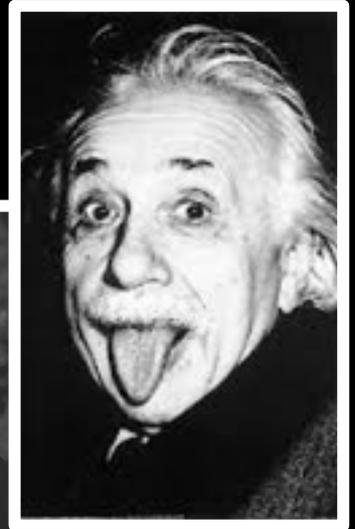
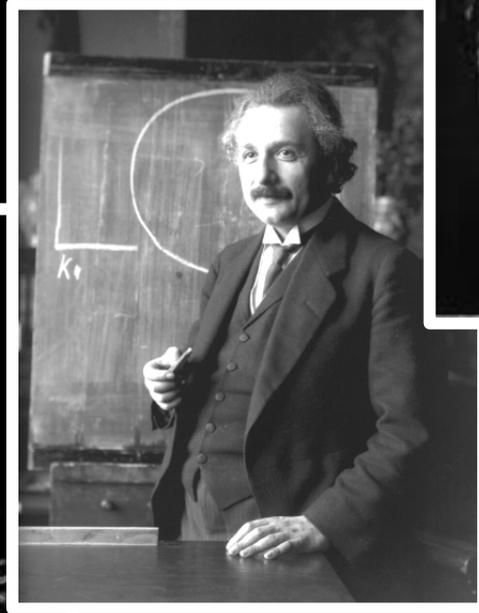


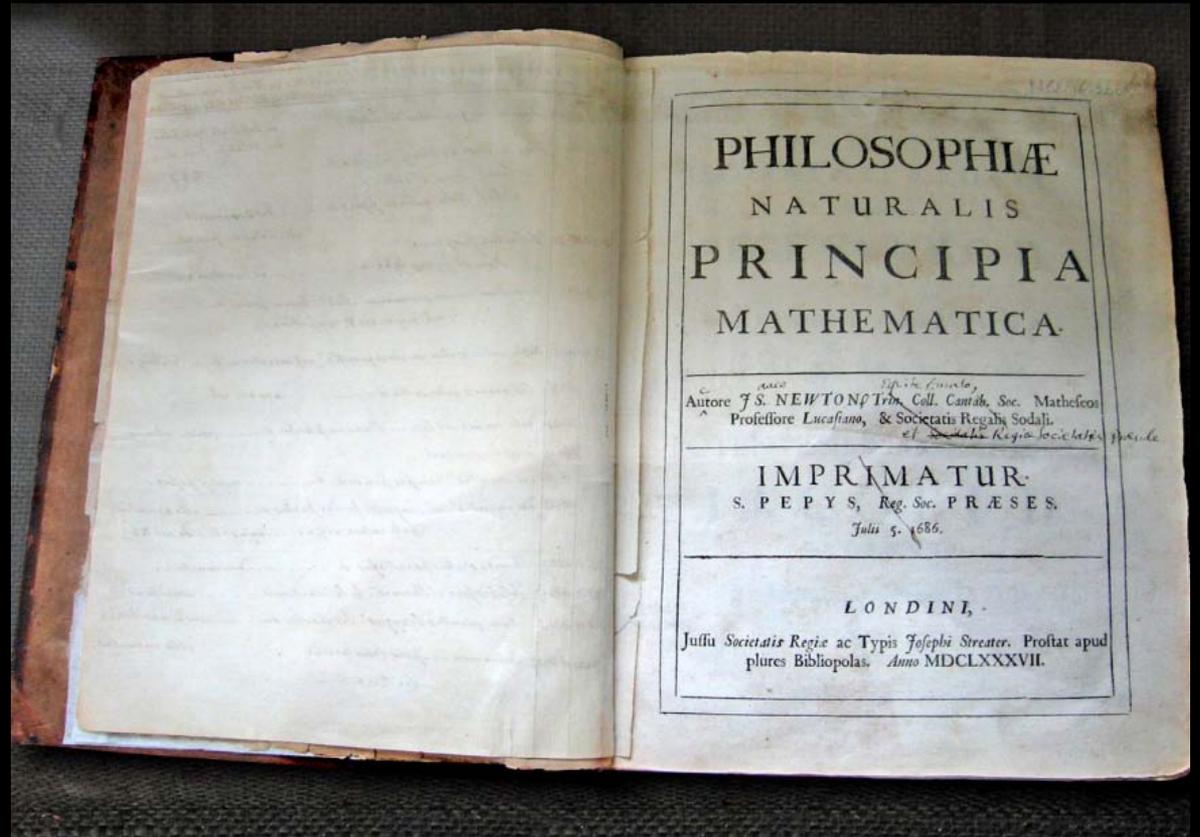
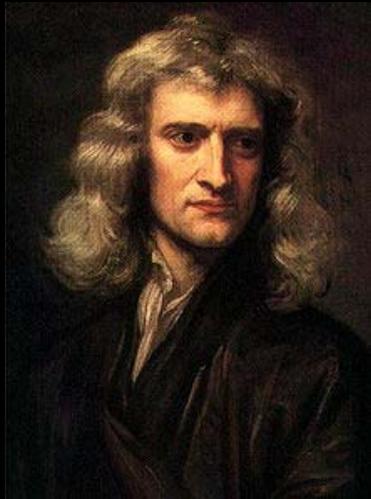


Un homme qui a marqué son siècle,





*« élaborer une nouvelle théorie de la gravitation »*



PHILOSOPHIÆ  
NATURALIS  
PRINCIPIA  
MATHEMATICA.

