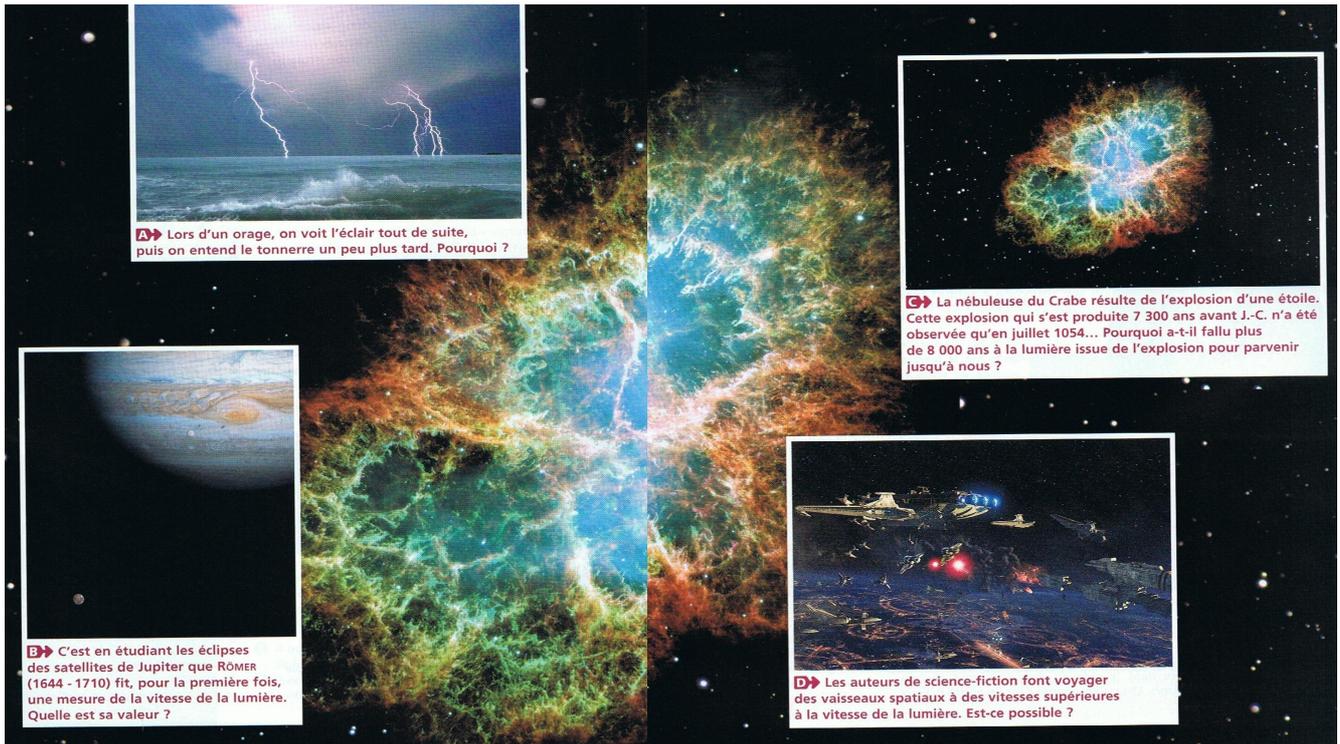


La vitesse de la lumière



Hypothèse :

- A Peut être parce que la lumière de l'éclair arrive plus vite à nos yeux que le bruit à nos oreilles
- B. Je pense qu'elle est de plusieurs millions de km/h
- C. Peut être que l'explosion c'est passé énormément loin il faut du temps pour que la lumière arrive.
- D. Non je pense pas que cela est possible car c'est une trop grande vitesse pour un objet.

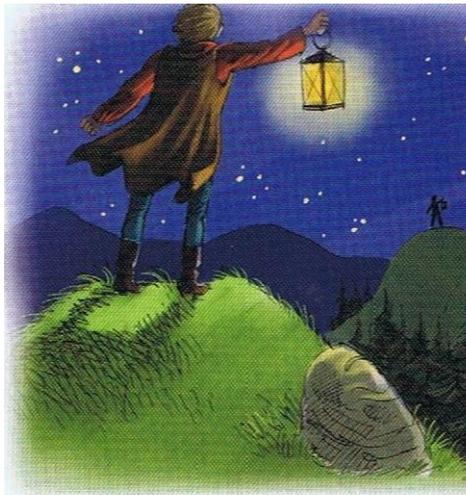
1)La vitesse de la lumière

1)Historique

*Jusqu'à la fin du 16ème siècle, on a cru que la lumière se propageait instantanément : dès que l'on allumait une bougie, la lumière éclairait aussitôt tous les objets situés autour.

