

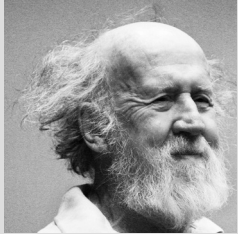
Documents :

« **Patience dans l'azur ...** » La lumière met énormément de temps pour nous parvenir des étoiles. Hubert Reeves nous explique pourquoi cela présente plutôt un avantage.

Nous savons aujourd'hui que, comme le son, la lumière se propage à une vitesse bien déterminée. En 1675, étudiant le mouvement des satellites de Jupiter, l'astronome danois Römer a mis en évidence certains comportements bizarres. Ces comportements s'expliquent si on admet que la lumière met quelques dizaines de minutes pour nous arriver de Jupiter. Cela équivaut à une vitesse d'environ trois cent mille kilomètres par seconde, un million de fois plus vite que le son dans l'air. Il faut bien reconnaître que, par rapport aux dimensions dont nous parlons maintenant, cette vitesse est plutôt faible. À l'échelle astronomique, la lumière progresse à pas de tortue. Les nouvelles qu'elle nous apporte ne sont plus fraîches du tout! Pour nous, c'est plutôt un



La nébuleuse d'Orion



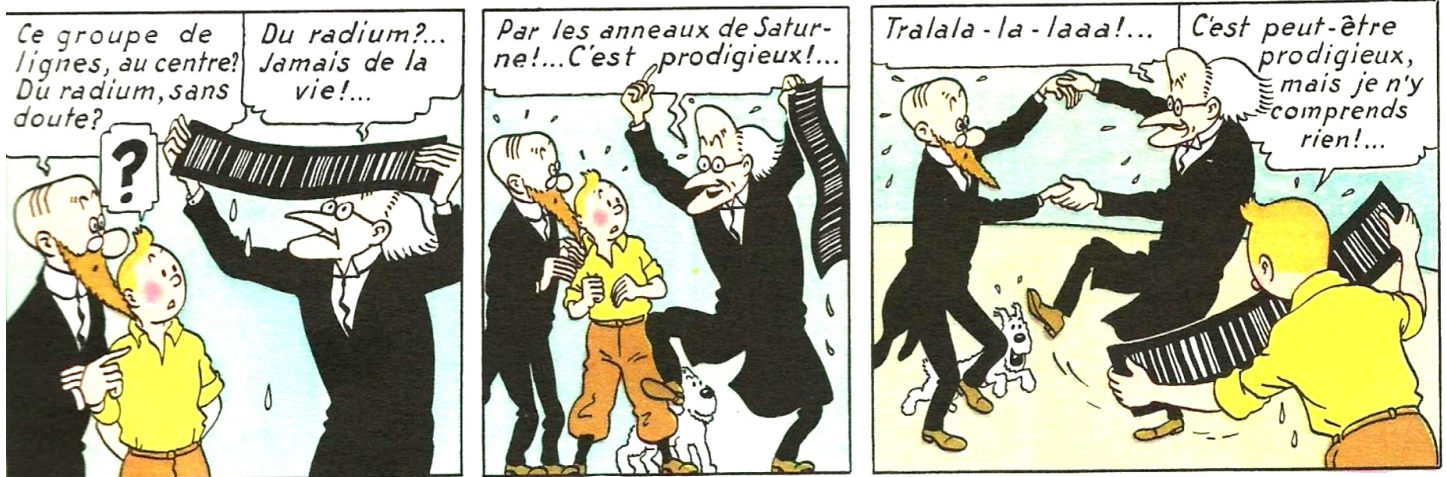
Hubert Reeves

avantage. Nous avons trouvé la machine à remonter le temps ! En regardant « loin », nous regardons «A..... ». La nébuleuse d'Orion nous apparaît telle qu'elle était à la fin de l'Empire romain, et la galaxie d'Andromède telle qu'elle était au moment de l'apparition des premiers hommes, il y a deux millions d'années [...]. Certains quasars sont situés à douze milliards d'années de lumière. La lumière qui nous en arrive a voyagé pendantB....., c'est-à-dire quatre-vingts pour cent de l'âge de l'Univers... C'est la jeunesse du monde que leur lumière nous donne à voir au terme de cet incroyable voyage.

