

## Première partie (10 points)

### « LITER OF LIGHT »

#### DE LA LUMIÈRE À DES MILLIERS DE PERSONNES

L'idée d'insérer une bouteille d'eau dans le toit des maisons a émergé en 2002. La bouteille fonctionne comme un puits de lumière et permet d'apporter de l'éclairage pendant la journée dans des maisons le plus souvent dépourvues de fenêtres.

En 2011, le système a été amélioré. Dans la même bouteille, ont été intégrés une LED, des composants électroniques, une batterie, un tube et un panneau solaire, le tout pour 10 euros environ. Cela permet d'éclairer une pièce de 15 m<sup>2</sup> à la nuit tombée.

Finalement le système a été transposé à l'éclairage des rues la nuit.

Ce système d'éclairage peu coûteux et très simple a été imaginé par « Liter of Light » (un litre de lumière en français), une ONG présente dans plus de 30 pays en voie de développement.



### Questions (on s'aidera des documents ci-dessous)

Sur la copie, le travail consiste à produire une présentation graphique du dispositif « Liter of Light ». Cette planche devra rendre compte :

1. du dispositif de la première version ainsi que du trajet de la lumière solaire dans la bouteille jusqu'à la pièce où elle est installée ;
2. du dispositif de la deuxième version, et en particulier du fonctionnement de la batterie lorsqu'elle se décharge dans la LED (circulation des électrons et des ions, réactions chimiques, nom de ces réactions) ;
3. de l'intérêt de « Liter of Light » pour les populations concernées, ainsi qu'en terme d'impact environnemental.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

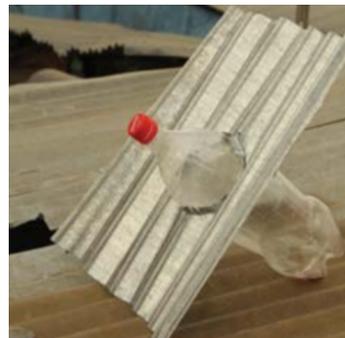
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### DOCUMENT 1 : la première version de « Liter of Light »

On remplit d'eau et d'un peu d'eau de Javel une bouteille en plastique. La bouteille est poussée puis scellée dans une tôle d'acier qui sert de verrou pour l'empêcher de glisser. Le tout est ensuite intégré dans le toit de la maison, généralement en tôle ondulée lui aussi. Une petite partie de la bouteille est laissée à l'extérieur tandis que le reste fait saillie dans la maison.

L'eau de Javel évite la formation des algues, mais le principal défi est la colle qui doit être étanche, durable, et ne pas fondre au soleil. On utilise des colles à base de silicone ou de polyuréthane. C'est la version minimaliste du puits de lumière utilisé en architecture pour éclairer des pièces où l'on ne peut pas installer des ouvertures traditionnelles. La lumière du soleil qui frappe la bouteille subit une série de réflexions sur les parois intérieures de la bouteille et de réfractions air/eau et eau/air <sup>(1)</sup>. Ceci garantit d'avoir, à la sortie de la bouteille, une lumière omnidirectionnelle, ressemblant à celle d'une ampoule à incandescence de 40 à 60 W selon l'intensité de la lumière solaire, et permettant ainsi d'éclairer une pièce de 15 m<sup>2</sup>.

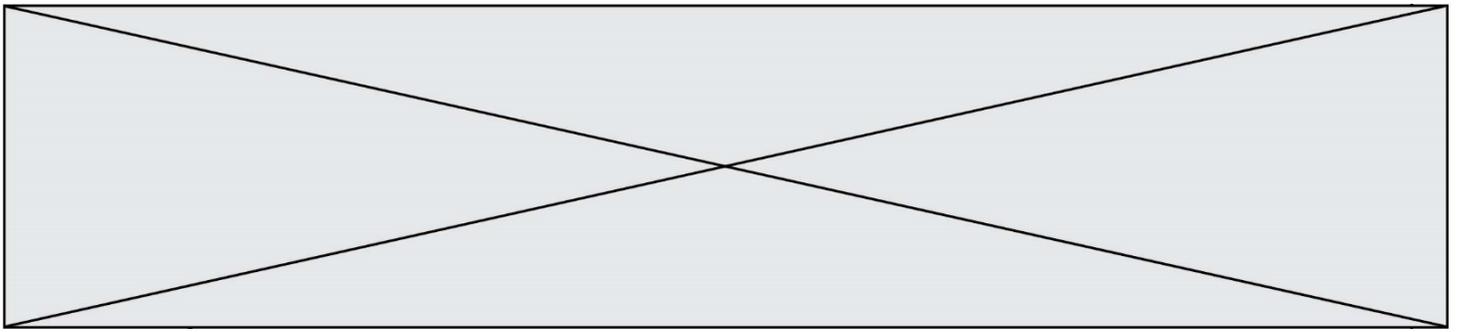


(1) on considère que l'épaisseur de la paroi en plastique est quasi nulle.

### DOCUMENT 2 : la deuxième version de « Liter of Light »

Une amélioration a été apportée au dispositif pour fournir un éclairage aussi durant la nuit. Un petit panneau solaire est relié à une batterie au lithium, du type de celles utilisées dans les portables, permettant ainsi de stocker, pendant le jour, l'énergie dans la batterie. La batterie et le circuit électrique sont insérés à l'intérieur d'un tuyau en PVC. La nuit tombée, un interrupteur permet de relier la batterie au lithium à une LED située à l'intérieur de la bouteille.





