





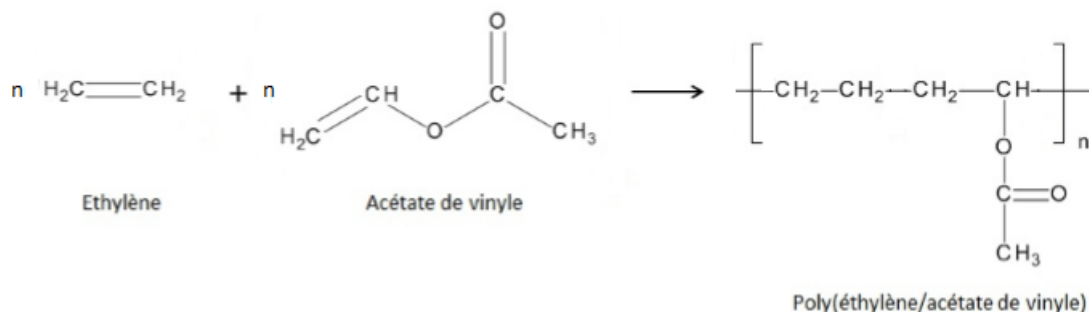
## Première partie (10 points)

### 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 feuilleteage 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 :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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



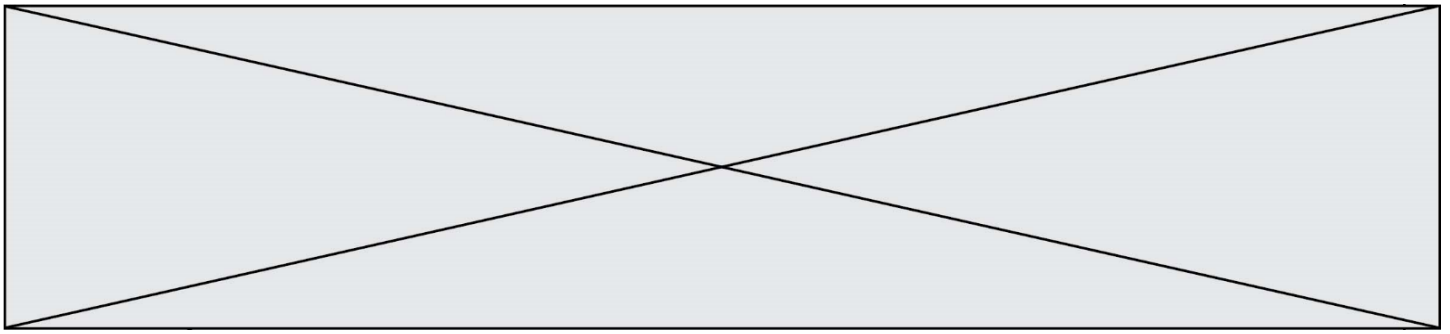
solution technique : « Nous avons découpé l'enveloppe de verre en élément de verre plat, un peu comme des écailles de poissons pour pouvoir s'adapter à toutes les courbures. Il y a des arêtes métalliques qui tiennent chaque élément de verre qui pendant les longues variations du soleil est-ouest en passant 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.

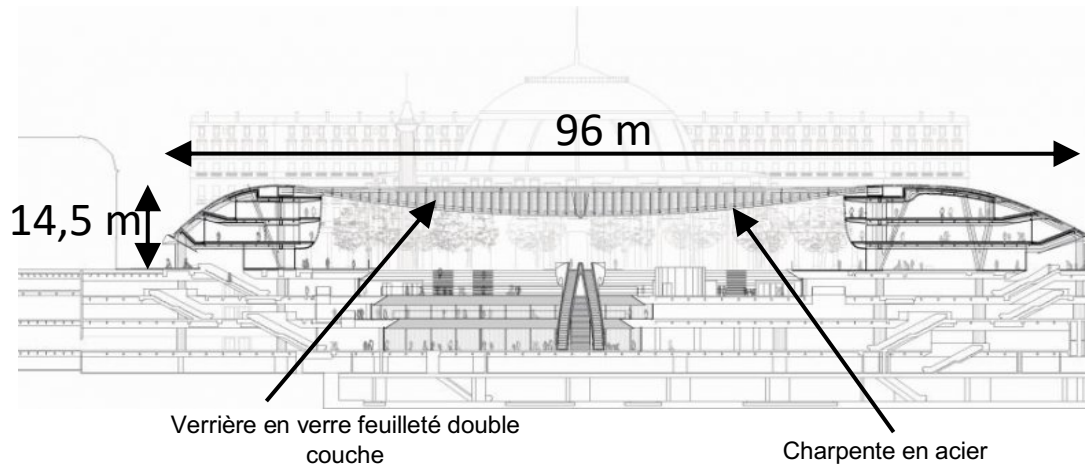
Ce verre doit respecter de nombreux critères : « limiter le passage des rayons ultraviolets, être plat pour des raisons économiques (le verre courbe est plus cher), posséder des propriétés particulières de diffusion de la lumière et nécessiter un entretien limité. L'architecte s'était d'abord penché 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 :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Deuxième partie (sur 10 points)