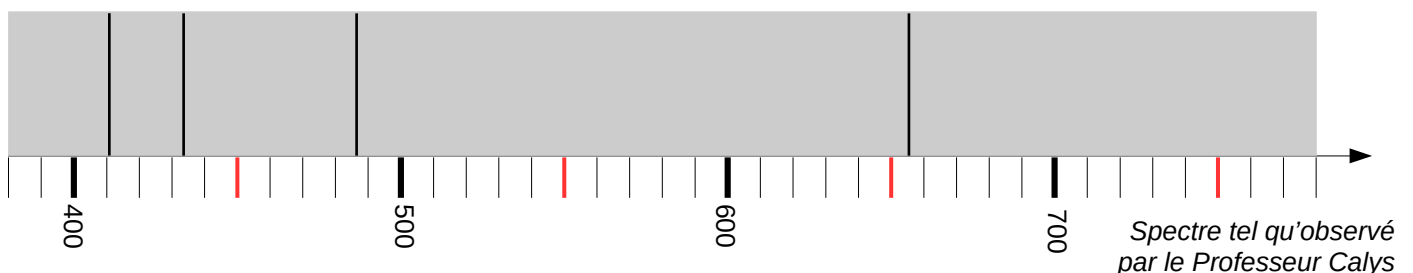
Hubert Reeves, *Patience dans l'azur. L'Évolution cosmique.*
© Éditions du Seuil, 1981, coll. Science ouverte, 1988.

Données : Quasar : galaxie très lointaine dont le noyau émet une quantité d'énergie énorme
Chute de l'empire romain : environ 500 ap JC

« L'étoile Mystérieuse »



Extrait de L'étoile mystérieuse, ©Editions Castermann, 1942



Hydrogène	Cadmium	Sodium	Hélium	Fer
410 ; 434 ; 486 ; 656	468 ; 509 ; 644	589	414 ; 447	404 ; 430 ; 451 ; 605

Principales raies de quelques éléments

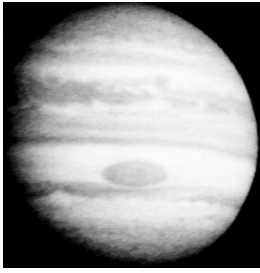
Nom :

Prénom :

Classe :

Note : /	CSM
Exercice 1 : Convertir les valeurs suivantes dans l'unité indiquée, puis en écriture scientifique	
a) 750 kg → mg 750kg = 750 000 000 mg = $7,5 \times 10^8$ mg	1/2
b) 45 nm → m 45nm = 0,000 000 045m = $4,5 \times 10^{-8}$ m	1/2
c) 315 mA → kA 315mA = 0,000 315 kA = $3,15 \times 10^{-4}$ kA	1/2
Exercice 2 :	
1) Complétez les pointillés du texte :	
A : Dans le passé	1/2
B : douze milliards d'années	1/2
2) Donnez la définition d'une année-lumière C'est la distance parcourue par la lumière en une année	1
3) En écrivant vos calculs, calculez combien vaut une année-lumière en mètres vitesse de la lumière : $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ (c'est écrit dans le texte) Dans une année, il y a : $365\text{ jours/an} \times 24\text{ heures/jour} \times 60\text{ minutes/heure} \times 60\text{ secondes/minute} = 31536000\text{ secondes}$ $\text{distance} = \text{vitesse} \times \text{temps} = 300000 \times 31536000 = 9,46 \times 10^{12}\text{ km} = 9,46 \times 10^{15}\text{ m}$	1
4) En utilisant le texte, donnez la valeur de la distance entre la Terre et la galaxie d'Andromède Le texte indique qu'on voit Andromède telle qu'elle était il y a 2 millions d'années : elle se situe donc à 2Ma.l (2 millions d'années-lumière). Pas besoin de davantage de calcul, je ne précise pas dans quelle unité je souhaite avoir le résultat et l'année-lumière est une unité de distance !	1
5) a. Calculer la distance qui nous sépare de la nébuleuse d'Orion en mètres. Orion est vue telle qu'elle était à la chute de l'empire romain, soit vers environ 500 ap JC, elle se situe donc à environ 1500 a.l. $d(m) = d(a.l) \times 9,46 \times 10^{15} = 1500 \times 9,46 \times 10^{15} = 1,42 \times 10^{19}\text{m}$	1
b. donner l'ordre de grandeur correspondant L'ordre de grandeur correspondant est donc 10^{19}m	1/2
6) En 1974, un message radio a été envoyé depuis le radiotélescope d'Arecibo vers l'amas d'Hercule, groupe d'étoiles situé à 25000 années-lumières de la Terre. Les ondes radio se déplaçant à la vitesse de la lumière.	
a. En admettant que des extraterrestres habitant cette zone nous répondent dès réception du message, dans combien de temps peut-on espérer avoir une réponse ? Les ondes radio vont mettre 25000 ans à atteindre la constellation, et 25000 ans à faire le trajet retour, ce qui signifie que nous n'aurons pas de réponse avant 50 000 ans dans le meilleur des cas.	1
b. Hubert Reeves dit que la lenteur de la lumière à l'échelle de l'Univers est plutôt « un avantage ». Qu'en pensez-vous au regard de la question précédente ? Si la lenteur de la lumière est un avantage en ce qu'elle nous permet de remonter dans le passé de l'Univers, elle représente un énorme inconvénient en matière de communication : il est impossible d'envisager une conversation avec une espèce extraterrestre un peu éloignée de nous. Même avec une éventuelle mission sur Mars, il faudrait s'attendre à un délai d'une heure entre une question urgente d'un astronaute et la réponse du staff de contrôle sur Terre !	1

