





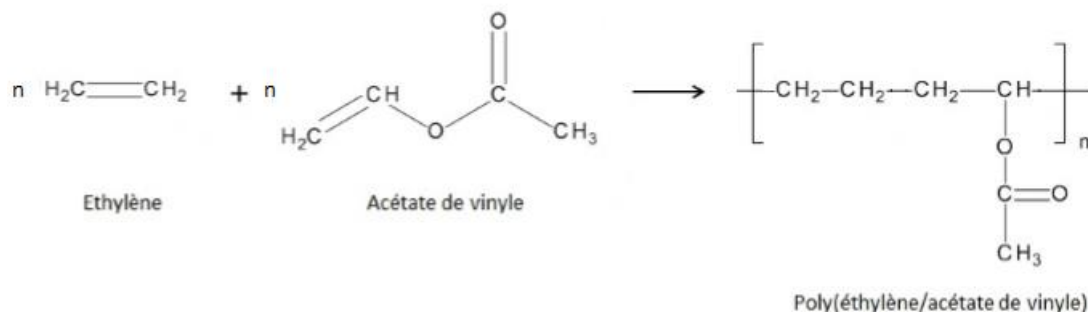
## Première partie (10 points)

### LA CANOPÉE

Inaugurée en 2016, La Canopée est une structure édifée au-dessus de la gare Châtelet-Les-Halles et du Forum commercial du quartier des Halles à Paris.

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

1. Citer le principal constituant du verre minéral.
2.
  - a. Définir le terme matériau composite.
  - b. Expliquer pourquoi l'architecte de la Canopée a préféré utiliser du verre minéral plutôt qu'un matériau composite pour les plaques de la toiture.
3.
  - a. Définir le terme alliage.
  - b. Citer les composants de l'alliage utilisé pour la charpente.
4. Pour assembler les deux couches de verre pour les surfaces planes de la verrière, le polymère utilisé est le copolymère éthylène-acétate de vinyle dont la réaction de copolymérisation simplifiée est donnée ci-dessous :



- a. Représenter l'acétate de vinyle en formule topologique.
  - b. Donner le nom de la fonction chimique de l'éthylène.
  - c. Cette réaction est-elle une polycondensation ou une polyaddition ? Justifier.
- Il existe deux types d'éthylène-éthanoate de vinyle (EVA) pour le feuilletage du verre :
- les EVA thermoplastiques, bon marché ;
  - les EVA thermodurcissables, plus chers qui offrent une meilleure qualité d'adhésion entre les deux couches de verre.
5. Définir les deux termes de thermoplastiques et thermodurcissables.
  6. Les architectes de la Canopée des Halles ont choisi d'utiliser un EVA thermodurcissable pour fabriquer le verre feuilleté de la verrière. En synthétisant les différentes informations, justifier ce choix.

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 : Description du projet

Image : [www.vinci-construction.fr](http://www.vinci-construction.fr)

Patrick Berger, l'architecte en charge du projet, a dessiné des formes arrondies inspirées de la nature et recherché des effets de lumière. Pour cela, il fallait trouver une



solution technique : « *Nous avons découpé l'enveloppe de verre en élément de verre plat, un peu comme des écailles de poissons pour pouvoir s'adapter à toutes les courbures. Il y a des arêtes métalliques qui tiennent chaque élément de verre qui pendant les longues variations du soleil est-ouest en passant par le sud permettent de créer une sorte de vibration changeante sur le bâtiment.* »<sup>1</sup>

Ainsi une immense toile composée de 18 000 plaques de verre, d'une surface de 25 000 m<sup>2</sup>, est sortie de terre. Cet ensemble verrier est soutenu par une charpente en acier, laquelle repose sur 72 poteaux.

