

Attendu de fin de cycle : Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio...). Utiliser leurs propriétés.

| Je sais que : | A | NA |
|--|---|----|
| → La lumière se propage en ligne droite dans un milieu transparent (propagation rectiligne). | | |
| → La lumière se propage dans le vide à la vitesse de $300\,000\text{ km/s} = 3 \times 10^8\text{ m/s}$. | | |
| → Les sources primaires de lumière produisent la lumière qu'elles émettent. | | |
| → Les objets diffusants renvoient une partie de la lumière qu'ils reçoivent. | | |
| → Un rayon lumineux est modélisé par un segment fléché indiquant le sens de propagation.. | | |
| → Il existe différents types de rayonnements (lumière visible, IR, UV, ondes radio, rayons X ...) | | |
| Je suis capable de : | | |
| → Calculer des distances à partir de signaux lumineux. | | |
| → Utiliser l'unité « année lumière » comme unité de distance. | | |
| → Comprendre que la lumière permet d'émettre, de transporter un signal donc une information. | | |

A : capacité Acquise et NA : capacité Non Acquise

I- Sources et propagation de la lumière : (rappels)

a- **Questions :** lien vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=h4QK0gw3rAo>

→ Quelle est la différence entre le Soleil et la Lune au point de vue sources de lumière ?

Le Soleil est une source primaire car il émet la lumière qu'il crée.
La Lune source secondaire car elle diffuse la lumière qu'elle reçoit (objet diffusant).

→ A quelle(s) condition(s) un objet est-il visible ?

Un objet est visible s'il émet ou diffuse de la lumière.

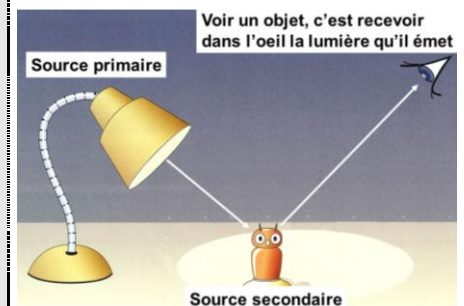
b- **Bilan :**

Les sources **primaires** produisent la lumière qu'elles **émettent** : le **Soleil** , une **étoile** , un **écran** , une **lampe** ...

Un objet **diffusant** absorbe une partie de la **lumière** qu'il reçoit et en **diffuse** (renvoie, reflète) une autre partie : objet **diffusant** (par ex la **Lune**).

Un objet est **visible** s'il **émet** ou **diffuse** de la lumière vers l'**œil** .

Dans des conditions normales, la **lumière** se propage en ligne **droite** ; la propagation est **rectiligne** .



II- Vitesse de la lumière :

a- **Devoir "maison" :** fichier *3-phych-DNS01-lumière*

b- **Bilan :**

La **lumière** se propage dans les **milieux** transparents dont le **vide** .

La **vitesse** de la **lumière** dans le **vide** (ou l'air) est environ de **300 000 km/s** soit **3×10^8 m/s**. Cette **vitesse** varie en fonction du **milieu** de propagation.

Exemples : 225 000 km/s dans l'**eau** , 200 000 **km/s** dans le verre ...

III- Détermination d'une distance :

a- Devoir "maison" : fichier 3-phych-DNS01-lumière

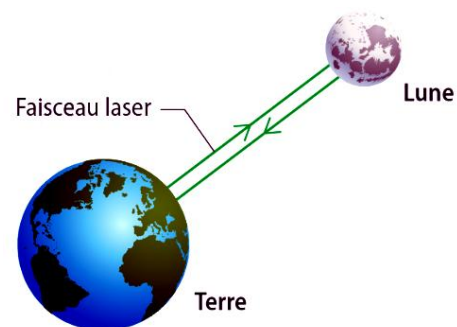
b- Bilan :

Les signaux **lumineux** peuvent être utilisés pour mesurer des **distances** .