Exercice 3 : Ordres de grandeurs



Pioneer 10 est la première sonde à avoir étudié Jupiter. Lancée en mars 1972, elle permet de réaliser une première image de Jupiter, ci-contre. Après avoir réalisé sa mission, le contact est gardé avec la sonde, jusqu'à sa perte définitive en 2003. On estime qu'elle se trouve actuellement à 18 milliards de kilomètre de la Terre.
2) en supposant que sa trajectoire ait été rectiligne, calculer sa vitesse moyenne depuis son lancement.

Elle est **actuellement** à 18 milliards de km, distance qu'elle a parcouru en 2018-1972 = 46 ans

Sa vitesse moyenne est donc de

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1,8 \times 10^{10}}{46} = 3,9 \times 10^8 \text{ km} \cdot \text{an}^{-1} = 44500 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 12,4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 12400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(Aucune unité de vitesse n'était précisée, donc il était possible de choisir l'unité SI ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), l'unité la plus judicieuse au regard de la question suivante ($\text{km} \cdot \text{an}^{-1}$) ou n'importe quelle autre unité de vitesse de votre choix.)

3) Combien de temps la sonde mettrait pour atteindre l'exoplanète la plus proche de nous, située à $4,1 \times 10^{16} \text{ m}$?
Si vous avez eu la présence d'esprit d'exprimer la vitesse en $\text{km} \cdot \text{an}^{-1}$ à la question précédente, la réponse est plus facile : $4,1 \times 10^{16} \text{ m} = 4,1 \times 10^{13} \text{ km}$ et

$$t = \frac{d}{v} = \frac{4,1 \times 10^{13}}{3,9 \times 10^8} = 105000 \text{ ans} \quad \text{: le trajet durerait donc 105 000 ans.}$$

Exercice 5 : L'Etoile mystérieuse

Dans la bande dessinée L'Etoile Mystérieuse, Une énorme boule de feu menace de percuter la Terre. Tintin va à la rencontre du professeur Calys, astrophysicien, qui vient de réussir à produire le spectre de cette boule de feu. Le professeur semble ravi d'avoir pu identifier un élément, mais à l'époque de Tintin (1940) cette méthode n'est pas connue du grand public.

1) Expliquer en quelques mots le principe du spectre et en quoi il permet d'identifier des éléments chimiques

Un spectre est la décomposition d'une lumière en ses différentes longueurs d'ondes qui la compose.

Un élément chimique sous forme de gaz a la propriété de n'émettre que certaines longueurs d'ondes qui lui sont caractéristiques. Le spectre de ce gaz est donc discontinu et sous forme de raies. C'est la position de ces raies qui permettent d'identifier l'élément.