### LA BIOLUMINESCENCE, L'ÉCLAIRAGE DE DEMAIN ?

La start-up Glowee propose un éclairage des plus originaux : un petit peuple de bactéries génétiquement modifiées et ainsi rendues bioluminescentes. Tout est venu des abysses, où des animaux (méduses, calmars) savent se signaler dans les profondeurs obscures en émettant de la lumière par bioluminescence. Deux étudiantes en design se disent, devant un reportage montrant ces organismes colorés, que cette source de lumière pourrait un jour servir aux humains. Le projet Glowee est lancé et remporte le concours Art'Science. Ne reste plus qu'à le concrétiser, ce qui sera fait avec une équipe de l'école Sup'Biotech, qui connaît les gènes, les bactéries et la biochimie.

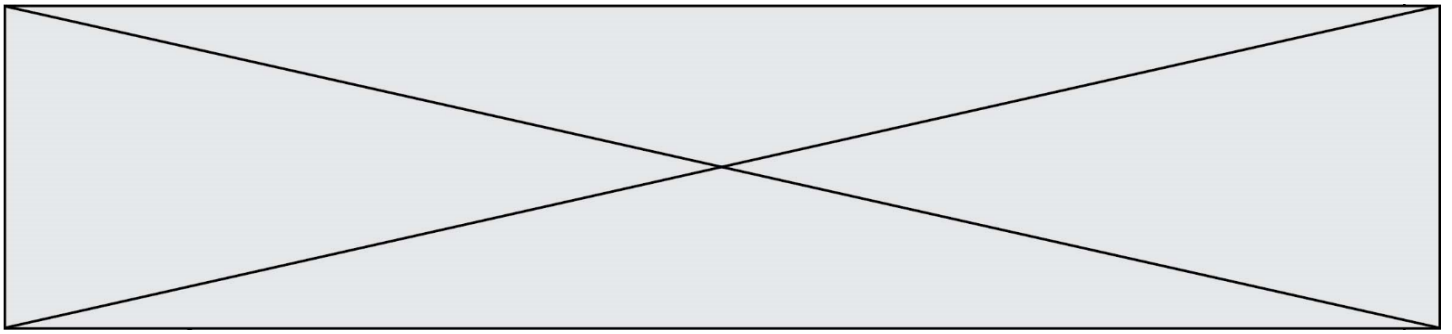


D'après : [www.futura-sciences.com/planete/actualites/environnement-bioluminescence-voici-glowee-eclairage-biologique-electricite-67331/](http://www.futura-sciences.com/planete/actualites/environnement-bioluminescence-voici-glowee-eclairage-biologique-electricite-67331/)

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

Il s'agit de produire une affiche pour la promotion grand public de l'innovation Glowee. Cette production graphique devra :

1. rendre compte de la manière dont les bactéries ont été rendues bioluminescentes en présentant le mécanisme de bioluminescence ;
2. rendre compte du mécanisme de transition de la coelentéramide du niveau excité au niveau fondamental avec émission de photon, et expliquer pourquoi la longueur d'onde de la lumière émise est fixée par l'écart entre les deux niveaux d'énergie mis en jeu ;
3. expliquer l'intérêt de l'innovation Glowee en termes d'impact environnemental, envisager des contextes de mises en œuvre possibles actuellement, et les améliorations que des recherches pourraient y apporter.