Après avoir **mesurer** la **durée** de propagation Δt et en connaissant la **vitesse** de propagation v du signal, la **distance** d peut être calculée avec la relation :

$$d = v \times \Delta t$$

Remarque : Dans certains cas, la **durée** mesurée correspond à la **distance** pour effectuer l'**aller** et le **retour** .



IV- Lumière et autres rayonnements :

a- Vidéos : SciencesBox

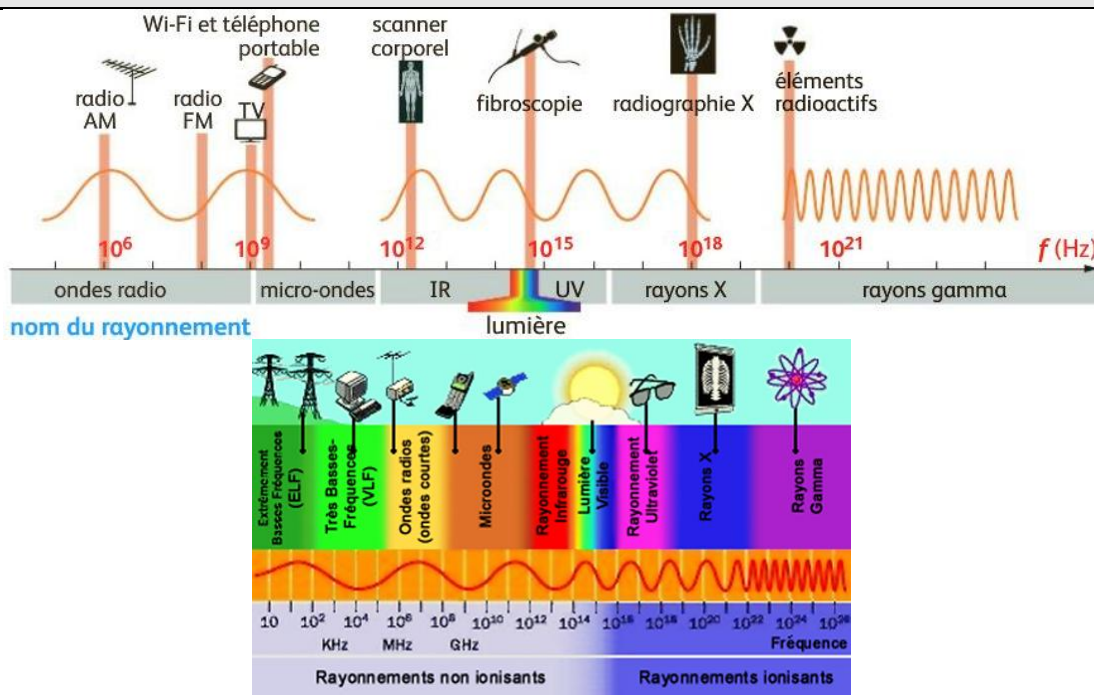
<https://www.youtube.com/watch?v=s3gHzoUnEqE&list=PLG7KHw8X91Pl6Ocwbl9EjsAoP1VGw9N7j&index=3>
<https://www.youtube.com/watch?v=nJkIdsdTqoA&index=4&list=PLG7KHw8X91Pl6Ocwbl9EjsAoP1VGw9N7j>

b- Bilan :

Outre la **lumière** visible, il existe d'autres types d'**ondes** électromagnétiques : les ondes **radios** , les **micro-ondes** , les **infrarouges** IR , les **ultraviolets** UV , les **rayons** X et **rayons** γ .

Chaque type de **radiations** (**rayonnements**, **ondes**) est caractérisé par une plage de **fréquences**. Mais tous se **propagent** (**déplacent**) à la même **vitesse** , celle de la **lumière** .

Ils permettent d'échanger des **informations** entre un **émetteur** et un **récepteur** . Les **ultraviolets** , les rayons **X** et **gamma** (γ) sont **ionisants** donc dangereux pour l'**Homme** .



EXERCICE

La mission Mars Science Laboratory

Entre août 2012 et juin 2014, le rover (ou astromobile) Curiosity a exploré la planète Mars et a analysé sa composition.