Autore <sup>1642</sup> J. S. NEWTONI <sup>1669</sup> Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos  
Professore Lucasiano, & Societatis Regiæ Sodali.

IMPRIMATUR.  
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.

Julii 5. 1686.

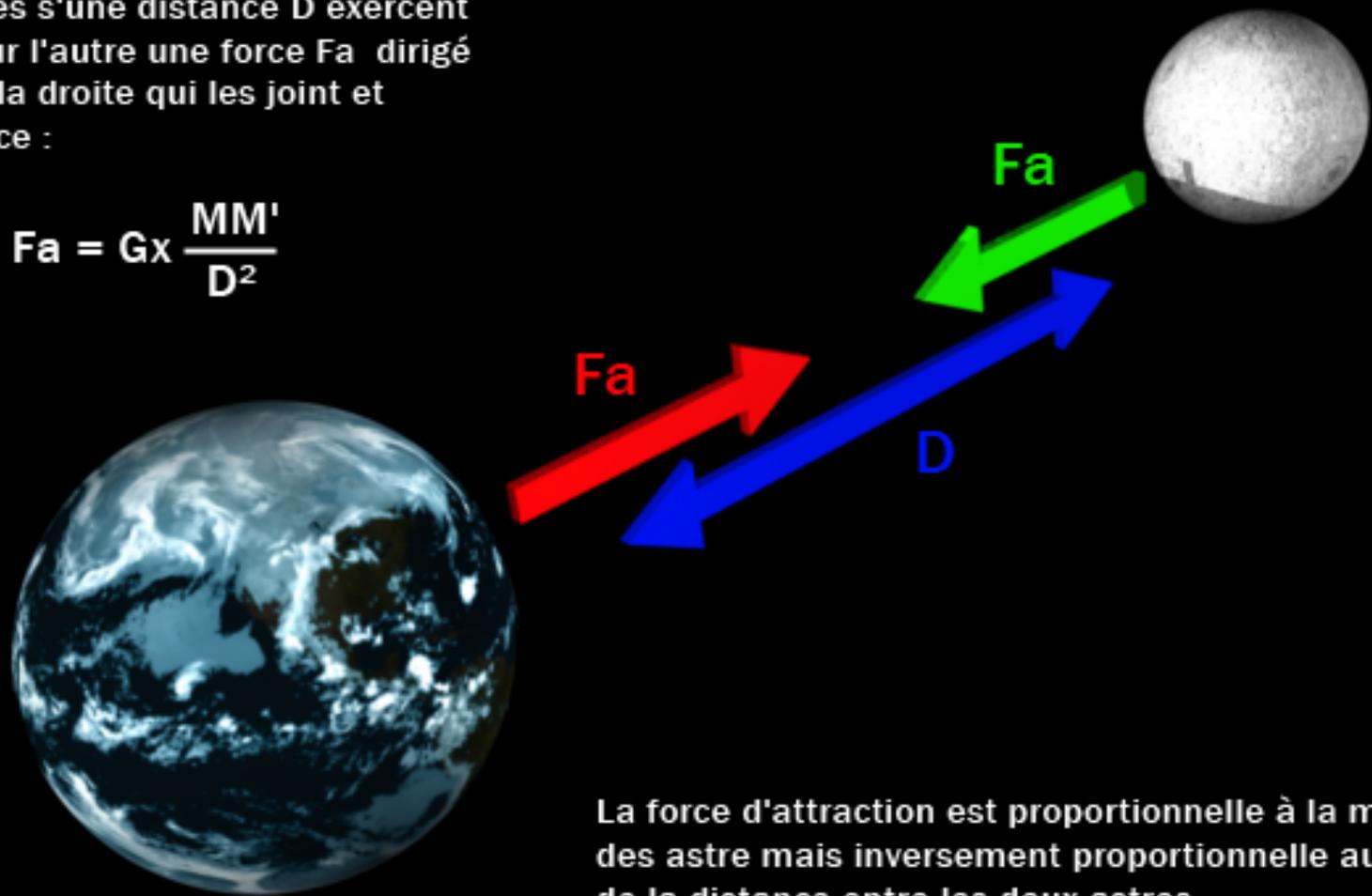
LONDINI,

Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud  
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

## La force d'attraction

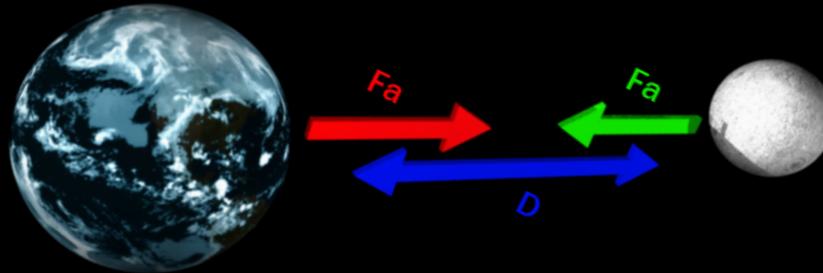
Deux astres de masses  $M$  et  $M'$ , séparés s'une distance  $D$  exercent l'un sur l'autre une force  $F_a$  dirigé selon la droite qui les joint et de force :

$$F_a = G \times \frac{MM'}{D^2}$$



La force d'attraction est proportionnelle à la masse des astres mais inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux astres.  
 $G$  est la constante d'attraction gravitationnelle.