*Galilée (1564-1642) pensa que cette vitesse était finie et semble être le premier à avoir voulu la mesurer.

La tentative de Galilée est simple. La nuit, deux hommes munis d'une lanterne sont placés à une distance de quelques kms, de part et d'autre d'une vallée. Le premier découvre sa lanterne en déclenchant une horloge, le second découvre la sienne dès qu'il aperçoit le signal lumineux. Le premier arrête son horloge lorsqu'il voit la lanterne éclairée de l'autre. Galilée pensait pouvoir mesurer ainsi la durée mise par la lumière pour effectuer un aller et retour entre les 2 personnages. Les expériences ne donnèrent pas de résultats probants.



Doc 1 Expérience de GALILÉE.

*Il fallut attendre 1676 pour que le savant danois Römer étudiant la périodicité des éclipses des satellites de Jupiter, trouve la valeur de 225 000 km/s.

« Il suit des observations de M. Römer que la lumière dans une seconde de temps fait 48 203 lieues communes de France. »

FONTENELLE (1657-1757)

1 lieue commune = 4 445 m.



*Depuis, d'autres mesures, beaucoup plus précises, ont été réalisées. On a trouvé que la lumière se propageait, dans le vide et dans l'air, avec une vitesse proche de **300 000 km/s**. Dans les autres milieux transparents, la vitesse est toujours plus petite. Dans l'eau, elle est égale à 225 000 km/s.

1. D'après le philosophe FONTENELLE quelle distance, en mètres puis en kilomètres, parcourt la lumière en une seconde ? Compare cette valeur à la valeur trouvée actuellement.

$$4\,445 \times 48\,203 = 214\,262\,335 \text{ m/s} = 214\,262,335 \text{ km/s}$$

D'après Fontenelle la lumière parcourt 214 262 335 m/s soit **214 262,335 Km/s**; actuellement on l'estime à 300 000 km/s

A retenir : La vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air vaut environ 300 000 km/s. Elle est plus petite dans les autres milieux transparents.

2 Les conséquences de cette valeur

La lumière se propageant à la vitesse v parcourt une distance d pendant une durée t telle que :

$$v = \frac{d}{t}, \text{ soit } d = v \cdot t \quad \text{ou} \quad t = \frac{d}{v}. \quad \text{ou } d = t \text{ (en s)} \times v$$

Unités :

- si d est en mètre (m) et t en seconds (s), alors v est en mètre par seconde (m/s)
- si d est en km et t en seconde (s), alors v est en km/s
- si v est en m/s et t en s, alors d est en mètre
- si v est en km/s et t en s, alors d est en km

***Pourquoi a-t-on longtemps cru que la lumière se propageait instantanément ?**

Quelle durée met la lumière pour parcourir une distance de quelques kilomètres, comme dans l'expérience de Galilée ?

Prenons une distance $d = 3\text{km}$

> voir "calcul lumière 1"

Pour calculer, il faut d'abord indiquer ce que l'on sait, et ensuite on remplace les lettres par la valeur.

La lumière met des durées extrêmement faibles à parcourir des distances de l'ordre ou inférieures au kilomètre. C'est pour cette raison que l'on a longtemps cru qu'elle se propageait instantanément.

***Quelle durée met la lumière pour parcourir des distances de l'ordre des dimensions du système solaire ?**

La lumière issue du Soleil, situé à une distance de 150 millions de km de la Terre, met environ 8 min pour nous parvenir.

> voir "calcul lumière 2"

Pour calculer, il faut d'abord indiquer ce que l'on sait, et ensuite on remplace les lettres par la valeur.

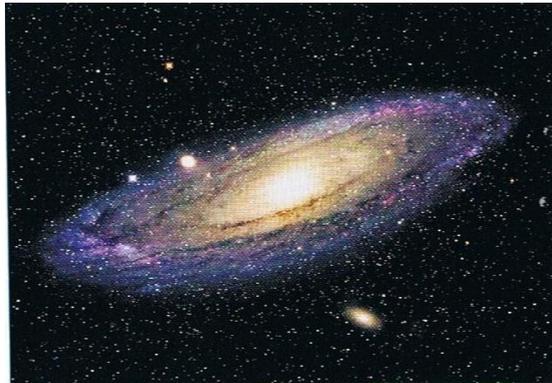
La lumière met quelques heures pour aller du Soleil aux planètes les plus lointaines du système solaire.