### DOCUMENT 1 : l'innovation Glowee.



Calmar abyssal



Bioréacteur

La lumière est émise par des bactéries très communes, *Escherichia coli*, qui sont génétiquement modifiées en y introduisant six gènes d'un calmar abyssal bioluminescent.

Il suffit d'ajouter dans le milieu un sucre particulier, l'arabinose, pour déclencher l'émission de lumière par ces bactéries.

Un "bioréacteur" a été mis au point par Glowee : un tube de verre rempli d'un liquide contenant de l'arabinose, et des bactéries génétiquement modifiées, qui s'y multiplient. Le système doit garantir une étanchéité qui empêchera la dissémination des bactéries.

L'émission de lumière peut durer plusieurs jours, même si elle est peu intense et d'une seule couleur de longueur d'onde égale à 490 nm.

### DOCUMENT 2 : énergie d'un photon

L'énergie  $W$  d'un photon, en J, est donnée par :  $W = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

- $h$  est la constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  J.s
- $c$  est la vitesse de la lumière :  $c = 3 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup>
- $\lambda$  est la longueur d'onde, en m, associée au photon émis

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

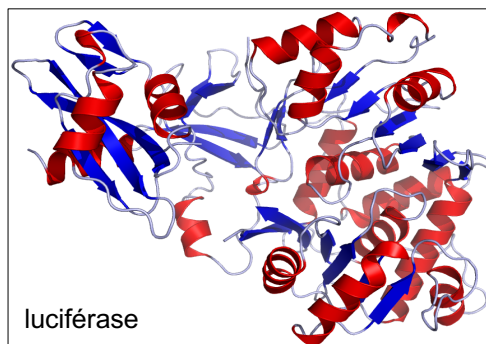
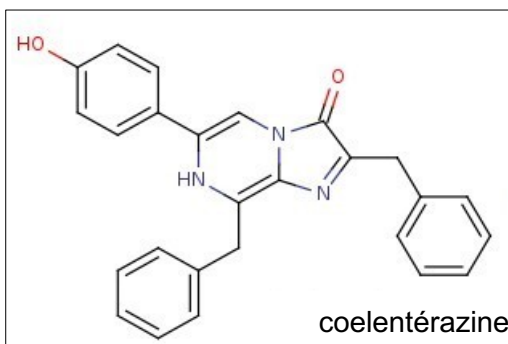
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

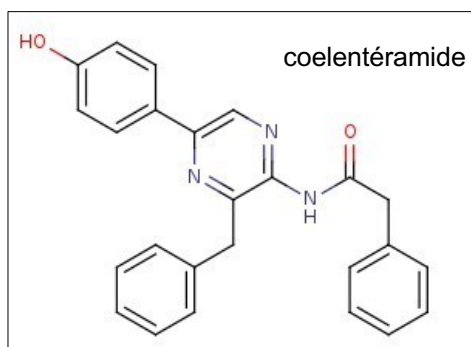
### DOCUMENT 3 : le mécanisme de bioluminescence

Le mécanisme de bioluminescence repose sur deux molécules, la luciférine et la luciférase, secrétées par des bactéries génétiquement modifiées. Il existe différentes luciférines, et dans le cas des calmars il s'agit de la coelentérazine. La luciférase quant à elle est un enzyme (une protéine).



Dans un premier temps, la coelentérazine vient s'emboîter dans la luciférase. Cette association des deux molécules est nommé *complexe*.

Par réaction avec le dioxygène présent dans l'eau, la coelentérazine emboîtée dans la luciférase va se transformer en coelentéramide.



Cependant, la coelentéramide est dans un état d'énergie excité. En se désexcitant, c'est à dire en retournant dans son état d'énergie fondamentale, la coelentéramide va émettre un photon. La longueur d'onde du photon émis dépend de l'écart d'énergie entre le niveau excité et le niveau fondamental, entre lesquels s'opère la *transition*. Enfin, le complexe se désassemble, et la coelentéramide est retransformée en coelentérazine par une succession de réaction biochimiques. Le processus peut alors recommencer.