2) Le spectre réalisé par le professeur Calys, est-il un spectre d'émission, ou d'absorption ? **JUSTIFIER**

Le spectre du professeur Calys est probablement un spectre d'absorption car il observe le gaz présent dans l'atmosphère de l'étoile, qui va absorber une partie de la lumière émise par celle-ci à cause de sa chaleur.

Remarque : mais alors, pourquoi sur le dessin les raies sont blanches alors qu'elles devraient être noires ?
La BD date de 1940, il s'agit d'un négatif, dont il faudrait inverser les couleurs pour avoir la vraie image : les bandes blanches sont en fait noires !

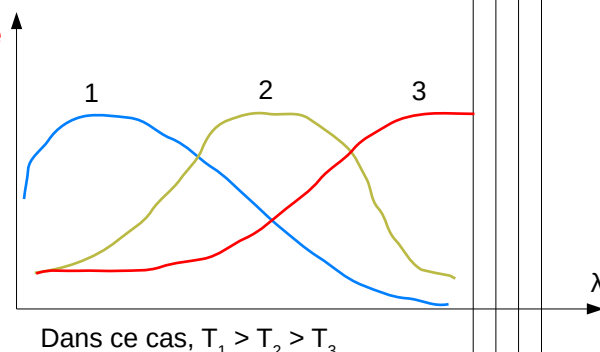
3) Au regard des données, quel est l'élément que le professeur Calys a identifié ? **JUSTIFIER**

La lecture graphique indique les valeurs suivantes : ~410, ~430, ~490, ~660.

Parmi les éléments à disposition, seuls 2 présentent 4 raies (hydrogène et fer), mais seul l'hydrogène est compatible avec ces valeurs. **Il s'agit donc probablement d'hydrogène.**

4) Préciser en quelques mots comment le professeur Calys aurait également pu déterminer précisément la température de cette boule de feu. Un graphique peut être dessiné.

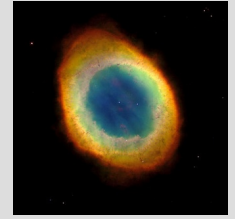
Il est possible de déterminer la température à partir du maximum d'intensité du spectre de corps noir de l'étoile. Plus ce maximum est décalé en direction des petites longueurs d'onde, plus l'objet est chaud.



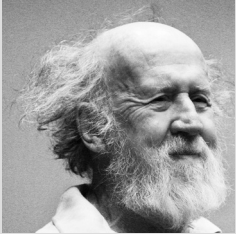
Documents :

« **Patience dans l'azur ...** » La lumière met énormément de temps pour nous parvenir des étoiles. Hubert Reeves nous explique pourquoi cela présente plutôt un avantage.

Nous savons aujourd'hui que, comme le son, la lumière se propage à une vitesse bien déterminée. En 1675, étudiant le mouvement des satellites de Jupiter, l'astronome danois Römer a mis en évidence certains comportements bizarres. Ces comportements s'expliquent si on admet que la lumière met quelques dizaines de minutes pour nous arriver de Jupiter. Cela équivaut à une vitesse d'environ trois cent mille kilomètres par seconde, un million de fois plus vite que le son dans l'air. Il faut bien reconnaître que, par rapport aux dimensions dont nous parlons maintenant, cette vitesse est plutôt faible. À l'échelle astronomique, la lumière progresse à pas de tortue. Les nouvelles qu'elle nous apporte ne sont plus fraîches du tout! Pour nous, c'est plutôt un



