

**I. La machine à remonter le temps. (7 points).**

- Le document suivant est extrait du livre d'Hubert Reeves « Patience dans l'azur », le Seuil (1996)

« Nous savons aujourd'hui que, comme le son, la lumière se propage à une vitesse bien déterminée [...]. 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. A 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 avantage. Nous avons trouvé la machine à remonter le temps ! En regardant loin, nous regardons tôt. 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. A l'inverse, d'hypothétiques habitants d'Andromède, munis de puissants télescopes, pourraient nous voir aujourd'hui l'éveil de l'humanité sur notre planète...

Les objets les plus lointains sont les quasars. Ce sont en fait des galaxies [...]. Certains quasars sont situés à douze milliards d'années-lumière. La lumière a voyagé pendant douze milliards d'années. 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 au terme de cet incroyable voyage. »

- Quelle est la vitesse, notée  $c$ , de la lumière dans le vide ? Donner le résultat d'abord en kilomètres par seconde puis en mètres par seconde
  - En déduire la vitesse  $v$  du son dans l'air en mètres par seconde.
  - Expliquer la phrase « En regardant loin, nous regardons tôt » (lignes 6-7)
  - A partir des indications du texte, proposer une définition de l'année-lumière, appelée aussi année de lumière.
  - Exprimer l'année de lumière *a.l.* en mètres. Détailler votre calcul.
  - D'après le texte d'Hubert Reeves, quel serait l'âge de l'Univers ? (lignes 12-13)
- En septembre 2012, grâce au télescope spatial Hubble et à la relativité générale d'Einstein, des chercheurs ont pu observer une galaxie lointaine qui remonte à l'aube de l'Univers, 500 millions d'années seulement après le Big-Bang. Cette galaxie est située à une distance de 13,2 milliards d'années de lumière
- D'après cette dernière information, à quand remonte le Big-Bang ? Détailler votre raisonnement.  
Le résultat est-il en accord avec la question 6) ?

**II. Cours. (5 points).**

- Comment obtient-on un spectre d'émission continu ?
- Comment s'enrichit-il quand la température de la source augmente ?
- Comment obtient-on un spectre de raies d'émission ?
- Comment obtient-on un spectre d'absorption ?
- Pourquoi les raies d'absorption du spectre d'une étoile renseignent-elles sur les atomes ou les ions présents dans son atmosphère ?

**Exercice 3 QCM (8 points)-** Cocher la bonne réponse (plusieurs réponses sont parfois possibles !)

Attention : certaines réponses fausses peuvent annuler certaines réponses justes !



Le spectre représenté ci-contre est :

- celui de la lumière blanche.  
 celui d'une lumière polychromatique.  
 celui d'une lumière monochromatique.  
 un spectre continu.  un spectre discontinu

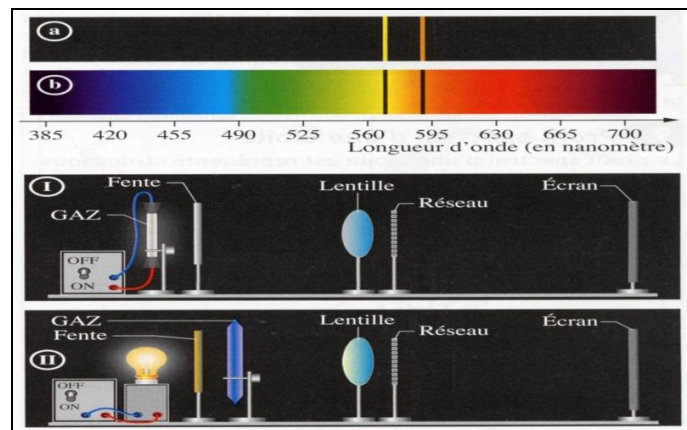
2) Le spectre visible de la lumière blanche est constitué :

- de radiations comprises entre 400 et 800 nm
- de radiations comprises entre 400 et 800 pm
- de radiations comprises entre 400 et 800 mm
- de radiations comprises entre  $400 \times 10^{-12}$  m et  $800 \times 10^{-12}$  m.
- de radiations comprises entre  $400 \times 10^{-9}$  m et  $800 \times 10^{-9}$  m.

