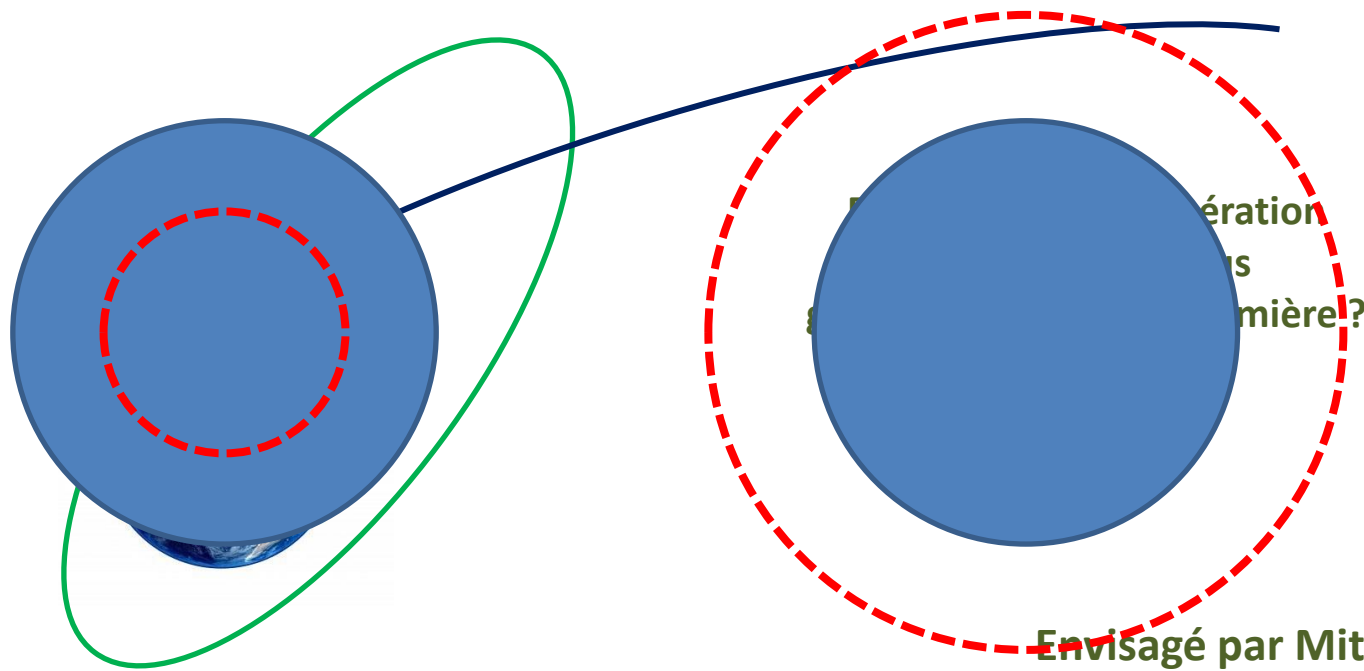
Solution pour une sphère de masse M  
et de rayon R entourée de vide