2) Voir loin, c'est voir dans le passé

Combien de temps met la lumière provenant des étoiles lointaines pour nous parvenir ?
Hypothèse : Des millions d'années

1 L'année-lumière

- L'étoile la plus proche de nous est Proxima du Centaure qui se trouve "seulement" à 40 000 milliards de km. La lumière met 4,2 années pour effectuer ce trajet.
> vérification de cette distance (> voir calcul "lumière 3")
Pour être plus précis elle se trouve à environ 45 000 milliards de kms de nous.
- La lumière qui nous parvient de la galaxie d'Andromède, la plus proche de la nôtre, effectue ce trajet en **2 millions d'années** !
A quelle distance se situe en km la galaxie d'Andromède par rapport à la Terre ?
(> voir "calcul lumière 3")
Elle se situe à environ 18 921 600 000 000 000 km de la Terre



Doc 4 Galaxie d'Andromède.

- En astronomie, les distances, qui sont extrêmement grandes, sont mesurées en années-lumière (a.l.) : c'est la distance que parcourt la lumière en une année :
(1 h = 3 600 s ; 1 j = 24h ; 1 an = 365,25 j)
1 a.l. = 3 600 x 24 x 365,25 x 300 000 = 9 460 milliards de km
- Notre galaxie, la Voie lactée, a un diamètre de l'ordre de 100 000 a.l.
> Calculer le diamètre de notre galaxie :
 $9 460 \times 100 000 = 946 000 000$
La voie lactée a donc un diamètre de 946 000 000 milliards de km

2 La lumière, un outil pour remonter le temps

- Lorsque nous observons l'étoile Proxima du Centaure, nous la voyons telle qu'elle était il y a 4,2 ans. De même, nous observons la galaxie d'Andromède telle qu'elle était il y a 2 millions d'années, au moment de l'apparition des premiers hommes.
- Ainsi, plus nous voyons loin, plus nous voyons dans le passé ! Le télescope Hubble a détecté des galaxies situées à plus de 13 milliards d'années-lumières !



Doc 5 La galaxie NGC891 est située à 43 millions d'années-lumière. Son diamètre est de 120 000 années-lumière.



Doc 6 Le télescope Hubble.

3 Physique et science-fiction

Les voyages à une **vitesse dépassant la vitesse de la lumière** sont fréquents dans les œuvres de science-fiction mettant en scène des voyages spatiaux. Les auteurs de science-fiction pensent qu'une telle vitesse rend possible la rencontre de différents peuples situés sur des systèmes solaires très éloignés d'une même galaxie ou sur d'autres galaxies. Voici un extrait d'un texte de science-fiction que nous soumettons à ta critique.

« Les premières étendues d'herbe bleue sont apparues en 2999. Cette espèce provoque la destruction de l'herbe verte et s'étend rapidement.

Cette nouvelle espèce provient de graines obtenues dans un laboratoire OGN de la planète Erida, gravitant autour de l'étoile MX24589 de la galaxie d'Andromède située à environ 2 millions d'années-lumière du système solaire.

Les habitants de cette galaxie ne se sont toujours pas ralliés aux conventions intergalactiques de non-prolifération.

Il devient indispensable d'intervenir pour obtenir de gré ou de force la destruction de ces souches d'herbe bleue.

La mission est confiée au colonel Arkado...

Il lui faut une centaine d'heures pour rejoindre la Lune, base de départ des thorrans, véhicules légers utilisés pour rejoindre et s'arrimer aux vaisseaux intergalactiques en vol permanent dans l'espace...

Pour passer de la Voie lactée à la galaxie d'Andromède, la durée prévue est de 3 ans. Par alternance, les membres de l'équipage passeront en caissons d'hibernation... »

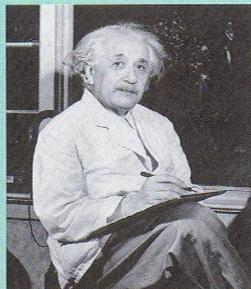


Doc 7 Une ville en 2999 ?

6. Ce texte mélange des situations possibles et des situations impossibles.

- B2i** a. Consulte un site Internet pour savoir si la durée d'un trajet Terre-Lune correspond à la valeur indiquée dans ce texte.
- b. Est-il vraisemblable d'avoir sur la Lune une station habitée, base de lancement de véhicules spatiaux ?
- c. Est-il envisageable, compte tenu des connaissances scientifiques actuelles, de faire le trajet Voie lactée - galaxie d'Andromède en 3 années ?

Est-il possible d'aller plus vite que la lumière ?