La nébuleuse de la Lyre



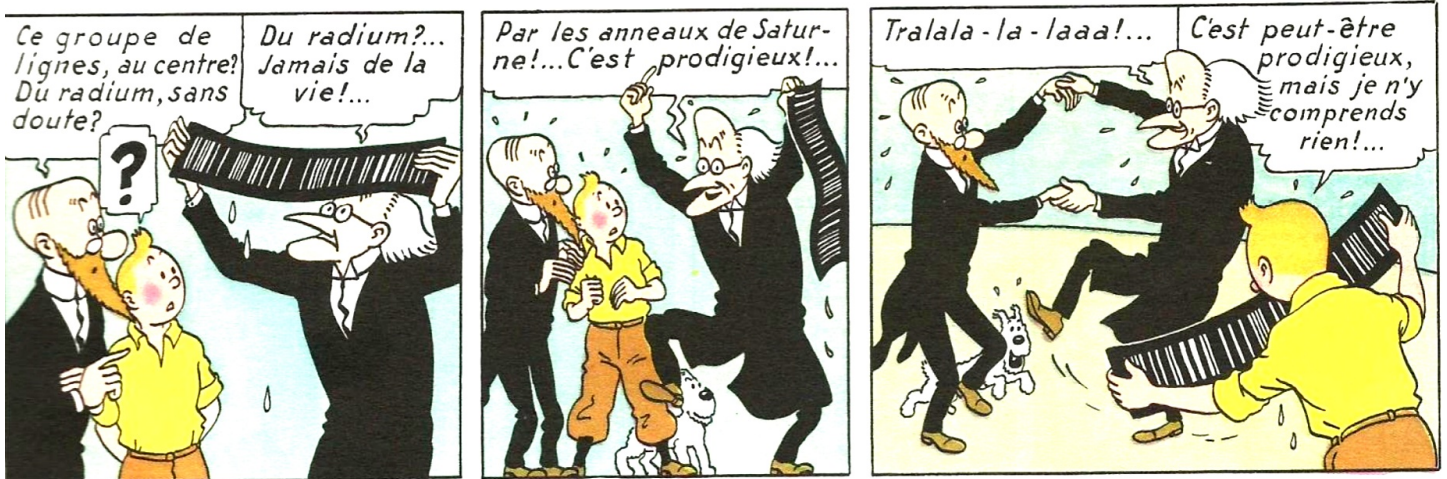
Hubert Reeves

avantage. Nous avons trouvé la machine à remonter le temps ! En regardant « loin », nous regardons «A..... ». La nébuleuse de la Lyre nous apparaît telle qu'elle était lorsque Démocrite proposait son modèle de l'atome, et la galaxie d'Andromède telle qu'elle était au moment de l'apparition des premiers hommes, il y a deux millions d'années [...]. Certains quasars sont situés à douze milliards d'années de lumière. La lumière qui nous en arrive a voyagé pendantB....., c'est-à-dire quatre-vingts pour cent de l'âge de l'Univers... C'est la jeunesse du monde que leur lumière nous donne à voir au terme de cet incroyable voyage.

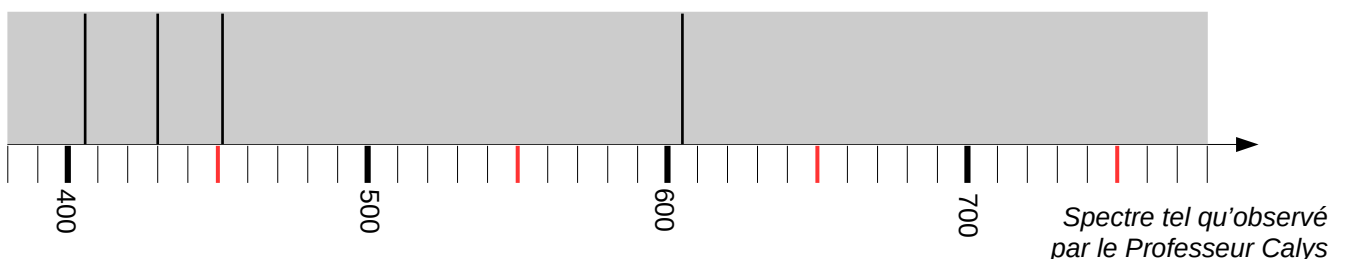
Hubert Reeves, *Patience dans l'azur. L'Évolution cosmique.*
© Éditions du Seuil, 1981, coll. Science ouverte, 1988.