3) Une entité chimique gazeuse, sous faible pression, est éclairée par de la lumière blanche. Le spectre de la lumière ayant traversé ce gaz est :

- caractéristique de cette entité chimique
  - un spectre d'émission
  - un spectre d'absorption
- constitué de raies noires sur fond coloré
- constitué de raies colorées sur fond noir

4)



a) Le spectre *a* est un spectre :

- d'absorption
- d'émission
- un spectre de bandes
- un spectre de raies
- il s'obtient grâce au montage 1
- il s'obtient grâce au montage 2

b) Le spectre *b* est un spectre :

- d'absorption
- d'émission
- il s'obtient grâce au montage 1
- il s'obtient grâce au montage 2

c) La présence de raies noires est :

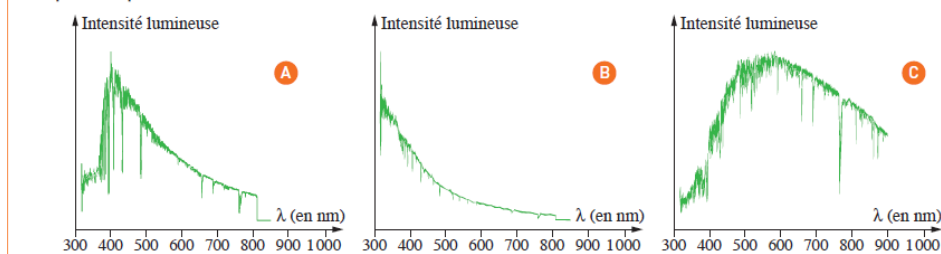
- due à une absorption par le réseau
- due à une émission par le gaz
- due à une absorption par le gaz

6) La chromosphère du Soleil contient un grand nombre d'entités chimiques :

- mais est essentiellement constituée d'hydrogène et d'hélium
- ces entités absorbent des radiations présentes dans la lumière émise par le Soleil
- ces entités émettent des radiations présentes dans la lumière du Soleil

7)

Les profils spectraux de trois étoiles sont schématisés ci-dessous :



a) Le profil spectral d'une étoile permet de connaître :

- sa composition chimique
- sa température
- sa masse

b) L'étoile la plus chaude est :

- A
- B
- C

c) L'une de ces étoiles est blanche ; c'est l'étoile :

- A
- B
- C

d) Chaque minimum de l'intensité lumineuse correspond à :

- une émission
- une absorption
- une température

I. La machine à remonter le temps

1)  $c \approx 300\,000\,000 \text{ km.s}^{-1} = 300\,000\,000 \text{ m.s}^{-1}$

2) D'après le texte, la vitesse de la lumière est un million de fois plus vite que la vitesse du son  $v$  dans l'air donc

$$v = \frac{c}{1\,000\,000} = 300 \text{ m.s}^{-1}$$

3) Plus nous regardons loin dans l'Univers, plus la lumière que nous observons a mis du temps pour parcourir cette distance, la lumière observée est donc très ancienne dans le temps, plus nous regardons tôt

4) **L'année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année.**

5)  $1 \text{ a.l.} = c \times \Delta t = 300\,000\,000 \times (365 \times 24 \times 60 \times 60) = 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$

(9,47 × 10<sup>15</sup> m en prenant 1 an = 365,24 jours)

6) Certains quasars sont à 12 milliards d'années-lumière donc la lumière observée a mis 12 milliards d'années pour nous parvenir ce qui représente 80 % de l'âge de l'Univers.

$$\text{L'âge de l'Univers serait de } \frac{12 \text{ milliards d'années}}{80\%} = 15 \text{ milliards d'années}$$

7) La galaxie est située à une distance de 13,2 milliards d'années de lumière donc la lumière observée a mis 13,2 milliards d'années pour nous parvenir, 500 millions d'années seulement après le Big-Bang.

Le Big-Bang daterait de 13,2 milliards d'années + 0,5 milliards d'années = **13,7 milliards d'années**

Le résultat est plus précis que lors de la question 6).

II. Cours.

1. Pour obtenir un spectre d'émission continu, il faut avant tout obtenir un spectre et pour cela, disposer d'un système dispersif. Ce peut être un prisme ou un réseau (il faut alors prévoir de collimater le faisceau lumineux en utilisant un diaphragme et une lentille avant de l'envoyer sur le système dispersif). On peut autrement utiliser un spectroscopie par lequel on observe le spectre de la lumière visée.