Cet espace possède une sphère magique de rayon  $R_s$  indépendant de R

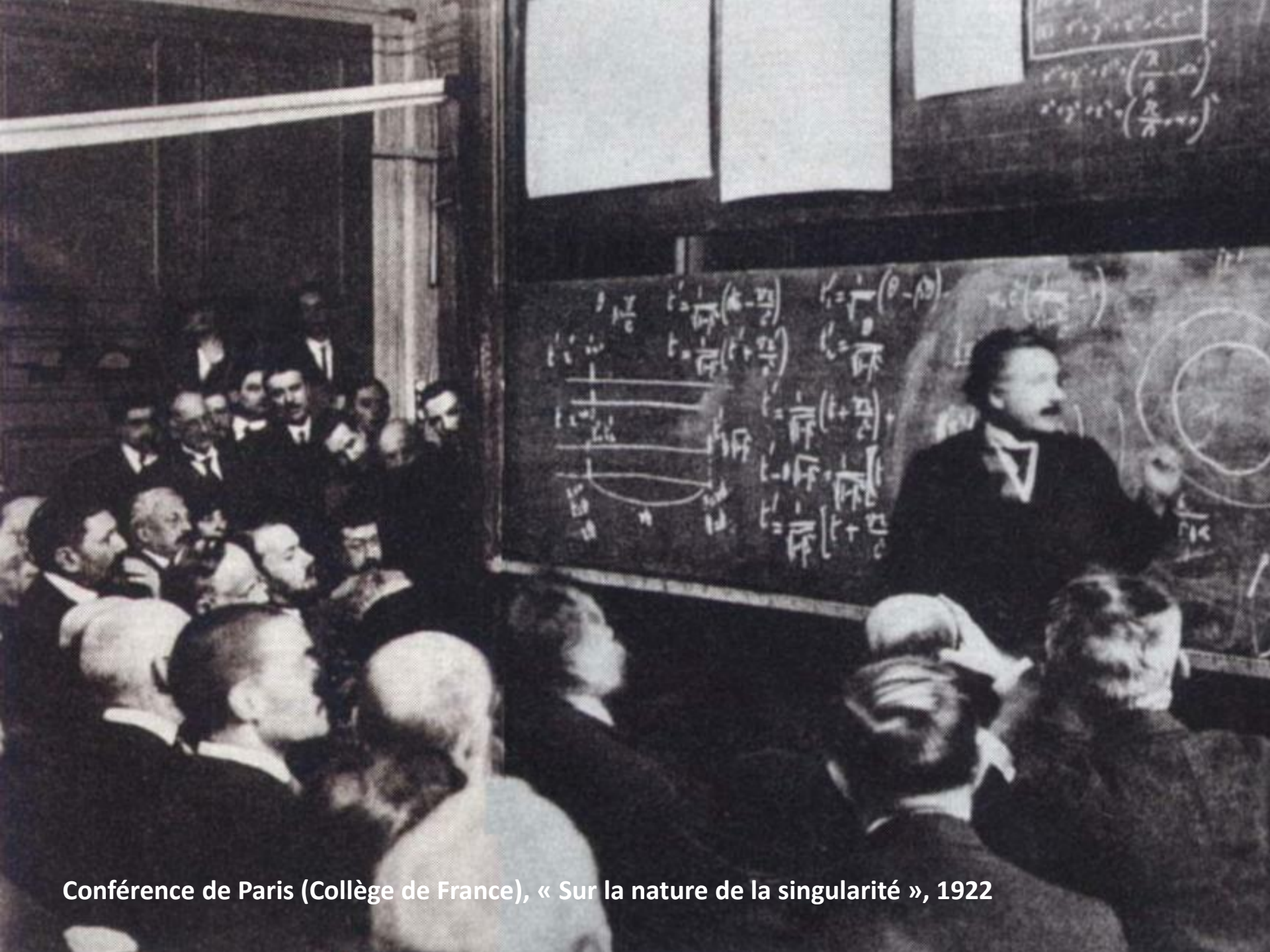
**Pas de problème !**

**Gros problème !!!**



Envisagé par Mitchell (1783)  
puis Laplace (1796)

génération  
is  
mière?



Conférence de Paris (Collège de France), « Sur la nature de la singularité », 1922

# Hypothèse quantique classique

*Le volume d'une étoile multiplié  
par sa masse est une constante !*

→ Plus de problème avec la singularité !