Données : Quasar : galaxie très lointaine dont le noyau émet une quantité d'énergie énorme
Démocrite propose sa théorie de l'atome vers 350 av JC

« L'étoile Mystérieuse »



Extrait de L'étoile mystérieuse, ©Editions Castermann, 1942



Hydrogène	Cadmium	Sodium	Hélium	Fer
410 ; 434 ; 486 ; 656	468 ; 509 ; 644	589	414 ; 447	404 ; 430 ; 451 ; 605

Principales raies de quelques éléments

Nom :

Prénom :

Classe :

Note : /	CSM
<p>Exercice 1 : Convertir les valeurs suivantes dans l'unité indiquée, puis en écriture scientifique</p> <p>a) 450 kg → mg $450\text{kg} = 450\,000\,000\text{mg} = 4,5 \times 10^8 \text{ mg}$</p>	1/2
<p>b) 35 nm → m $0,000\,000\,035\text{m} = 3,5 \times 10^{-8} \text{ m}$</p>	1/2
<p>c) 75 mA → kA $0,000\,075\text{kA} = 7,5 \times 10^{-5} \text{ kA}$</p>	1/2
<p>Exercice 2 :</p> <p>1) Complétez les pointillés du texte :</p> <p>A : Dans le passé</p> <p>B : douze milliards d'années</p>	1/2
<p>2) Donnez la définition d'une année-lumière C'est la distance parcourue par la lumière en une année</p>	1
<p>3) En écrivant vos calculs, calculez combien vaut une année-lumière en mètres <i>vitesse de la lumière : $300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ (c'est écrit dans le texte)</i> <i>Dans une année, il y a :</i> $365 \text{ jours/an} \times 24 \text{ heures/jour} \times 60 \text{ minutes/heure} \times 60 \text{ secondes/minute} = 31\,536\,000 \text{ secondes}$ $\text{distance} = \text{vitesse} \times \text{temps} = 300\,000 \times 31\,536\,000 = 9,46 \times 10^{12} \text{ km} = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$</p>	1
<p>4) En utilisant le texte, donnez la valeur de la distance entre la Terre et la galaxie d'Andromède <i>Le texte indique qu'on voit Andromède telle qu'elle était il y a 2 millions d'années : elle se situe donc à 2Ma.l (2 millions d'années-lumière). Pas besoin de davantage de calcul, je ne précise pas dans quelle unité je souhaite avoir le résultat et l'année-lumière est une unité de distance !</i></p>	1
<p>5) a. Calculer la distance qui nous sépare de la nébuleuse de la Lyre en mètres. <i>Démocrite a proposé son modèle de l'atome en 350 av JC, la lumière a donc mis 2350 ans à nous parvenir. La nébuleuse de la Lyre se trouve donc à 2350 années-lumière de nous.</i> $d(\text{m}) = d(\text{a.l}) \times 9,46 \times 10^{15} = 2350 \times 9,46 \times 10^{15} = 2,22 \times 10^{19} \text{ m}$</p>	1
<p>b. donner l'ordre de grandeur correspondant 10^{19} m</p>	1/2
<p>6) En 1974, un message radio a été envoyé depuis le radiotélescope d'Arecibo vers l'amas d'Hercule, groupe d'étoiles situé à 25000 années-lumières de la Terre. Les ondes radio se déplaçant à la vitesse de la lumière.</p> <p>a. En admettant que des extraterrestres habitant cette zone nous répondent dès réception du message, dans combien de temps peut-on espérer avoir une réponse ? <i>Les ondes radio vont mettre 25000 ans à atteindre la constellation, et 25000 ans à faire le trajet retour, ce qui signifie que nous n'aurons pas de réponse avant 50 000 ans dans le meilleur des cas.</i></p>	1
<p>b. Hubert Reeves dit que la lenteur de la lumière à l'échelle de l'Univers est plutôt « un avantage ». Qu'en pensez-vous au regard de la question précédente ? <i>Si la lenteur de la lumière est un avantage en ce qu'elle nous permet de remonter dans le passé de l'Univers, elle représente un énorme inconvénient en matière de communication : il est impossible d'envisager une conversation avec une espèce extraterrestre un peu éloignée de nous. Même avec une éventuelle mission sur Mars, il faudrait s'attendre à un délai d'une heure entre une question urgente d'un astronaute et la réponse du staff de contrôle sur Terre !</i></p>	1

Exercice 3 : Ordres de grandeurs



Pioneer 11 est la première sonde à avoir étudié Saturne. Lancée en avril 1973, elle permet de réaliser une première image de Saturne, ci-contre. Son ultime transmission a eu lieu le 30 septembre 1995, elle se trouvait à 13 milliards de km de la Terre.