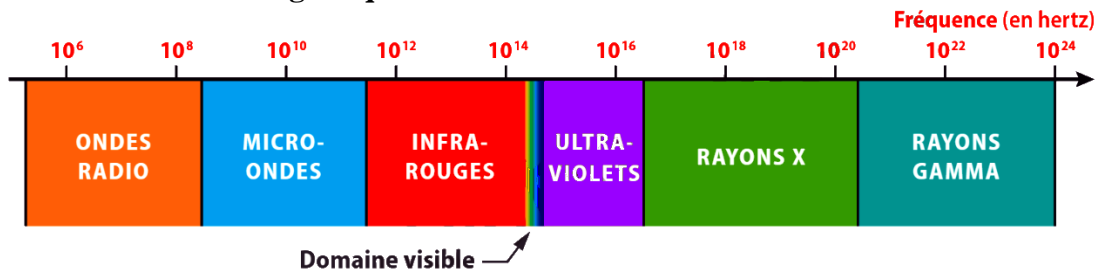
Doc 1 : Communication entre Curiosity et la Terre

Pour communiquer avec la Terre, Curiosity utilise des signaux de fréquence comprise entre 7 gigahertz et 8 gigahertz (GHz).

Lorsque Mars est au plus près de la Terre, à 56 millions de kilomètres, il faut un peu plus de 3 minutes au signal émis depuis la Terre pour atteindre l'astromobile. Lorsque la distance séparant la Terre et Mars est la plus grande, environ 400 millions de kilomètres, cela prend plus de temps !



Doc 2 : Rayonnements électromagnétiques



Doc 3 : Vitesse de propagation des rayonnements selon le milieu

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Milieu de propagation | Vide | Air | Eau | Verre | Quartz | Diamant |
| Vitesse approximative (km/s) | 300 000 | 300 000 | 225 000 | 200 000 | 196 000 | 124 000 |

Questions :

- 1- La planète Mars est-elle une source primaire ? Justifier.
- 2- Quel type de rayonnements utilise Curiosity pour communiquer avec la Terre ? Justifier.
Ces rayonnements sont-ils visibles par un être humain ? Justifier.
- 3- Montrer que, pour transmettre un signal entre la Terre et Mars, il faut un peu plus de 22 minutes lorsque les deux planètes sont le plus éloignées.
- 4- La lumière émise par le Soleil met 12 minutes et 40 secondes pour parvenir sur Mars.
Déterminer la distance entre ces deux astres.
- 5- Si une étoile de la constellation d'Orion, située à $1,42 \times 10^{16}$ km de Mars, s'éteint, dans combien de temps Curiosity ne pourra-t-elle plus l'observer ?
Exprimer la distance en années lumière Al.

Questions :

- 1- Mars est une source secondaire (objet diffusant) car elle diffuse une partie de la lumière qu'elle reçoit mais elle n'en produit pas.
- 2- Les rayonnements utilisés par Curiosity pour communiquer avec la Terre ont une fréquence comprise entre 7 et 8 Ghz, soit entre 7 et 8×10^9 Hz. D'après la frise du doc 2, il s'agit de micro-ondes.
Ces rayonnements ne sont pas visibles par un être humain car ils possèdent des fréquences situées en dehors du domaine du visible.

- 3- Durée de transmission entre la Terre et Mars : $d = 400 \times 10^6$ km et $v = 300\,000$ km/s

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{400 \times 10^6}{300\,000} = \frac{400 \times 10^6}{3 \times 10^5} = 1333 \text{ s} = 22 \text{ min } 13 \text{ s} \quad \text{soit environ } 22 \text{ min}$$

- 4- Distance entre le Soleil et Mars : $\Delta t = 12 \text{ min } 40 \text{ s} = 720 + 40 = 760$ s et $v = 300\,000$ km/s

$$d = v \times \Delta t = 300\,000 \times 760 = 228 \times 10^6 \text{ km} \quad \text{soit } 228 \text{ millions de km}$$