## gravitation selon Newton



*force attractive qui s'exerce entre deux corps massifs  
agissant instantanément à distance...*

*La plus faible des quatre forces fondamentales,  
cumulative, elle ne peut être écrantée.*

$$F_g = G.m.M/R^2$$

$$G = 6.67259.10^{-11} m^3.kg^{-1}.s^{-2}$$



8 ans d'efforts, deux objectifs

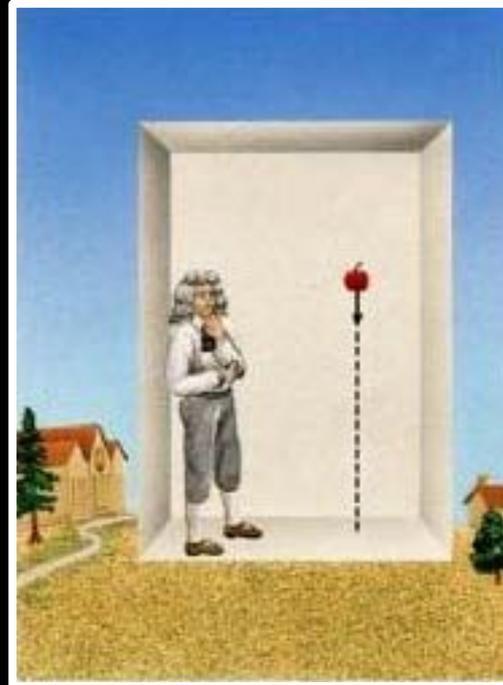
1. *Prouver que Newton a tort*
2. *élargir le concept de relativité, en faire une relativité générale dont la relativité restreinte ne serait qu'un élément, ce qui permettrait en appliquant d'autres transformations, de relier les mesures, d'interpréter les expériences quelque soit le type de référentiel y compris accélérés.*

*Einstein théorisait, construisait, s'exprimait dans sa tête dans un langage qui nous est étranger, à l'écoute de ce qu'il ressentait, de ses expériences de pensée.*

- *Universalité de la chute des corps*
  - *Équations de Newton*
- *Le mouvement d'un corps dans un champ de gravitation est indépendant de sa masse*

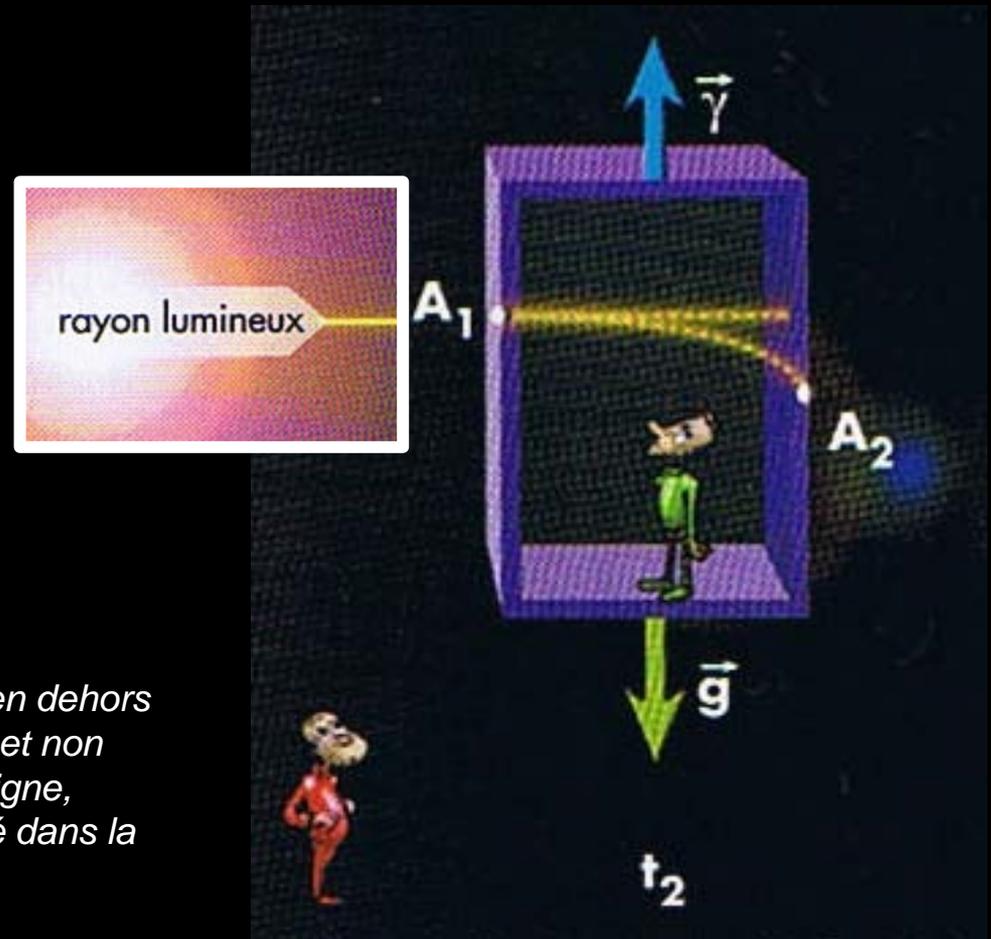


- *Universalité de la chute des corps*
- *Équations de Newton*
- *Principe d'équivalence*



- *Universalité de la chute des corps*
- *Équations de Newton*
- *Principe d'équivalence*
- *traversée d'un rayon lumineux*

*qu'un observateur extérieur en dehors de tout champ gravitationnel et non accéléré verra un trajet rectiligne, tandis que l'observateur situé dans la cage verra un trajet courbé*