### DOCUMENT 3 : la batterie au lithium

#### Constitution de la batterie lorsqu'elle est chargée :

**Partie A** : électrode de graphite dans laquelle sont piégés des atomes de lithium Li

**Partie B** : matériau qui autorise le passage des ions, mais pas celui des électrons

**Partie C** : électrode d'oxyde de cobalt

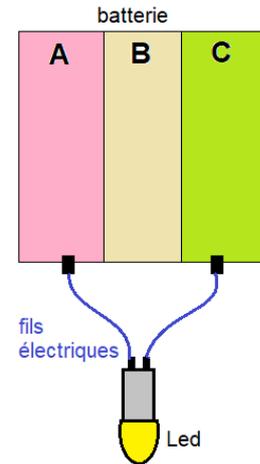
#### Fonctionnement lorsque la batterie se décharge dans la LED

Lorsque la batterie se décharge dans la LED, les atomes de lithium **Li** de la partie A se transforment en ions lithium **Li<sup>+</sup>** en libérant chacun un électron. Les ions lithium traversent alors la partie B, mais les électrons, ne pouvant traverser la partie B, sont contraints d'emprunter le circuit extérieur et de traverser la LED, qui s'allume.

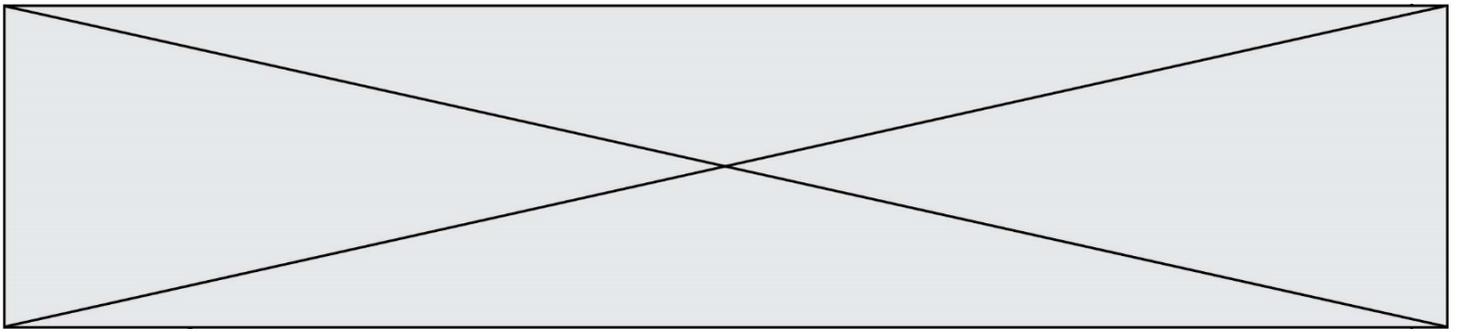
Les ions lithium retrouvent les électrons dans la partie C et vont se transformer en atomes de lithium qui vont être piégés dans l'oxyde de cobalt.

#### Fonctionnement lorsque la batterie se charge

La batterie est alors reliée au panneau solaire et tout fonctionne en sens inverse, ce qui permet en quelque sorte de transférer à nouveau les atomes de lithium de la partie C vers la partie A.







On considère la photographie  $P_1$  de la statue « Coutelle » :

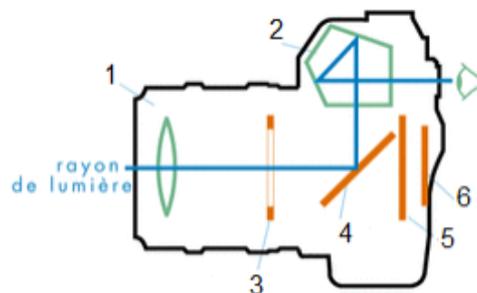


Cette photographie bien réussie a été prise avec un appareil photo 24 x 36 plein format avec les réglages suivants :  
 Temps de pose :  $t = 1/1000$  s  
 Focale :  $f' = 28$  mm  
 Nombre d'ouverture :  $N = 4$

Relation entre les temps de pose  $t$  et  $t'$  et les nombres d'ouverture  $N$  et  $N'$  pour une même quantité de lumière :  $\frac{N^2}{t} = \frac{N'^2}{t'}$

L'objectif de l'appareil photographique peut être modélisé par une lentille convergente de focale  $f'$ .

4. Réaliser un schéma de la situation sans souci d'échelle. À l'aide de ce schéma, préciser le sens de l'image obtenue.
5. La photographie précédente a été prise à l'aide d'un appareil à visée « réflex ». Indiquer sur la copie les noms des éléments numérotés de 1 à 6 ci-dessous.



6. L'appareil photographique et l'œil sont deux systèmes optiques comparables. Donner les équivalents, pour l'œil, des éléments 1, 3 et 6 ci-dessus.
7. Indiquer à quelle famille d'objectifs appartient celui qui est utilisé pour prendre la photographie  $P_1$ .