1) en supposant que sa trajectoire ait été rectiligne, calculer sa vitesse moyenne depuis son lancement.

On sait que la sonde a parcouru 13 milliards de km entre 1973 et 1995, soit 22 ans.

Sa vitesse moyenne est donc de

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1,3 \times 10^{10}}{22} = 5,91 \times 10^8 \text{ km} \cdot \text{an}^{-1} = 67500 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 12,7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} = 18700 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(Aucune unité de vitesse n'était précisée, donc il était possible de choisir l'unité SI ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), l'unité la plus judicieuse au regard de la question suivante ($\text{km} \cdot \text{an}^{-1}$) ou n'importe quelle autre unité de vitesse de votre choix.)

2) Combien de temps la sonde mettrait pour atteindre l'exoplanète la plus proche de nous, située à $4,1 \times 10^{16} \text{ m}$?

Si vous avez eu la présence d'esprit d'exprimer la vitesse en $\text{km} \cdot \text{an}^{-1}$ à la question précédente, la réponse est plus facile : $4,1 \times 10^{16} \text{ m} = 4,1 \times 10^{13} \text{ km}$ et

$$t = \frac{d}{v} = \frac{4,1 \times 10^{13}}{5,91 \times 10^8} = 69000 \text{ ans}$$

Exercice 5 : L'Étoile mystérieuse

Dans la bande dessinée L'Étoile Mystérieuse, Une énorme boule de feu menace de percuter la Terre. Tintin va à la rencontre du professeur Calys, astrophysicien, qui vient de réussir à produire le spectre de cette boule de feu. Le professeur semble ravi d'avoir pu identifier un élément, mais à l'époque de Tintin (1940) cette méthode n'est pas connue du grand public.

Un spectre est la décomposition d'une lumière en ses différentes longueurs d'ondes qui la compose.

Un élément chimique sous forme de gaz a la propriété de n'émettre que certaines longueurs d'ondes qui lui sont caractéristiques. Le spectre de ce gaz est donc discontinu et sous forme de raies. C'est la position de ces raies qui permettent d'identifier l'élément.

2) Le spectre réalisé par le professeur Calys, est-il un spectre d'émission, ou d'absorption ? **JUSTIFIER**

Le spectre du professeur Calys est probablement un spectre d'absorption car il observe le gaz présent dans l'atmosphère de l'étoile, qui va absorber une partie de la lumière émise par celle-ci à cause de sa chaleur.

Remarque : mais alors, pourquoi sur le dessin les raies sont blanches alors qu'elles devraient être noires ?

La BD date de 1940, il s'agit d'un négatif, dont il faudrait inverser les couleurs pour avoir la vraie image : les bandes blanches sont en fait noires !

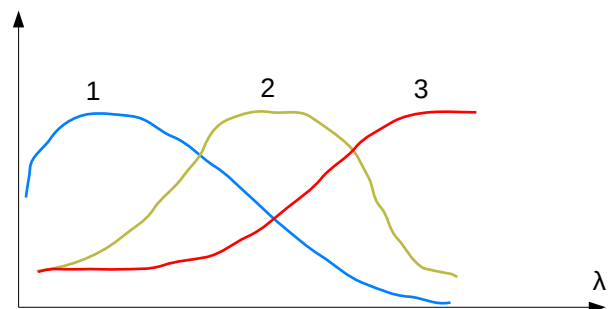
3) Au regard des données, quel est l'élément que le professeur Calys a identifié ? **JUSTIFIER**

La lecture graphique indique les valeurs suivantes : ~ 400 , ~ 430 , ~ 450 , ~ 600 .

Parmi les éléments à disposition, seuls 2 présentent 4 raies (hydrogène et fer), mais seul le fer est compatible avec ces valeurs. **Il s'agit donc probablement de fer.**

4) Préciser en quelques mots comment le professeur Calys aurait également pu déterminer précisément la température de cette boule de feu. Un graphique peut être dessiné.

Il est possible de déterminer la température à partir du maximum d'intensité du spectre de corps noir de l'étoile. Plus ce maximum est décalé en direction des petites longueurs d'onde, plus l'objet est chaud.



Dans ce cas, $T_1 > T_2 > T_3$