*« ...un rayon de lumière, par rapport à un corps de référence galiléen  $K$  se propage en ligne droite avec la vitesse  $c$ . Mais par rapport à un corps de référence  $K'$  accéléré, la trajectoire du même rayon de lumière n'est plus une ligne droite ... il faut conclure que dans les champs de gravitation les rayons lumineux se propagent généralement en décrivant des trajectoires curvilignes.*

*Ce résultat est d'une grande importance... tout d'abord il peut être comparé avec la réalité. Bien qu'un examen détaillé nous montre que la courbure des rayons lumineux est extrêmement petite pour les champs de gravitation que l'expérience met à notre disposition, elle doit atteindre  $1,7''$  d'arc pour les rayons lumineux qui rasant le bord du soleil. C'est ainsi que les étoiles fixes qui sont placées près du soleil et que nous pouvons observer quand celui-ci subit une éclipse totale devront paraître éloignées de lui de la distance indiquée plus haut par rapport à la position qu'elles occupent dans le ciel quand le soleil se trouve dans un autre endroit de l'espace céleste.*

*L'examen de l'exactitude ou de la non exactitude de cette conséquence est une tâche de la plus haute importance dont il est à espérer que les astronomes nous fourniront prochainement la solution »*

- *Universalité de la chute des corps*
- *Équations de Newton*
- *Principe d'équivalence*
- *Courbure des rayons lumineux*
- *Métrie des corps en rotation*



# *géométriser la gravitation*

*trouver des lois de transformation intégrant  
tous les types de référentiels*

*réunir ces objectifs en une seule théorie,  
la théorie de la relativité générale.*