Pour que ce spectre soit un spectre d'émission continue, il faut viser une source de lumière blanche (Soleil, lampe à incandescence, bougie).

2. Lorsque la température de la source de lumière augmente, le spectre d'émission continue s'enrichit en radiations bleues puis violettes.

3. Pour obtenir un spectre de raies d'émission, il faut de nouveau obtenir un spectre et pour cela, disposer d'un des dispositifs présentés dans la question 1. Pour que ce spectre soit un spectre de raies d'émission, il faut que la source de lumière visée soit un gaz à faible pression chauffé.

4. Pour obtenir un spectre d'absorption, il faut que la lumière qu'on enverra sur le dispositif choisi pour sa dispersion, traverse auparavant une substance (qu'elle soit gazeuse, liquide ou solide) dont les particules absorberont une partie des « couleurs ». On obtient un spectre de raies d'absorption si la substance traversée par la lumière (souvent de la lumière blanche) est un gaz à faible pression. Pour obtenir un spectre de bandes d'absorption dans lequel des plages noires se dessinent car de grandes quantités de radiations/couleurs sont absorbées, il faut que la substance soit un gaz à forte pression, un liquide ou un solide, toute substance à forte densité et qui contient donc un grand nombre de particules.

5. Si les raies d'absorption du spectre d'une étoile renseignent sur les atomes ou les ions présents dans son atmosphère, c'est parce que ces radiations absorbées l'ont été dans l'atmosphère de l'étoile et qu'un élément chimique (que ce soit sous forme atomique ou ionique) ne peut absorber que les radiations qu'il est capable d'émettre. Or nous disposons des spectres de raies d'émission de tous les éléments chimiques et il est donc possible de les comparer aux spectres d'émission des étoiles qui contiennent les raies d'absorptions et de déterminer ainsi les éléments chimiques responsables de cette absorption.

**Exercice 3** QCM.

1) Le spectre représenté ci-contre est :

x celui de la lumière blanche.

x celui d'une lumière polychromatique.

x celui d'une lumière monochromatique.

x un spectre continu.

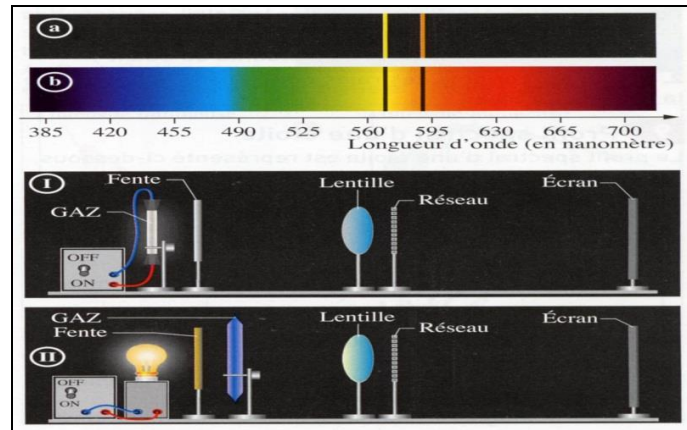
2) Le spectre visible de la lumière blanche est constitué :

- de radiations comprises entre 400 et 800 nm
- de radiations comprises entre  $400 \times 10^{-9}$  m et  $800 \times 10^{-9}$  m.

3) Une entité chimique gazeuse, sous faible pression, est éclairée par de la lumière blanche. Le spectre de la lumière ayant traversé ce gaz est :

- caractéristique de cette entité chimique
- un spectre d'absorption
- constitué de raies colorées sur fond noir

4)



a) Le spectre *a* est un spectre :

- d'émission  un spectre de raies
- il s'obtient grâce au montage 1

b) Le spectre *b* est un spectre :

- d'absorption  il s'obtient grâce au montage 2

c) La présence de raies noires est :

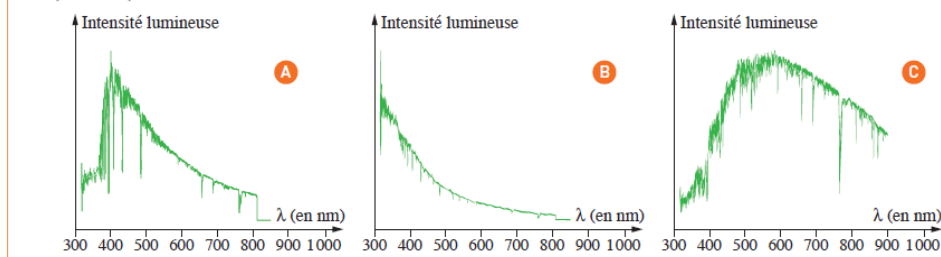
- due à une absorption par le gaz

6) La chromosphère du Soleil contient un grand nombre d'entités chimiques :