- 5- Durée où bout de laquelle Curiosity ne pourra plus observer Orion : $d = 1,42 \times 10^{16}$ km et $v = 300\,000$ km/s

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{1,42 \times 10^{16}}{300\,000} = \frac{1,42 \times 10^{16}}{3 \times 10^5} = 4,73 \times 10^{10} \text{ s} = 1\,501 \text{ an}$$

La distance entre Orion et Mars en années lumière Al : $d = 1\,501$ A.l.

| | | |
|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| Physique – Chimie | <u>TRAVAIL DE RECHERCHES</u> | Mars |
| 3 ^{ème} | <i>DEVOIR "MAISON"</i> | 2020 |

3-phych-DNS01-lumière

VITESSE DE LA LUMIERE

Document n°1 : la vitesse

La vitesse exprime une relation de proportionnalité entre la distance parcourue et la durée du parcours, à condition que la vitesse soit toujours la même.

Dans ce cas, la relation entre la distance d , le temps (ou durée) Δt , et la vitesse v est : $v = \frac{d}{\Delta t}$

Document n°2 : Vitesse du son et de la lumière

Dans l'air ou le vide, la vitesse de la lumière est d'environ 300 000 km/s ; celle du son dans l'air est de 340 m/s.

Document n°3 : L'année lumière et l'unité astronomique

Une année-lumière, symbole a.l., au pluriel des années-lumière, est une unité de distance utilisée en astronomie.

Une année-lumière est égale à la distance que parcourt la lumière dans le vide pendant une année.

L'unité astronomique, notée U.A., est égale à la distance séparant la Terre du Soleil, soit 1 U.A. = $1,5 \times 10^8$ km.

Document n°4 : Rappels de mathématiques

Puissances de 10 : $10^n = 100...000$ $10^{-n} = 0,00...001$

Calculs avec les puissances de 10 : $10^{-n} = \frac{1}{10^n}$ $10^n \times 10^m = 10^{n+m}$ $\frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$ $(10^n)^m = 10^{n \times m}$

Ecriture scientifique : les nombres sont mis sous la forme : $a \times 10^n$ avec $1 \leq a < 10$ et n entier

exemples : $8320 = 8,320 \times 10^3$ $0,0023 = 2,3 \times 10^{-3}$

I- Fibre optique :

L'utilisation d'internet nécessite des flux de données de plus en plus importants. La fibre optique est en cours de déploiement dans de nombreuses villes. Une fibre optique est constituée de plusieurs couches. Au centre, on trouve un tube de verre très fin dans lequel se propage le signal lumineux.




Données : - distance entre Lille et Marseille : environ 900 km
- durée mise par le signal lumineux pour parcourir la distance Lille-Marseille : $4,5 \times 10^{-3}$ s.

Question : Calculer la vitesse de la lumière dans le verre.

II- Seul sur Mars ... :

Dans "Seul sur Mars", l'astronaute Mark Watney tente de rentrer en contact avec la Terre.

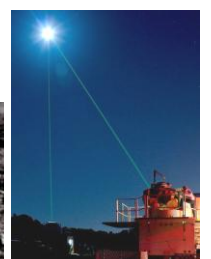
Le signal émis depuis Mars est une onde radio. La vitesse de cette onde dans l'air ou le vide est la même que celle de la lumière.

Donnée : image de la bande annonce :  LES SECOURS NE SONT QU'À 250 MILLIONS DE KILOMÈTRES

Question : Calculer la durée nécessaire pour que le signal émis par Mark Watney soit reçu sur Terre.

III- Entre Terre et Lune ... :

Lors des missions Apollo et Lunokhod, des réflecteurs ont été déposés à la surface de la Lune. Ils permettent de déterminer la distance Terre-Lune en dirigeant un faisceau laser sur eux. L'expérience est réalisée, entre autres, à l'observatoire de la Côte d'Azur.