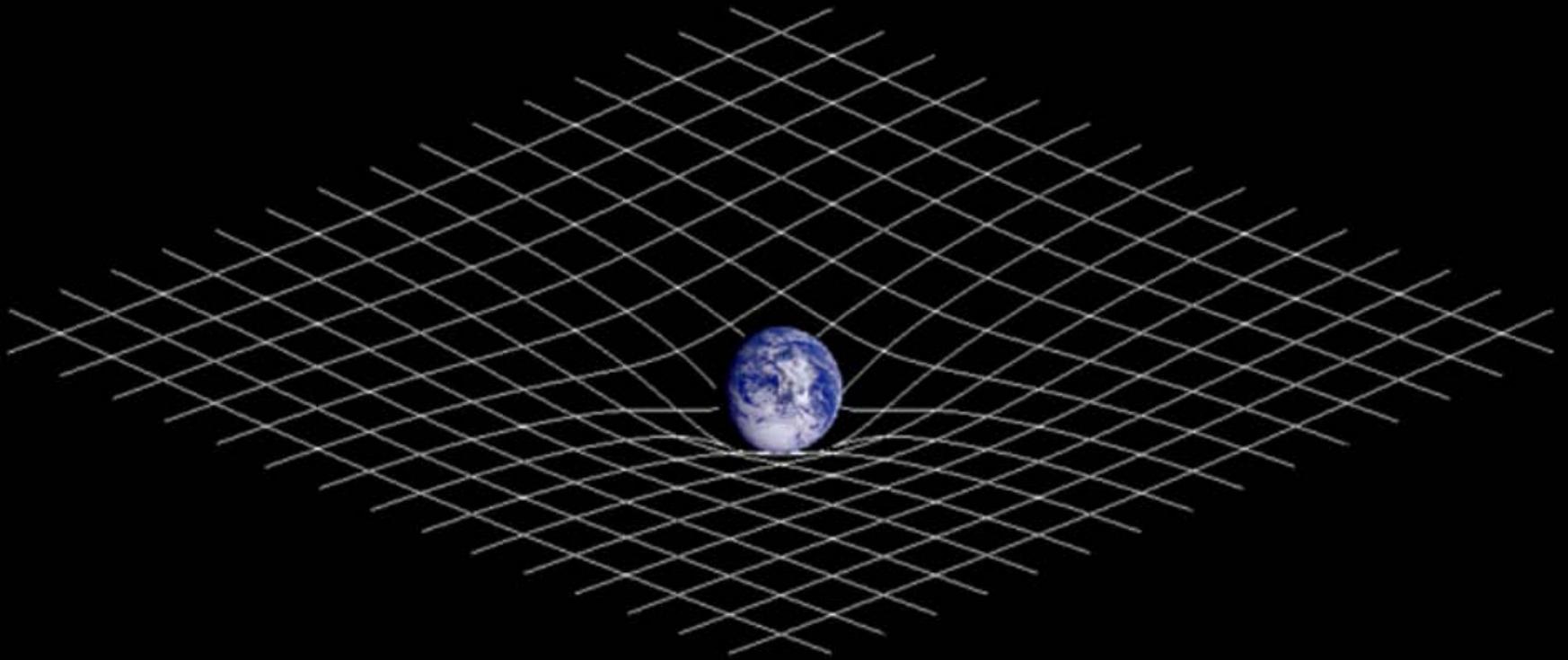
1907 -----> 1915



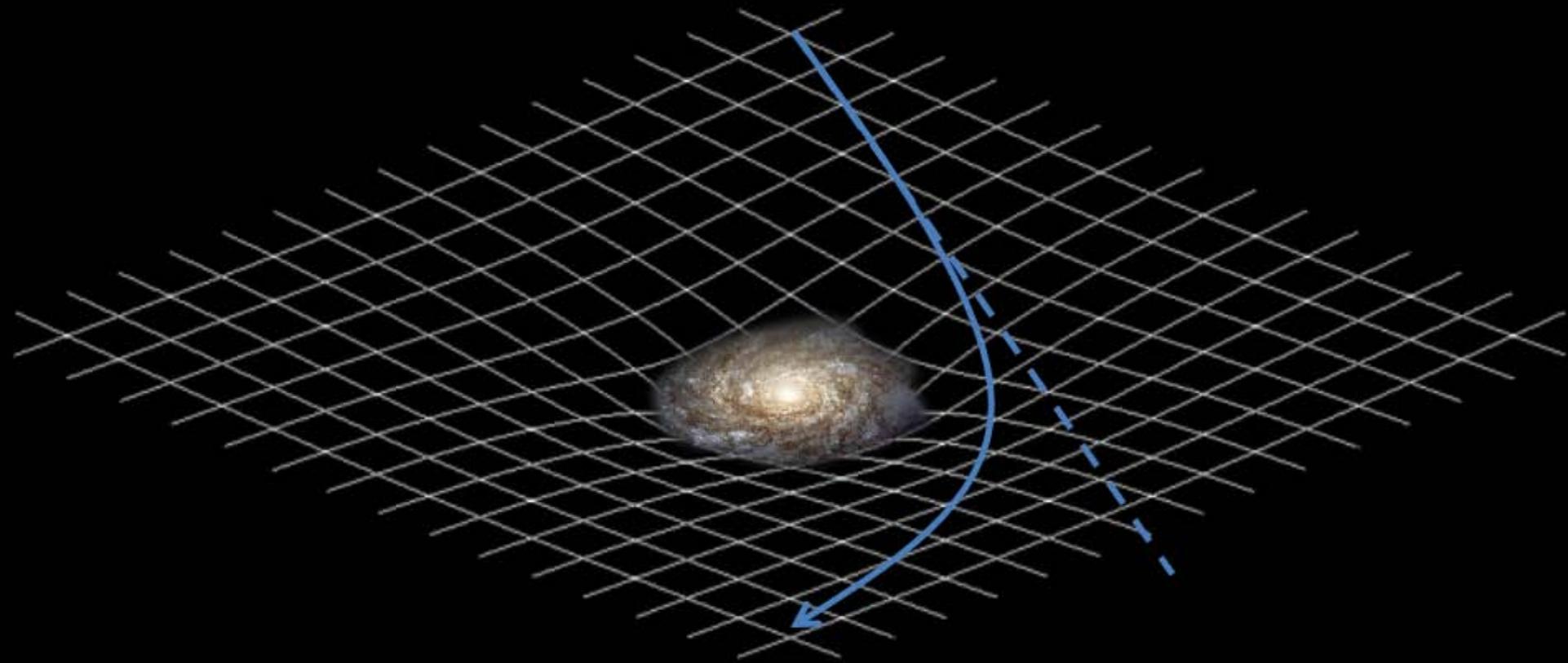
1913	Theorie der Gravitation. I. Physikalischer Teil von A. Einstein II. Mathematischer Teil von M. Grossmann	<i>Zeitschrift für Mathematik und Physik</i> , <b>62</b> , 225–244, 245–261
------	---	---

The diagram illustrates the Einstein field equation:  $G_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$ . The left-hand side,  $G_{\mu\nu}$ , is enclosed in a pink oval. The right-hand side,  $8\pi GT_{\mu\nu}$ , is enclosed in a larger pink oval. A yellow arrow points downwards from the top center towards the equals sign. Below the equation, a horizontal yellow line with arrows at both ends spans the width of the equation.

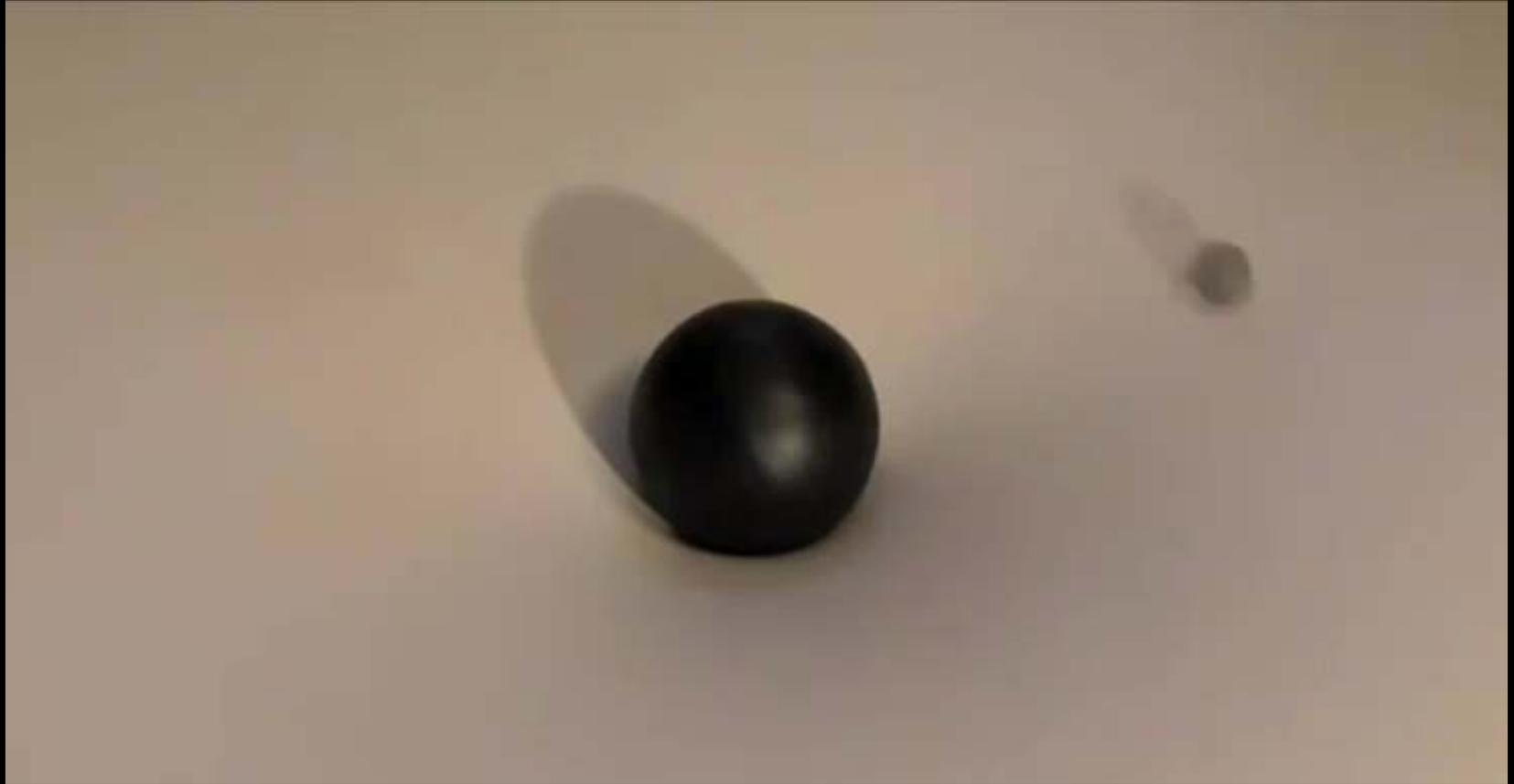
$$G_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$$