- mais est essentiellement constituée d'hydrogène et d'hélium
- ces entités absorbent des radiations présentes dans la lumière émise par le Soleil

7)

Les profils spectraux de trois étoiles sont schématisés ci-dessous :



a) Le profil spectral d'une étoile permet de connaître :

- sa température

b) L'étoile la plus chaude est  B

c) L'une de ces étoiles est blanche ; c'est l'étoile :  C

d) Chaque minimum de l'intensité lumineuse correspond à :

- une absorption

**I. La machine à remonter le temps. (7 points)**

- 1)  $c \approx 300\,000\,000\text{ km.s}^{-1} = 300\,000\,000\,000\text{ m.s}^{-1}$  (1 point)  
 2) D'après le texte, la vitesse de la lumière est un million de fois plus vite que la vitesse du son  $v$  dans l'air donc

$$v = \frac{c}{1\,000\,000} = 300\text{ m.s}^{-1}. \text{ (1 point)}$$

- 3) Plus nous regardons loin dans l'Univers, plus la lumière que nous observons a mis du temps pour parcourir cette distance, la lumière observée est donc très ancienne dans le temps, plus nous regardons tôt (1 point)  
 4) **L'année-lumière est la distance parcourue par la lumière en une année. (1 point)**  
 5)  $1\text{ a.l.} = c \times \Delta t = 300\,000\,000 \times (365 \times 24 \times 60 \times 60) = 9,46 \times 10^{15}\text{ m}$  (1 point)  
 (9,47  $\times 10^{15}$  m en prenant 1 an = 365,24 jours)  
 6) Certains quasars sont à 12 milliards d'années-lumière donc la lumière observée a mis 12 milliards d'années pour nous parvenir ce qui représente 80 % de l'âge de l'Univers. (1 point)  
 L'âge de l'Univers serait de  $\frac{12\text{ milliards d'années}}{80\%} = 15\text{ milliards d'années}$   
 7) La galaxie est située à une distance de 13,2 milliards d'années de lumière donc la lumière observée a mis 13,2 milliards d'années pour nous parvenir, 500 millions d'années seulement après le Big-Bang.  
 Le Big-Bang daterait de 13,2 milliards d'années + 0,5 milliards d'années = **13,7 milliards d'années**  
 Le résultat est plus précis que lors de la question 6). (1 point)

**II. Cours.(5 points)**

1. Pour obtenir un spectre d'émission continu, il faut avant tout obtenir un spectre et pour cela, disposer d'un système dispersif. Ce peut être un prisme ou un réseau (il faut alors prévoir de collimater le faisceau lumineux en utilisant un diaphragme et une lentille avant de l'envoyer sur le système dispersif). On peut autrement utiliser un spectroscopie par lequel on observe le spectre de la lumière visée.

Pour que ce spectre soit un spectre d'émission continue, il faut viser une source de lumière blanche (Soleil, lampe à incandescence, bougie). (1 point)

2. Lorsque la température de la source de lumière augmente, le spectre d'émission continue s'enrichit en radiations bleues puis violettes. (1 point)

3. Pour obtenir un spectre de raies d'émission, il faut de nouveau obtenir un spectre et pour cela, disposer d'un des dispositifs présentés dans la question 1. Pour que ce spectre soit un spectre de raies d'émission, il faut que la source de lumière visée soit un gaz à faible pression chauffé. (1 point)

4. Pour obtenir un spectre d'absorption, il faut que la lumière qu'on enverra sur le dispositif choisi pour sa dispersion, traverse auparavant une substance (qu'elle soit gazeuse, liquide ou solide) dont les particules absorberont une partie des « couleurs ». On obtient un spectre de raies d'absorption si la substance traversée par la lumière (souvent de la lumière blanche) est un gaz à faible pression. Pour obtenir un spectre de bandes d'absorption dans lequel des plages noires se dessinent car de grandes quantités de radiations/couleurs sont absorbées, il faut que la substance soit un gaz à forte pression, un liquide ou un solide, toute substance à forte densité et qui contient donc un grand nombre de particules. (1 point)

