

**Séquence 1 : Vitesse de propagation de la lumière****Objectifs de la séquence**

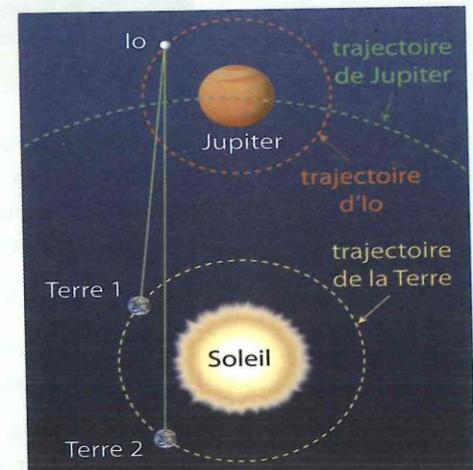
Savoir	Savoir-faire
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître la valeur de la vitesse de la lumière en km/s et en m/s</li> <li>• Savoir décrire la méthode pour mesurer la vitesse de la lumière</li> <li>• Savoir qu'on peut déterminer des distances grâce à la valeur de la vitesse de la lumière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechercher, extraire et organiser des informations dans une activité documentaire</li> <li>• Savoir convertir du kilomètre à l'année lumière et inversement</li> <li>• Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée avec la vitesse de la lumière</li> <li>• Convertir des unités (vitesse, distance et durée)</li> </ul>
<b>Pour bien réviser :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître les « Savoirs » et appliquer les « Savoirs faire » que tu trouves dans ton cours</li> <li>• Regarder les vidéos explicatives du cours sur le site internet du professeur</li> <li>• Lire le cours et l'essentiel p 214-215 du manuel scolaire</li> <li>• Faire exercices n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 p 217</li> </ul>	

**Introduction :**

Depuis de nombreux siècles, les scientifiques ont étudié la lumière. Ils ont cherché des méthodes afin de déterminer sa vitesse et savoir si elles pouvaient avoir une utilité pour certaines mesures.

**I. Comment a-t-on mesuré la vitesse de la lumière ?****Activité documentaire :**

En 1610, grâce à sa lunette, Galilée découvrit quatre des satellites de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto. Il réalisa que l'observation des mouvements périodiques de ces satellites autour de Jupiter pouvait servir d'horloge pour la navigation. L'étude des éclipses des satellites de Jupiter fut entreprise par Jean-Dominique Cassini en 1664. Il publia en 1668 un calendrier de leurs apparitions dans le ciel en utilisant la périodicité de leurs mouvements. Engagé à l'Observatoire de Paris en 1672, Olaüs Römer, jeune astronome danois, reprit les travaux de Cassini afin d'étudier les irrégularités observées entre son calendrier et les heures réelles d'observation du satellite Io. Après huit années de travaux, il publia ses résultats.



**Fig.** Distances parcourues par la lumière de Io à la Terre

Suivant les positions respectives de la Terre et de Jupiter par rapport au Soleil, les apparitions de Io se produisaient quelques minutes avant ou après l'horaire prévu. Il en déduisit que lorsque la Terre était plus éloignée de Jupiter, la lumière devait mettre plus de temps pour parvenir à l'observateur. Elle possédait donc une vitesse finie et ne se propageait pas instantanément, comme on le pensait à l'époque.

Il fut calculé à l'époque que la lumière mettait 22 minutes pour parcourir une distance égale au diamètre de l'orbite de la Terre, évaluée alors à 290 millions de kilomètres. Aujourd'hui, les calculs donneraient 16 minutes et 38 secondes pour une distance évaluée à 296 millions de kilomètres.

**Questions :**

1. Le mouvement de Io autour de Jupiter est-il régulier ?

**Le mouvement de Io autour de Jupiter est qualifié de « périodique ». Il est donc régulier dans le temps.**

2. Römer a-t-il observé ce mouvement périodique au cours d'une année ?

**Non, il a étudié ce mouvement périodique durant huit années.**

3. Aujourd'hui, quel est le diamètre de l'orbite de la Terre ?

**Le diamètre de l'orbite de la Terre est égal à 296 millions de kilomètres.**

4. Aujourd'hui, en combien de temps la lumière parcourt-elle le diamètre de l'orbite de la Terre ?

**La lumière parcourt le diamètre de l'orbite de la Terre en 16 minutes et 38 secondes.**

5. Rappelle la formule littérale reliant la vitesse  $v$ , la distance  $d$  et la durée  $\Delta t$ .

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

6. Calcule la vitesse de la lumière avec les données actuelles en km/s puis en m/s.

**Calcul utile :**

$$\Delta t = 16 \text{ min } 38 \text{ s} = 16 \times 60 + 38 = 998 \text{ secondes}$$

**Calcul :**

Soit  $v$  la vitesse de la lumière

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$v = \frac{296 \times 10^6}{998}$$

$$v \approx 300\,000 \text{ km/s} \approx 3,00 \times 10^5 \text{ km/s} \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

La vitesse de la lumière est environ égale à  $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

**Conclusion :**

- La **vitesse** ou **célérité** de la lumière dans le vide ou dans l'air est environ égale à  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s} = 300\,000 \text{ km/s}$ .