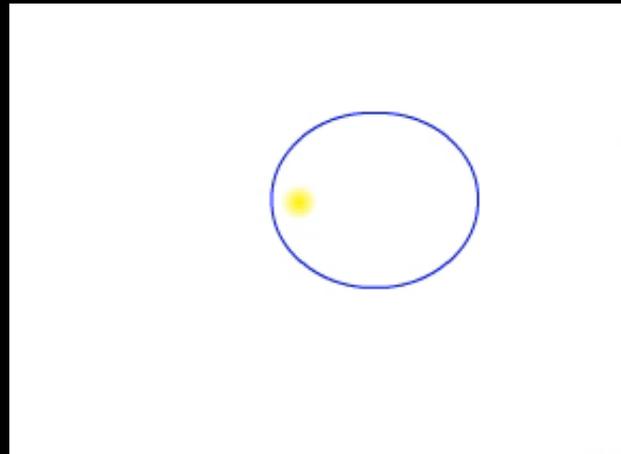
*Gravitation géométrisée*



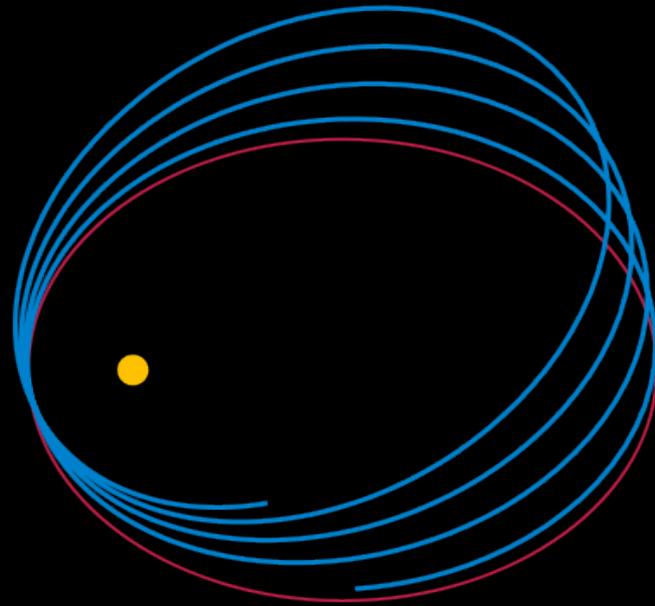
*Gravitation géométrisée*



*La gravitation est géométrisée, les corps célestes animés d'un mouvement inertiel empruntent les géodésiques d'un espace temps courbé*