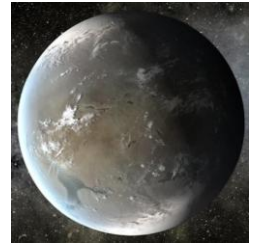


La lumière est réfléchiée par le miroir et revient sur Terre. La durée nécessaire à la lumière pour parcourir ce trajet est de 2,56 secondes.

Question : Faire un schéma de l'expérience en indiquant le trajet parcouru par la lumière puis calculer la distance Terre-Lune.

IV- A des années-lumière ... :

Une exoplanète est une planète située en dehors de notre système solaire, en orbite autour d'une étoile autre que le Soleil. La planète Kepler-438b est située à 470 a.l. de la Terre.



- 1- Quel est la distance en kilomètre et en mètre séparant le Terre de la planète Kepler-438b (utiliser l'écriture scientifique avec les puissances de 10) ?
- 2- Exprimer la distance entre la Terre et la planète Kepler-438b en U.A.
- 3- Quelle est l'unité la mieux adaptée pour exprimer cette distance ? et pourquoi ?
- 4- Quelle durée mettrait un signal lumineux émis sur Terre pour atteindre la planète Kepler-438b ?

CORRIGE

I- Fibre optique : Vitesse de la lumière dans le verre : $d = 900 \text{ km}$ et $\Delta t = 4,5 \times 10^{-3} \text{ s}$

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{900}{4,5 \times 10^{-3}} = 200\,000 \text{ km/s} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

II- Seul sur Mars ... : Durée du trajet du signal : $d = 250 \times 10^6 \text{ km}$ et $v = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \times 10^5 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{250 \times 10^6}{300\,000} = \frac{250 \times 10^6}{3 \times 10^5} = 833 \text{ s} = 13 \text{ min } 53 \text{ s}$$

III- Entre Terre et Lune ... : Distance Terre-Lune : Δt (aller-retour) = 2,56 s et $v = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \times 10^5 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$d = v \times \frac{\Delta t}{2} = 300\,000 \times \frac{2,56}{2} = 384\,000 \text{ km}$$

IV- A des années-lumière ... :

1- Distance Terre - Kepler-438b : $v_{\text{lumière}} = 300\,000 \text{ km/s}$ $\Delta t_{\text{année}} = 365 \times 24 \times 3600 \text{ en s}$
 $1 \text{ a.l.} = v_{\text{lumière}} \times \Delta t_{\text{année}} = 300\,000 \times 365 \times 24 \times 3600 = 9,46 \times 10^{12} \text{ km}$
 $d_{\text{Terre-Kepler438b}} = 470 \text{ a.l.} = 470 \times 300\,000 \times 365 \times 24 \times 3600 = 4,45 \times 10^{15} \text{ km} = 4,45 \times 10^{18} \text{ m}$

2- Distance entre la Terre et la planète Kepler-438b en U.A :
 $1 \text{ U.A.} = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$

| | |
|--------|----------------------------------|
| 1 U.A. | $1,5 \times 10^8 \text{ km}$ |
| ? U.A. | $4,45 \times 10^{15} \text{ km}$ |

$$d_{\text{Terre-Kepler438b}} = \frac{4,45 \times 10^{15} \times 1}{1,5 \times 10^8} = 2,97 \times 10^7 \text{ U.A.}$$

3- L'unité la mieux adaptée pour exprimer cette distance est l'année lumière car elle permet d'avoir des valeurs plus faibles à manipuler.

4- Durée du trajet d'un signal lumineux entre la Terre et Kepler-438b :
 470 a.l. correspond à la distance parcourue par la lumière pendant 470 ans.
 Par conséquent, le signal lumineux mettrait 470 années pour effectuer le trajet Terre-Képler438b.

Vérification par calculs : $d = 470 \text{ a.l.} = 4,45 \times 10^{15} \text{ km}$ et $v = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \times 10^5 \text{ km/s}$

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{4,45 \times 10^{15}}{300\,000} = \frac{4,45 \times 10^{15}}{3 \times 10^5} = 1,48 \times 10^{10} \text{ s} = 470 \text{ an}$$