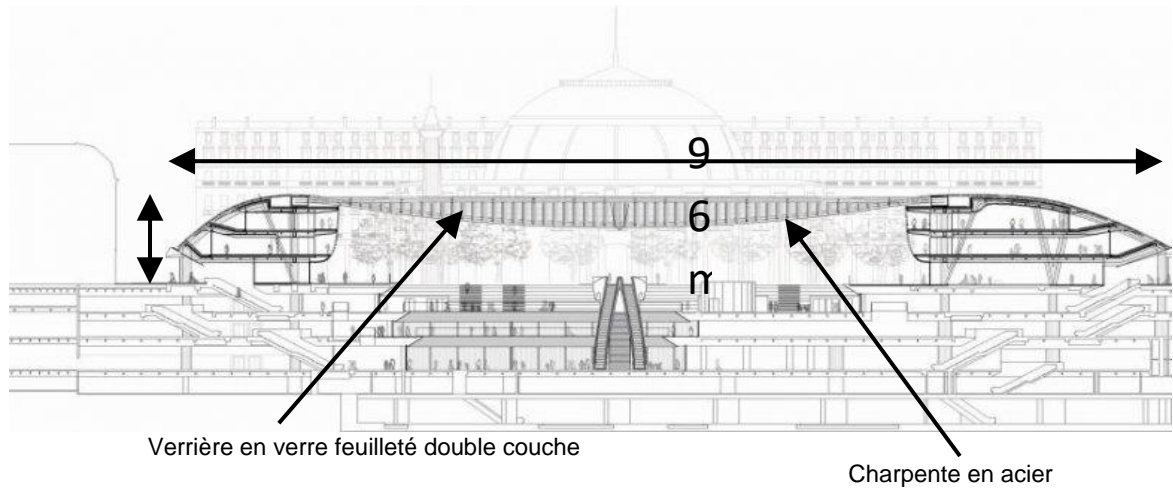
Ce verre doit respecter de nombreux critères : « *limiter le passage des rayons ultraviolets, être plat pour des raisons économiques (le verre courbe est plus cher), posséder des propriétés particulières de diffusion de la lumière et nécessiter un entretien limité. L'architecte s'était d'abord penché sur l'emploi de matériaux composites. Mais il a estimé ceux-ci trop onéreux et risquant de mal vieillir pour une utilisation horizontale et soumise en permanence aux rayons UV* »<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Source : <https://www.pavillon-arsenal.com/fr/paris-dactualites/10386-la-canopee-des-halles.html>

<sup>2</sup> Source : <https://www.usinenouvelle.com/article/agc-fourmira-le-verre-de-la-canopee-des-halles.N188055>



**Document 2 : Un verre de choix pour la structure de la Canopée**



Le verre feuilleté constituant la verrière est composé de deux couches afin que si l'un des deux verres se brise, l'autre résiste :

- la face extérieure est un verre émaillé jaune-verre ne contenant ni plomb, ni métaux lourds ;
- la face intérieure est un verre dépoli.

Les deux vitrages sont assemblés et séparés par un film de polymères pour les vitrages plans.

*D'après <https://www.verre-menuiserie.com/article/22890-le-verre-couturier-a-la-canopee-des-halles.html>*

**Document 3 : L'EVA, un polymère de choix dans la fabrication du verre feuilleté.**

L'éthylène-acétate de vinyle (aussi appelé EVA) est un copolymère (polymère à double motif) qui peut présenter des propriétés physiques différentes selon la proportion d'acétate de vinyle (de 10 % à 40 %) par rapport à celle d'éthylène introduite dans la réaction de polymérisation. Ces propriétés sont présentées dans le tableau ci-dessous :

	EVA thermoplastique	EVA thermodurcissable
Proportion d'acétate de vinyle	≤ 30 %	≥ 30 %
Brillance	+	+
Tenue à basse température	+	+
Tenue à haute température	-	+
Souplesse	+	-

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Deuxième partie (sur 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.



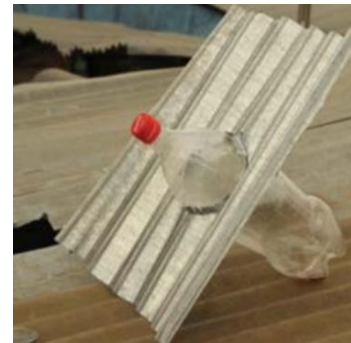
### DOCUMENT 1 : la première version de « Liter of Light »

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>.



<sup>(1)</sup> 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.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### 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  $\text{Li}^+$  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.

