

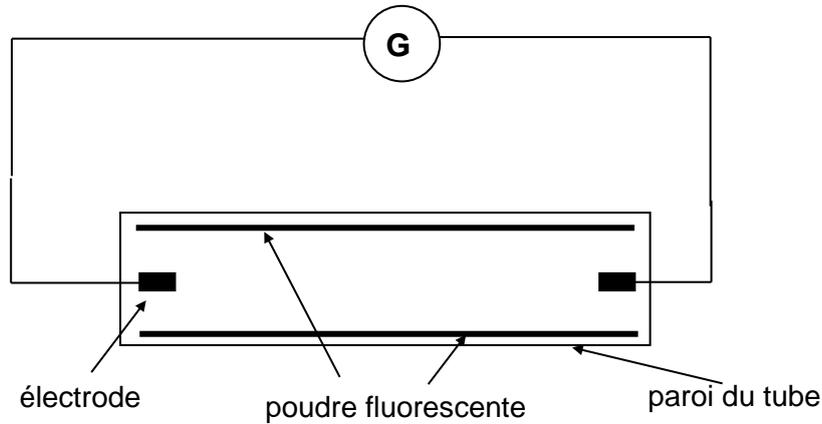
**Devoir surveillé****Données :**

- constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s ;
- un électron-volt :  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$  J ;
- la valeur de la célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

**Exercice N°1/ Principe de fonctionnement d'un tube fluorescent (10 points)**

Le tube fluorescent étudié est constitué d'un cylindre de verre qui contient un gaz à basse pression. La paroi intérieure du cylindre est recouverte d'une poudre fluorescente. Lorsque le tube est mis sous tension, une décharge électrique se produit: des électrons circulent dans le gaz entre les deux électrodes. Les électrons bombardent les atomes gazeux et leur cèdent de l' énergie.

Le schéma simplifié du circuit est donné ci-dessous :



On donne en annexe les spectres, dans le visible, des lumières émises par deux tubes fluorescents et deux lampes (une lampe à vapeur de mercure et une lampe à vapeur de sodium) vendus dans le commerce.

1.1/ Quel est le gaz contenu dans les tubes 1 et 2 ? Justifier.

**Étude du spectre du mercure.**

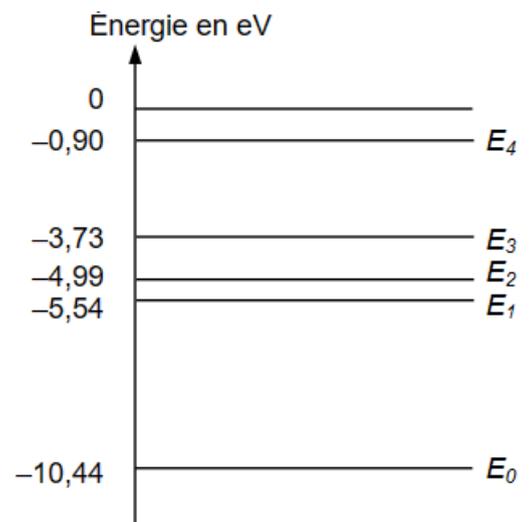
Le diagramme ci-contre représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

2.1/ Comment désigne-t-on le niveau le plus bas  $E_0$  sur le diagramme énergétique ?

2.2/ Un électron cède une partie de son énergie à un atome de mercure. L'énergie de celui-ci passe du niveau  $E_0$  au niveau  $E_1$ . Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve alors l'atome de mercure ?

2.3/ Lors de la transition du niveau  $E_1$  vers le niveau  $E_0$ , l'atome de mercure perd un quantum d'énergie.

- Comment se manifeste cette perte d'énergie ?
- Calculer la longueur d'onde  $\lambda_{1 \rightarrow 0}$  correspondante dans le vide.
- Dans quel domaine, ultra-violet (U.V.) , visible ou infra-rouge (I.R.), se situe la radiation de longueur d'onde  $\lambda_{1 \rightarrow 0}$



**Des U.V. à la lumière visible.**

Pour que la poudre produise de la lumière visible, elle doit être soumise à un rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 200 nm et 300 nm. Elle émet alors de la lumière dont le spectre est continu.

**3.1/** La vapeur de mercure contenue dans le tube permet-elle à la poudre déposée sur les parois du tube d'émettre de la lumière visible ? Justifier.