Doc 8 Albert EINSTEIN (1879 - 1955).

D'après la théorie de la relativité élaborée par Einstein (**Doc. 8**), il est impossible à un objet matériel de dépasser la vitesse de la lumière. Cette vitesse apparaît comme une vitesse limite. Les vaisseaux spatiaux animés de vitesses supérieures relèvent de la pure imagination.



Situation possible	Situation impossible
100 heures pour rejoindre la Lune	Herbe bleue qui détruit la verte un laboratoire de la planète Erida sur Andromède des habitants sur Andromède convention intergalactique Lune : base de départ des thorrans caissons d'hibernation Terre-Andromède : 3 ans

- a. La durée du trajet Terre-Lune est bien de 100 heures soit environ 4 jours
- b. Il est vraisemblable d'avoir sur la Lune une station habitée, et une base de lancement, mais se sera dans des dizaines d'années peut-être
- c. Faire le trajet Voie lactée- Andromède en 3ans est totalement impossible car la lumière y met déjà 2 millions d'années et selon Einstein aucun objet ne peut aller plus vite que la lumière. Aujourd'hui nous avons découverts une nouvelle substance qui ira plus vite que la lumière : **les neutrinos**



http://fr.wikipedia.org/wiki/Neutrino#Vitesse_des_neutrinos

4) La conquête de l'espace

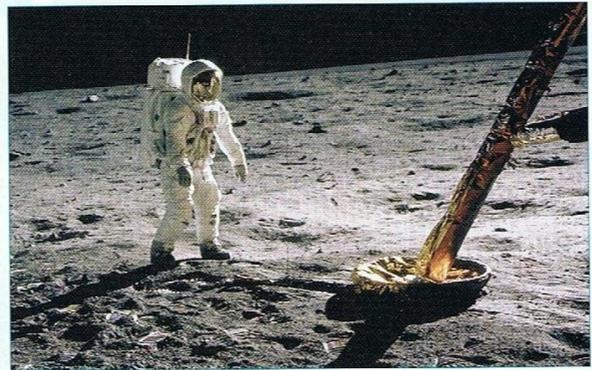
C'est au cours de la seconde moitié du 20ème s que la conquête de l'espace a débuté. Cette conquête a bénéficié tout d'abord de la rivalité entre les Etats-Unis et l'Union soviétique.

1) La conquête du système solaire.

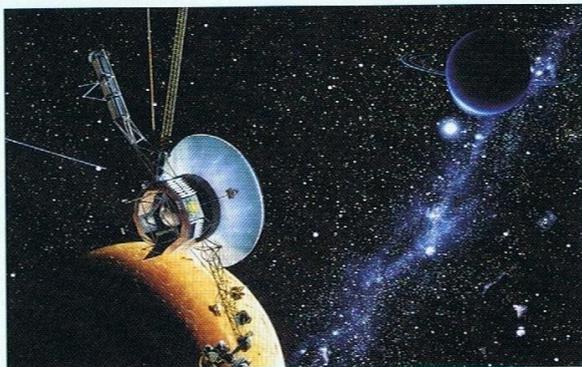
Le 4 octobre 1957, les soviétiques réalisent la première mise en orbite d'un satellite artificiel, *Sputnik*. Ce satellite effectuait le tour de la Terre en 97 minutes à une altitude comprise entre 230 et 950 km. Ce jour-là, la conquête spatiale a commencé (Doc. 9 à 12).



Doc 9 Le 12 avril 1961, le soviétique Youri GAGARINE effectue un vol en orbite autour de la Terre en 1 h 48 min à 250 km d'altitude.



Doc 10 Le 21 juillet 1969, les américains Neil ARMSTRONG et Buzz ALDRIN sont les premiers hommes à fouler le sol lunaire.



Doc 11 En 1977, deux sondes, *Voyager 1* et 2, partent à la rencontre des planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Aujourd'hui, elles ont quitté le système solaire.



Doc 12 Le 24 décembre 1979, la fusée Ariane, fruit de la collaboration de pays européens, décolle pour la première fois. Depuis, les fusées Ariane mettent plusieurs satellites par an en orbite.



7. Les vitesses les plus grandes obtenues actuellement avec des fusées sont de l'ordre de 30 000 km/h. Avec une telle fusée combien de temps mettrait-on pour :
- parcourir la distance Terre-Soleil égale à 150 millions de kilomètres ?
 - se rendre sur Neptune, la planète la plus éloignée du système solaire, située à 4,5 milliards de kilomètres de la Terre ? Que peux-tu en conclure ?

