

Consigne individuellement puis mise en commun en groupe (1h à 1h30)

Vérifier la validité des propositions du texte suivant.

Document utile : [einstein lumiere.pdf]

Vidéo : [lumiere.mp4] <https://youtu.be/2M6rduYM3JI>

Déviation de la lumière : les expériences d'Eddington (1919)

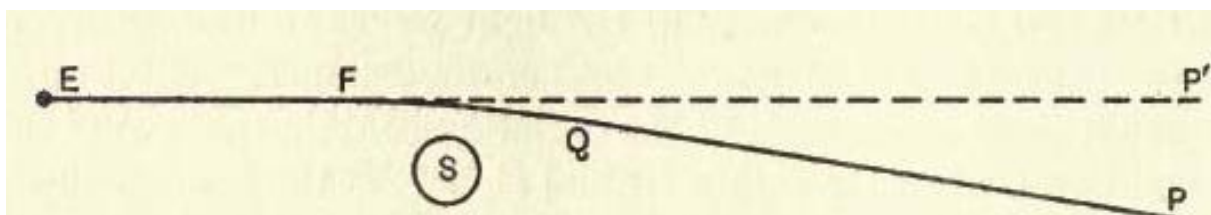
Il s'agissait de vérifier les résultats d'Einstein sur la **déviation gravitationnelle des rayons lumineux**. En effet, selon la relativité générale, la lumière suit les géodésiques (lignes de plus courte longueur) de l'espace-temps « courbé » par les masses matérielles.

IX. *A Determination of the Deflection of Light by the Sun's Gravitational Field, from Observations made at the Total Eclipse of May 29, 1919.*

By Sir F. W. DYSON, F.R.S., Astronomer Royal, Prof. A. S. EDDINGTON, F.R.S., and Mr. C. DAVIDSON.

[...]

3. The only opportunity of observing these possible deflections is afforded by a ray of light from a star passing near the sun. (The maximum deflection by Jupiter is only $0''.017$.) Evidently, the observation must be made during a total eclipse of the sun.

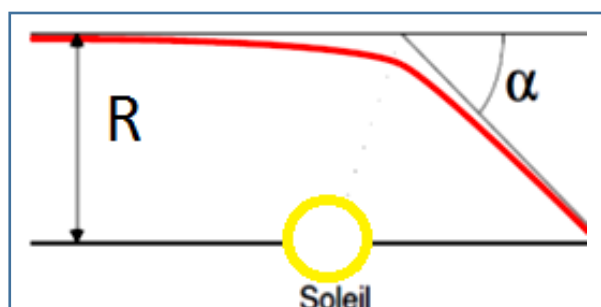


Déviation de rayons lumineux frôlant le soleil (schéma d'Eddington, 1920) : le rayon issu de l'étoile lointaine P est dévié au voisinage du Soleil. Arrivant sur Terre en E, il semble provenir de P', qui est alors la position apparente de l'étoile P.

Il s'agit donc de prendre des clichés photographiques au télescope au cours d'une éclipse totale de Soleil (de façon à s'affranchir de la lumière solaire). On repèrera alors les positions apparentes des étoiles lointaines et on comparera aux positions de ces étoiles en l'absence du Soleil.

Les observations sont effectuées le 29 mai 1919 par deux équipes, l'une à Sobral (Brésil), l'autre à Principe (golfe de Guinée).

Selon la relativité générale l'angle de déviation α s'exprime par la relation : $\alpha = \frac{4 G M}{R c^2}$



Pour un rayon frôlant le Soleil, donc pour $R = R_0$ (rayon du Soleil) l'angle de déviation est maximum et théoriquement égal à $1,75''$ (seconde d'arc).

Données numériques :

Constante de gravitation : $G = 6,674 \times 10^{-11}$ (SI)

Masse du Soleil : $M = 1,99 \times 10^{30}$ kg

Rayon du Soleil : $R_0 = 6,96 \times 10^8$ m

Célérité de la lumière : $c = 3 \times 10^8$ m.s⁻¹

1 seconde d'arc = $4,848 \times 10^{-6}$ radian

Les résultats publiés par Arthur Eddington sont :

– observations de Sobral (Brésil) : $\alpha = 1,98 \pm 0,12$

– observations de Principe (golfe de Guinée) : $\alpha = 1,61 \pm 0,30$

Pour l'un des télescopes de Sobral, la valeur obtenue est de 0,93, mais Eddington et ses collaborateurs ont écarté ce résultat en indiquant des erreurs de manipulation.

The result from declinations is about twice the weight of that from right ascensions, so that the mean result is

$1''.98$

with a probable error of about $\pm 0''.12$.

The Principe observations were generally interfered with by cloud. The unfavourable circumstances were perhaps partly compensated by the advantage of the extremely uniform temperature of the island. The deflection obtained was

$1''.61$.

The probable error is about $\pm 0''.30$, so that the result has much less weight than the preceding.

Both of these point to the full deflection $1''.75$ of EINSTEIN'S generalised relativity theory, the Sobral results definitely, and the Principe results perhaps with some uncertainty. There remain the Sobral astrographic plates which gave the deflection

$0''.93$

discordant by an amount much beyond the limits of its accidental error. For the reasons already described at length not much weight is attached to this determination.

Les résultats d'Eddington confortent les prédictions de la relativité générale et contribuent à l'époque à la notoriété publique d'Einstein. Cependant, des critiques récentes affirment que la précision des mesures a été largement surestimée par Eddington. Des observations récentes de quasars distants (galaxies très lumineuses possédant un noyau actif) ont confirmé les résultats de la relativité générale avec une bien meilleure précision.

Dans le même cadre d'interprétation, on observe également les effets de lentilles gravitationnelles et d'anneaux d'Einstein.