5. Si les raies d'absorption du spectre d'une étoile renseignent sur les atomes ou les ions présents dans son atmosphère, c'est parce que ces radiations absorbées l'ont été dans l'atmosphère de l'étoile et qu'un élément chimique (que ce soit sous forme atomique ou ionique) ne peut absorber que les radiations qu'il est capable d'émettre. Or nous disposons des spectres de raies d'émission de tous les éléments chimiques et il est donc possible de les comparer aux spectres d'émission des étoiles qui contiennent les raies d'absorptions et de déterminer ainsi les éléments chimiques responsables de cette absorption. (1 point)

**Exercice 3 QCM.(8 points).**

- 1) Le spectre représenté ci-contre est : (1 points)

x celui de la lumière blanche.

x celui d'une lumière polychromatique.

x celui d'une lumière monochromatique.

x un spectre continu.

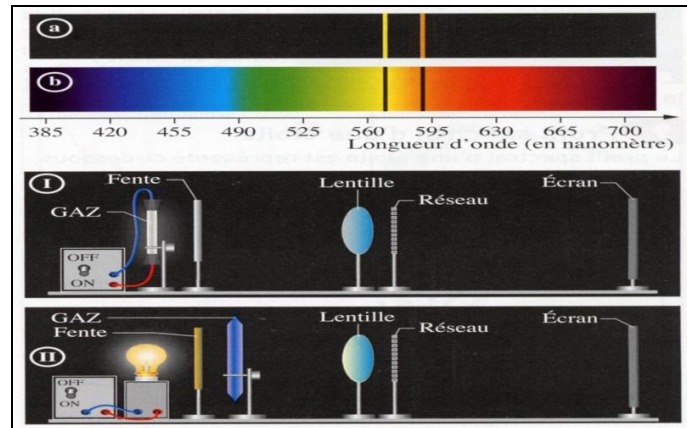
2) Le spectre visible de la lumière blanche est constitué : **(1 point)**

- de radiations comprises entre 400 et 800 nm
- de radiations comprises entre  $400 \times 10^{-9}$  m et  $800 \times 10^{-9}$  m.

3) Une entité chimique gazeuse, sous faible pression, est éclairée par de la lumière blanche. Le spectre de la lumière ayant traversé ce gaz est : **(1 point)**

- caractéristique de cette entité chimique
- un spectre d'absorption
- constitué de raies colorées sur fond noir

4)



a) Le spectre **a** est un spectre : **(1 point)**

- d'émission
- un spectre de raies
- il s'obtient grâce au montage 1

b) Le spectre **b** est un spectre : **(1 point)**

- d'absorption
- il s'obtient grâce au montage 2

d) La présence de raies noires est : **(0.5 point)**

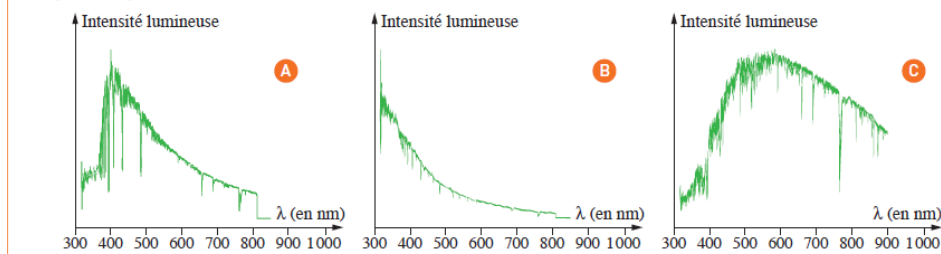
- due à une absorption par le gaz

6) La chromosphère du Soleil contient un grand nombre d'entités chimiques : **(0.5 point)**

- mais est essentiellement constituée d'hydrogène et d'hélium
- ces entités absorbent des radiations présentes dans la lumière émise par le Soleil

7)

Les profils spectraux de trois étoiles sont schématisés ci-dessous :



a) Le profil spectral d'une étoile permet de connaître : **(0.5 point)**

- sa température

b) L'étoile la plus chaude est :  B **(0.5 point)**

c) L'une de ces étoiles est blanche ; c'est l'étoile :  C **(0.5 point)**

d) Chaque minimum de l'intensité lumineuse correspond à :

- une absorption **(0.5 point)**