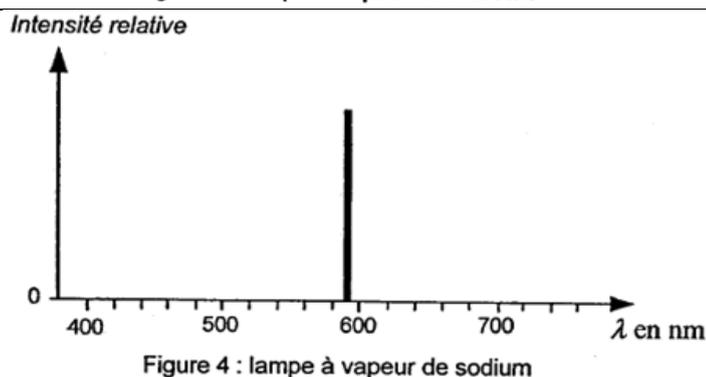
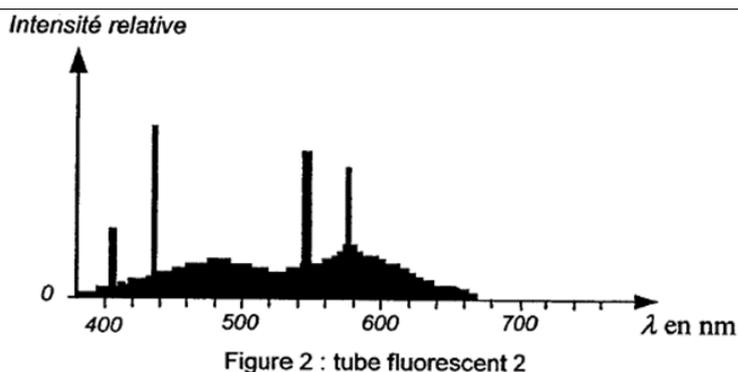
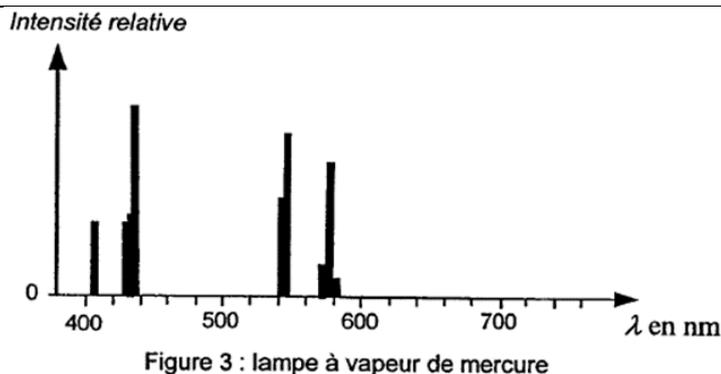
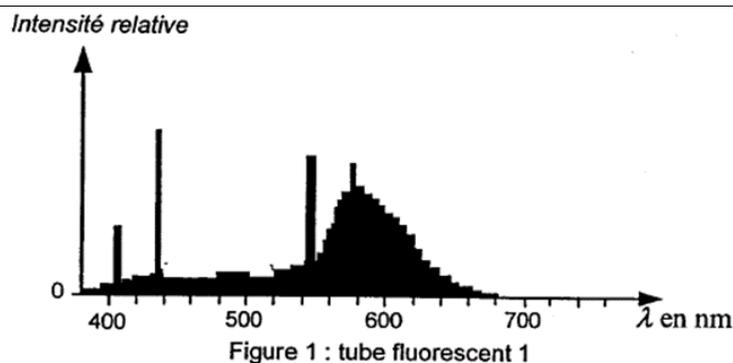
Un éclairage confortable pour la restitution des couleurs correspond à de la lumière dont le spectre est continu et se rapproche de celui de la lumière solaire.

**3.2/** En comparant soit les spectres des figures 2 et 3, soit les spectres des figures 1 et 3, donnés en annexe, indiquer le rôle des poudres.

**3.3/** En comparant les spectres des figures 1 et 2, montrer que la nature de la poudre a une influence sur la couleur de la lumière émise.

**SPECTRES À UTILISER**

Ces représentations sont limitées aux rayonnements visibles



## Corrigé

**1.1/** Dans les 2 tubes, le gaz utilisé est le mercure (Hg).

Sur les spectres des lumières émises par les deux tubes fluorescents, les pics d'intensités relatives sont les mêmes que ceux correspondant à la lampe à vapeur de mercure : les raies d'émission, caractéristiques des éléments, sont donc identiques (raies d'émission particulièrement importantes à environ 410 nm – 440 nm – 550 nm et 580 nm).

**2.1/** Le niveau de plus basse énergie est appelé niveau d'énergie fondamental ( $E_0 = -10,44$  eV).

Tous les autres états énergétiques sont des états excités

**2.2/** L'atome se trouve dans un état excité d'énergie  $E_1$ .

**2.3/**

- Si l'atome perd un quantum d'énergie, il y a émission d'un photon.

Energie du photon émis :  $\Delta E = \frac{hc}{\lambda_{1 \rightarrow 0}}$  avec

$$\Delta E = E_1 - E_0 = -5,54 - (-10,44) = -5,54 + 10,44 = 4,9 \text{ eV}$$

$$\text{soit } \lambda_{1 \rightarrow 0} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{4,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,54 \times 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{254 \text{ nm}}}$$

- La radiation de longueur d'onde 254 nm fait partie des UV car sa longueur d'onde est inférieure à 400 nm.

**3.1/** Les atomes de mercure en se désexcitant du niveau d'énergie  $E_1$  à  $E_0$  émettent un rayonnement de longueur d'onde 254 nm.

**Or, pour que la poudre produise de la lumière visible, elle doit être soumise à un rayonnement de longueur d'onde compris entre 200 nm et 300 nm** (voir texte). Par conséquent la vapeur de mercure permet à la poudre d'émettre de la lumière visible dont le spectre est continu.

**3.2/** Le spectre de la vapeur de sodium est discontinu, alors que celui du tube fluorescent est continu (pour des longueurs d'onde comprises entre 380 nm et 670 nm). Grâce à la poudre posée sur les parois du tube, on obtient un spectre continu proche de celui de la lumière solaire. La poudre permet d'obtenir une lumière agréable à l'œil.

**3.3/** Les intensités relatives des différentes longueurs d'onde ne sont pas identiques pour les 2 tubes fluorescents.

- Le tube 1 possède les radiations les plus intenses (comprises entre 560 et 640 nm avec un maximum vers 580 nm). La lumière émise sera jaune-orangé. Ces radiations s'ajoutent aux quatre radiations correspondant à la vapeur de mercure (d'intensités plus fortes vers 410 nm – 440 nm – 550 nm et 580 nm).

- Toutes les intensités lumineuses du tube 2 sont sensiblement équivalentes. La lumière émise sera plutôt de couleur blanche. Ces radiations s'ajoutent aussi aux quatre radiations correspondant à la vapeur de mercure (d'intensités plus fortes).