**L'hypothèse classique est fausse !**

**Il existe (au moins) 2 façons  
de « mourir »  
pour les étoiles**



Sir Ralph Howard Fowler



Sir Arthur Stanley Eddington

**1937**  
**Hypothèse du**  
**cœur de neutrons**



Lev Davidovitch  
**LANDAU**



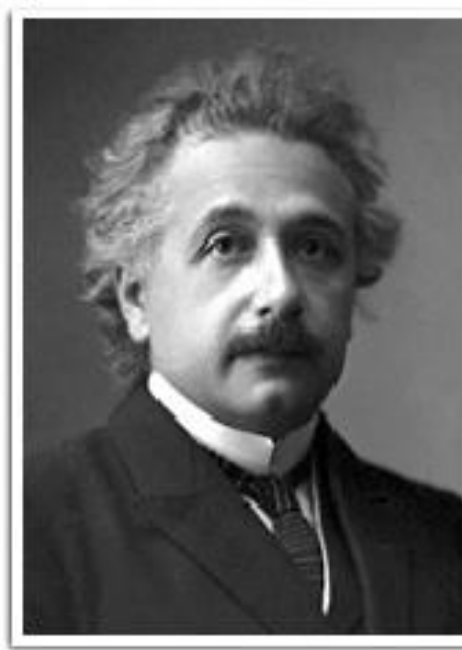
Subrahmanyan Chandrasekhar

Bombay, 22 juillet 1930  
Londres, 19 Aout

**Oppenheimer & Snyder**  
**1939**  
**Rien n'empêche le trou noir**

# L'expansion de l'Univers

## Hypothèse



Dès 1917, Albert Einstein applique  
sa théorie à l'Univers  
Naissance de la cosmologie

**L'univers qu'elle décrit  
est dynamique**

Il introduit une constante cosmologique  
Univers **statique**, sphérique et instable !

1922  
1924



**Alexandre Friedmann**

**Propose une hypothèse  
alternative : l'expansion**

Violente controverse avec Einstein,  
mais il meurt en septembre 25...

1925

En utilisant quelques « céphéïdes », Edwin Hubble détermine la distance de quelques « nébuleuses ».

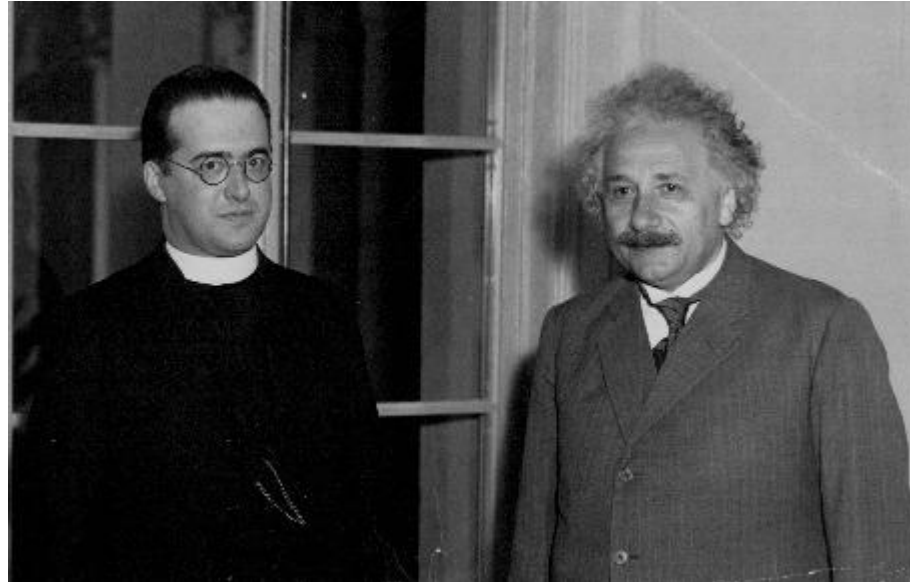


## Les premières observations cosmologiques

Vesto Slipher mesure un **décalage** systématique



## L'hypothèse de Georges Lemaître



1927

Il combine observations et théorie : l'atome primitif  
Il utilise  $\Lambda$  pour vieillir un peu l'univers...

# 1929 La loi de Hubble

Einstein reconnaît  
son « erreur » !