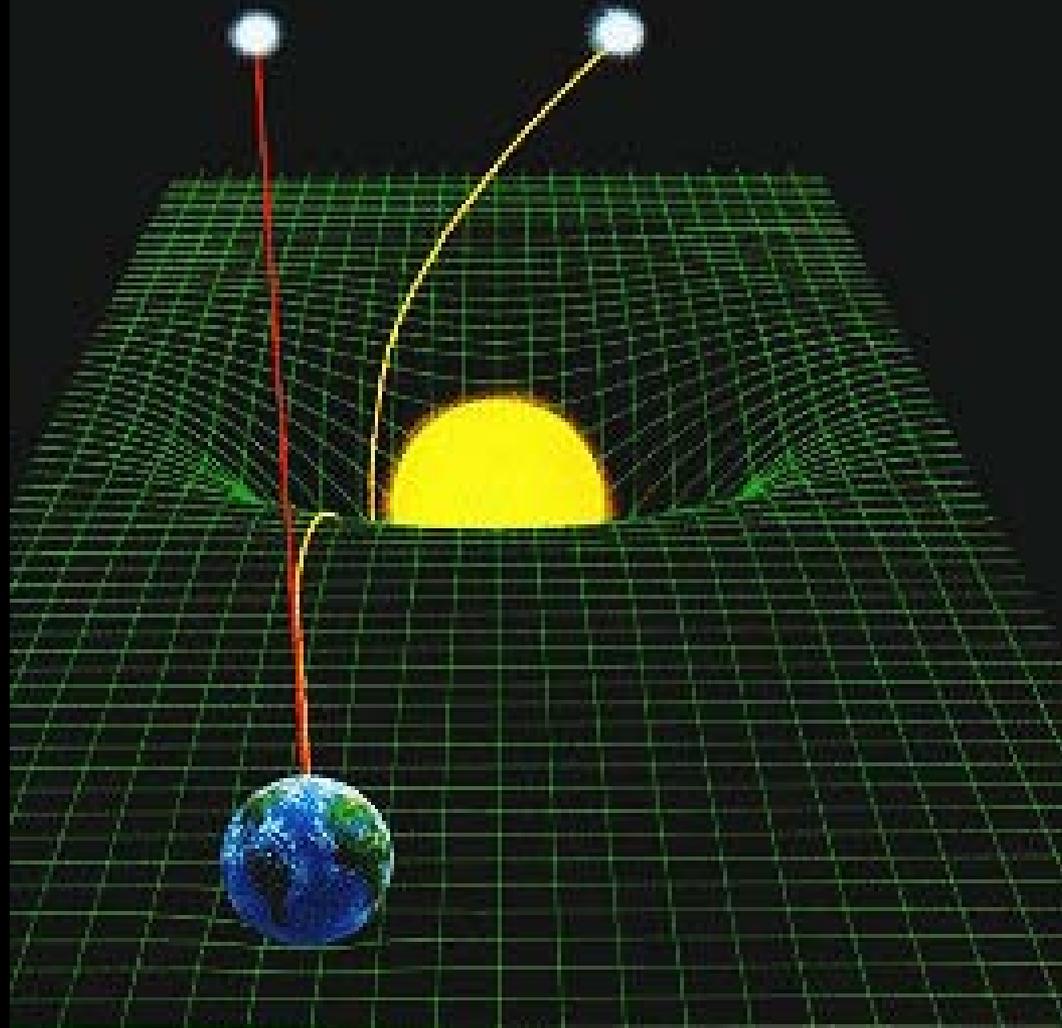
*Précession : avance du périhélie de Mercure*



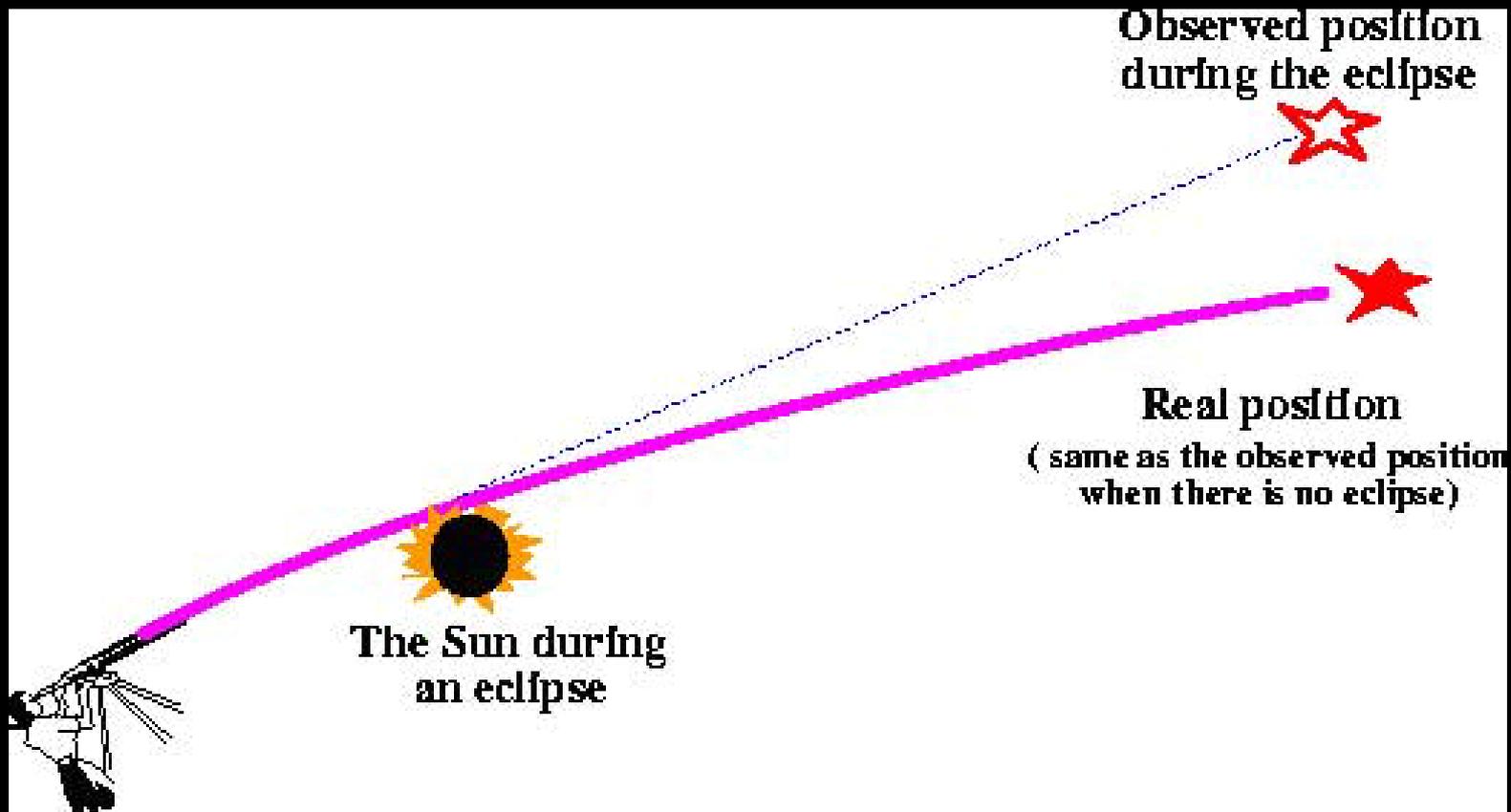
Newton erreur de **43.1 + - 0.4 " d'arc/siècle**