La conquête de l'espace n'est pas finie...

En décembre 2006, la NASA annonce qu'elle compte installer une colonie permanente d'astronautes sur la Lune en 2020. Cette base pourrait être une première étape vers la conquête d'une autre planète du système solaire : Mars !

$$a) 150\,000\,000 : 30\,000 = 5\,000 \text{ h}$$

Pour parcourir la distance Terre-Soleil on mettrait 5 000 h soit environ 209 jours à 30000km/h

$$b) 4\,500\,000\,000 : 30\,000 = 150\,000 \text{ h}$$

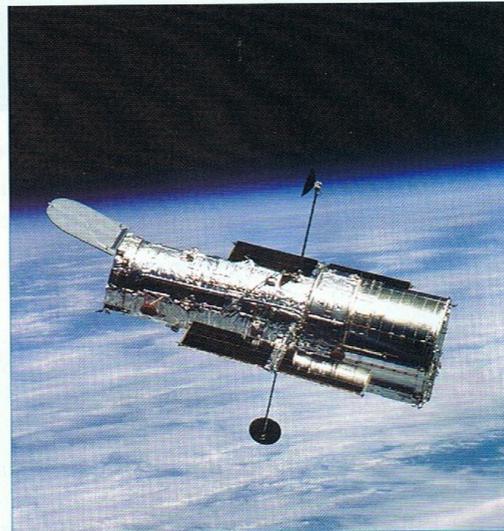
Pour parcourir la distance Terre-Neptune on mettrait 150 000 h soit 6 250 jours soit environ 17, 12 ans. Les voyages sont des trop long, 17 ans dans une fusée sans compter le retour !

2) Vers d'autres systèmes solaires...

Vers d'autres systèmes solaires...

Avec nos fusées actuelles, il faudrait 150 000 ans pour nous rendre sur l'étoile la plus proche... et même en voyageant à la vitesse de la lumière, il faudrait tout de même un peu plus de 4 ans ! À cette vitesse, il nous faudrait 100 000 ans pour traverser notre galaxie et plusieurs millions d'années pour nous rendre sur d'autres galaxies.

Aussi, sommes-nous limités à observer les étoiles et les galaxies telles qu'elles étaient au moment où la lumière qu'elles ont émise arrive aujourd'hui sur Terre. Cela est possible grâce à des télescopes dont le plus connu est le télescope Hubble, en orbite autour de la Terre (Doc. 13).



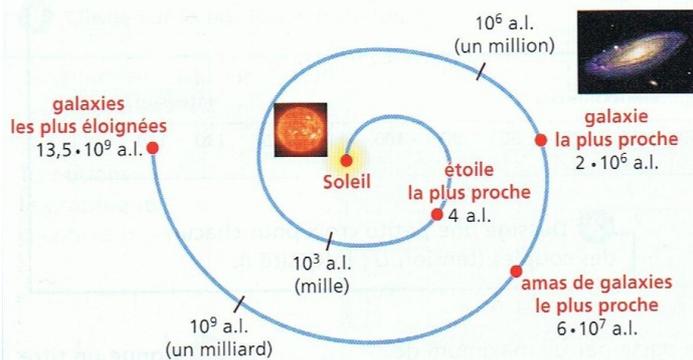
Doc 13 En 1990, la collaboration entre les agences américaine et européenne (NASA et ESA) permet la mise en orbite du télescope Hubble à une altitude de 600 km. Hors de l'atmosphère, il permet d'obtenir des images de très bonne qualité.



8. Pourquoi n'est-il pas envisageable actuellement d'aller vers d'autres systèmes solaires ?
9. Quel est l'intérêt de Hubble ?

Les distances, en années-lumière, dans l'Univers

Ces distances, exprimées en puissance de 10, correspondent aux durées mises par la lumière, ou par un vaisseau spatial ayant cette vitesse, pour les parcourir.



10. Reproduis cette spirale et places-y approximativement :
 - a. la dimension de notre galaxie estimée à 100 000 a.l. ;
 - b. la galaxie spirale NGC891 située à 43 millions d'a.l. de notre planète ;
 - c. la planète HD189733b située dans la constellation du Renard à 60 a.l. de notre planète ;
 - d. la galaxie Abell 1835 IR1916 située à 13 200 millions d'a.l. de notre planète.



8) Il n'est pas envisageable d'aller vers d'autres systèmes solaires car cela prendrais des milliers d'années donc plusieurs générations.

- 9) L'intérêt de Hubble est pouvoir avoir des images de qualités des astres, sans la contrainte de l'atmosphère terrestre