**Rappel :**

En astronomie, l'année lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année.

Une année lumière est environ égale à  $9,46 \times 10^{12} \text{ km}$ .

## II. Comment mesurer des distances avec la lumière ?

### Démarche d'investigation

**Problème :**

Dans le travail du bâtiment, les artisans utilisent très souvent un appareil appelé télémètre laser afin de relever les dimensions d'une pièce avant les travaux.

**Comment le télémètre laser mesure-t-il une distance ?**

 Le laser est une source de lumière très puissante. Il ne faut pas placer son œil en face du laser pour éviter tout risque de brûlure de la rétine.

**Hypothèse(s) :**

Le télémètre laser émet de la lumière laser. Elle réfléchit sur un obstacle et revient sur un capteur. Par mesure de la durée de l'aller-retour de la lumière et connaissant la vitesse de la lumière, l'appareil calcule la distance le séparant de l'obstacle.

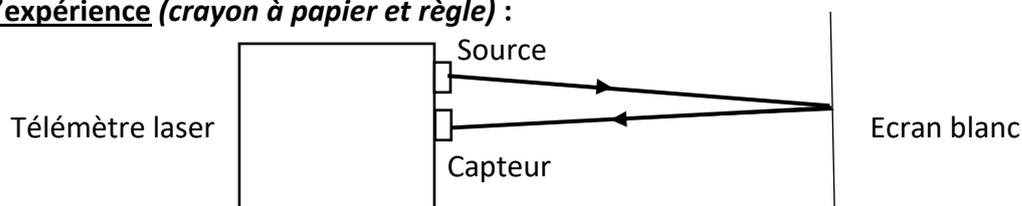
**Liste du matériel :**

Un télémètre laser, une règle graduée et un écran blanc.

**Protocole (ce que tu fais) :**

Plaçons le télémètre laser sur une paillasse. Posons un écran blanc perpendiculairement au télémètre laser à environ 50 cm. Déclenchons l'émission du laser et relevons la distance sur l'écran de l'appareil.

**Schéma de l'expérience (crayon à papier et règle) :**



**Observations (ce que tu as vu) et Interprétations (mise en relation de ce que tu sais avec ce que tu as vu) :**

1. Quelle est la valeur de la distance mesurée ?

**La distance indiquée sur le télémètre est égale à 50 cm.**

2. Que mesure concrètement le télémètre laser ?

**Le télémètre laser mesure la durée  $\Delta t$  mise par la lumière pour effectuer un aller-retour entre la source et l'écran.**

3. Quelle est la formule littérale utilisée pour déterminer la distance  $d$  grâce à la célérité  $c$  et la durée  $\Delta t$  ?

**L'appareil calcule la distance entre la source et l'écran en utilisant la relation  $d = \frac{c \times \Delta t}{2}$ .**

### **Conclusion :**

• Les dispositifs de mesures de distances utilisant **la lumière** contiennent une **source** de lumière laser (émetteur) et un **capteur** de lumière (récepteur). La lumière laser se **réfléchit** sur un objet réfléchissant puis revient vers le capteur.

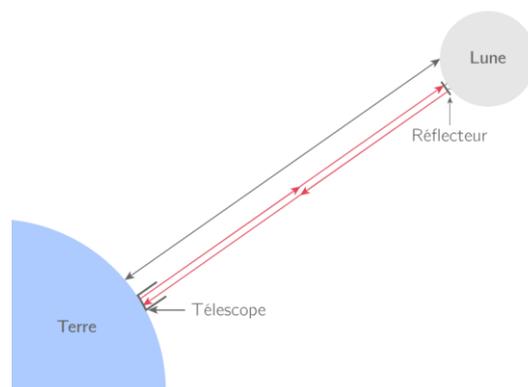
• Le dispositif mesure la **durée**  $\Delta t$  écoulée entre l'émission et la réception de la lumière. Connaissant la **célérité** de la lumière, il calcule la **distance** entre la source et l'objet grâce à la relation :  **$d = \frac{c \times \Delta t}{2}$**

### **III. Application : déterminer la distance Terre-Lune**

Pour mesurer la distance Terre-Lune de façon précise, les États-Unis ont installés 5 réflecteurs sur la surface de la Lune lors des missions Apollo 11, 14 et 15. Les cinq fonctionnent encore aujourd'hui et donnent une précision d'environ un centimètre.

Un faisceau laser puissant est émis depuis un télescope sur Terre en direction d'un des réflecteurs puis il se réfléchit pour revenir jusqu'à la Terre.

La durée mise par le laser pour faire l'aller-retour vers la Terre est de 2,56 secondes.



A partir des données et de vos connaissances, déterminer la distance Terre-Lune.

**Attention :** La durée de parcours est aller-retour donc il faut penser à diviser par deux pour avoir la distance d'un aller.

On sait que la vitesse de la lumière est égale à 300 000 km/s.

**Calcul :**

Soit  $d$  la distance Terre-Lune

$$d = \frac{c \times \Delta t}{2}$$

$$d = \frac{300\,000 \times 2,56}{2}$$

$$d = 384\,000 \text{ km}$$

La distance Terre-Lune est égale à 384 000 km.