~~Hypothèse~~

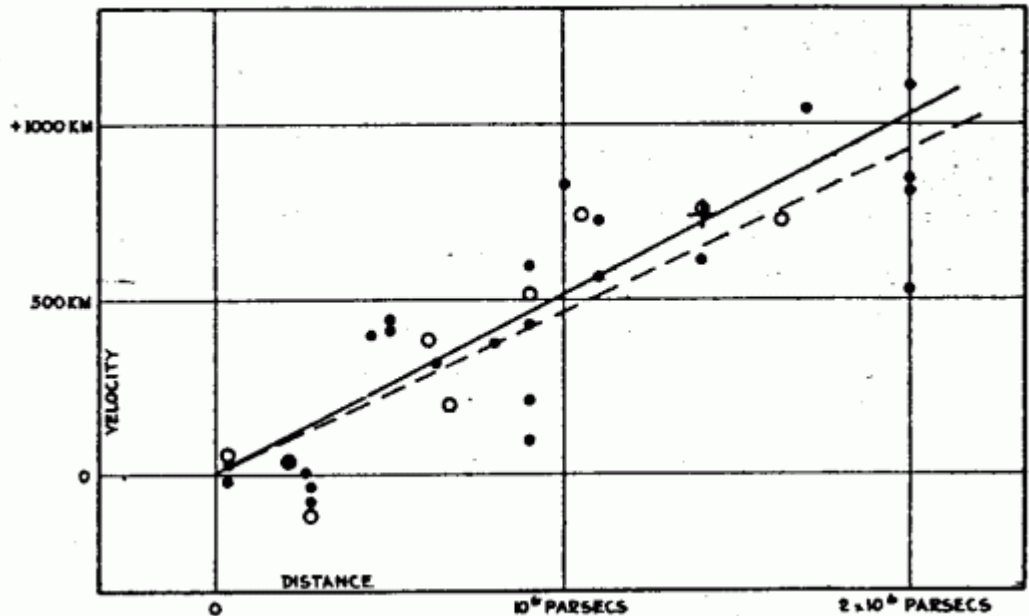
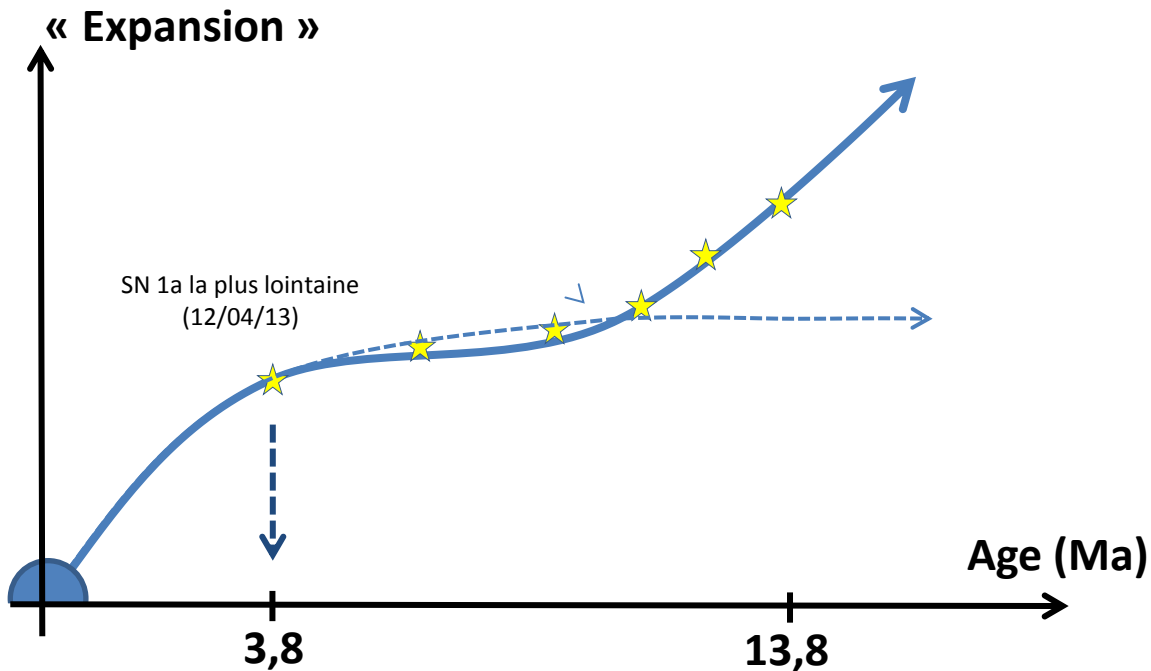


FIGURE 1



Depuis 1998,

Saul Perlmutter  
Brian P. Schmidt  
Adam Riess

Prix Nobel 2011





***« Douter de tout ou tout croire  
sont deux solutions également commodes,  
qui l'une et l'autre nous dispensent de réfléchir. »***

*Henri Poincaré, La science et l'hypothèse, 1902*