Position  
apparente

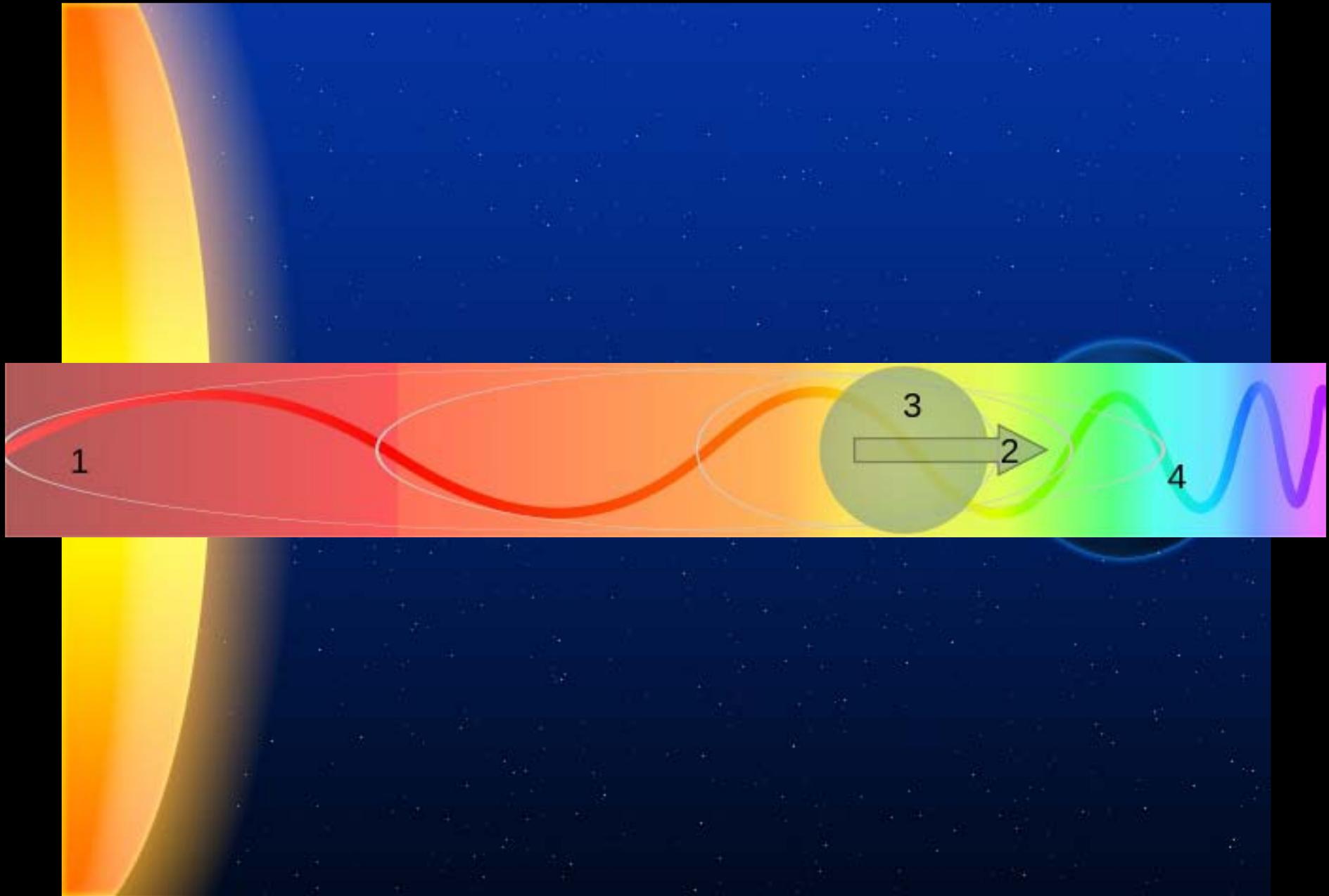
Position  
réelle

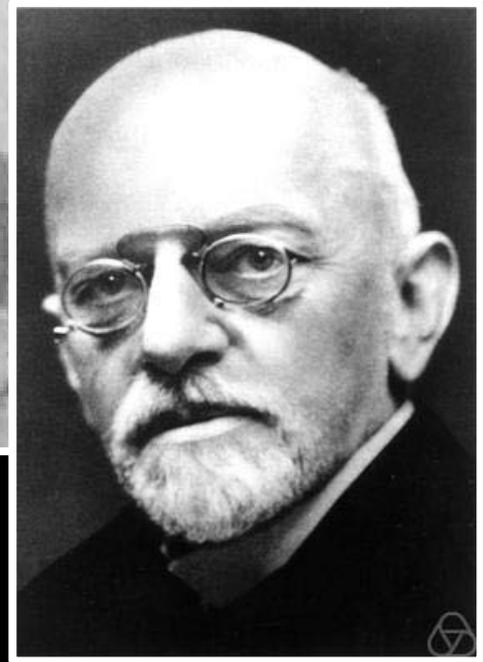






*« une plaque que j'ai mesurée donnait des résultats en accord avec Einstein ».*





***Fin de la première partie***

***Relativité générale & cosmologie scientifique***