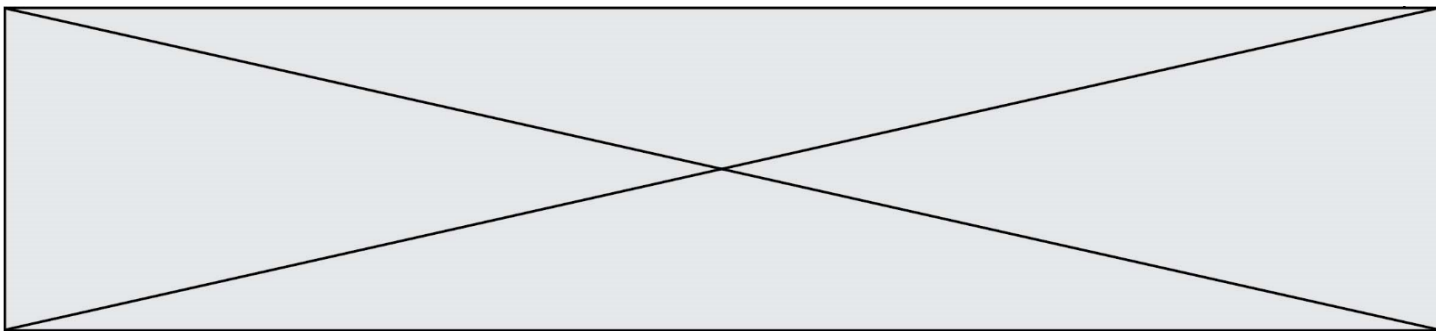




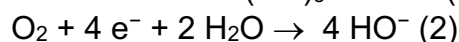
Première partie (10 points)

LE BÉTON, MATÉRIAU D'ARCHITECTE

Le béton est composé de ciment, de sable, d'eau et de graviers.

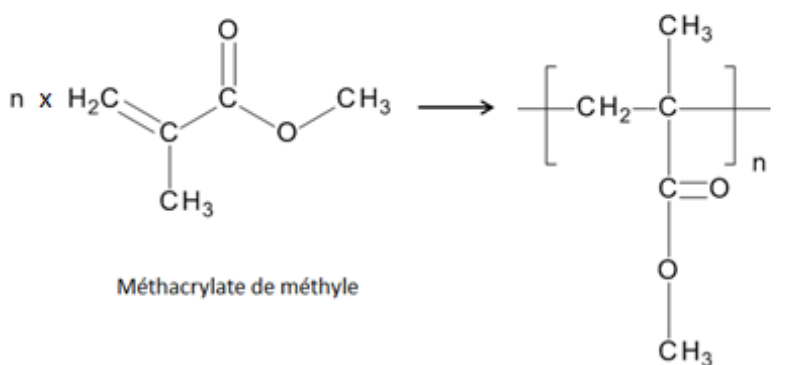
Questions (on s'aidera des documents ci-dessous)

1. À quelle classe de matériau appartient le « béton armé » ?
2. Dans le béton armé sain, les armatures en acier sont entourées d'une couche protectrice faite d'un autre matériau.
 - a. À quelle catégorie de matériau appartient l'acier ?
 - b. Donner la constitution de l'acier.
 - c. Pour l'aluminium par exemple, comment se nomme le phénomène qui conduit naturellement à la formation d'une couche d'oxyde d'aluminium protectrice ?
3. Le fer est oxydé par le dioxygène en milieu basique. Pour simplifier, les deux demi-équations suivantes peuvent modéliser cette transformation :



En déduire l'équation modélisant la corrosion du fer par le dioxygène en milieu basique.

4.
 - a. Expliquer pourquoi cette réaction entraîne l'éclatement du béton.
 - b. Quelles sont les conséquences de cet éclatement ?
5. Quels sont les deux moyens d'obtenir un béton translucide ?
6. La résine polymère utilisée dans le béton translucide baptisée « PXL », est composée essentiellement de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) aussi connue sous le nom commercial Plexiglas®.



- a. Représenter la formule topologique du méthacrylate de méthyle.
- b. Indiquer le type de polymérisation permettant l'obtention du PMMA à partir du méthacrylate de méthyle.

c. Le PMMA est transparent et un polymère transparent est toujours amorphe. Définir le sens du mot amorphe.

d. Le PMMA est un polymère thermoplastique. Définir le terme thermoplastique.

7. Un béton translucide préfabriqué est conçu en insérant 33 à 35 morceaux de Plexiglas® par panneau. Chaque inclusion de matière transparente a pour dimensions :

5 cm x 1 cm x 0,5 cm.

a. Montrer qu'il faut insérer au moins 99 g de polyméthacrylate de méthyle par panneau. La masse volumique du PMMA est $\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$.

b. La masse volumique du verre à vitre vaut environ $2,5 \text{ g/cm}^3$, comme celle du béton. Indiquer l'un des avantages à utiliser du polyméthacrylate de méthyle à la place du verre dans ces panneaux.



Panneau i.light
<https://fr.inova.net/fr/content?articleId=1545767>

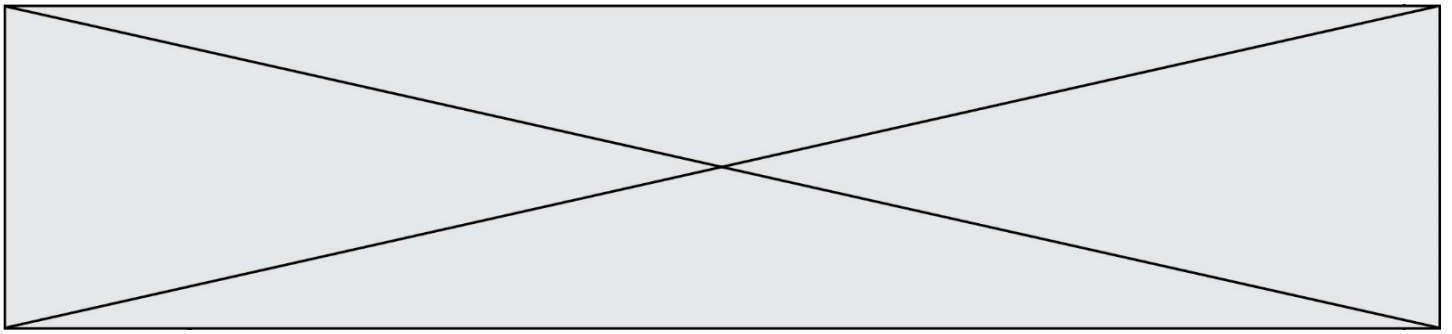
Documents

Le béton armé

Le béton armé correspond à l'association du béton avec des armatures métalliques afin d'obtenir un matériau qui allie la résistance à la compression du béton à la résistance à la traction de l'acier. Il est très utilisé en construction et en architecture. Dans le béton armé sain, les armatures en acier sont entourées d'une couche protectrice d'hydroxydes de calcium qui le protègent de la corrosion. Lorsque des agents agressifs de l'atmosphère pénètrent dans le béton et atteignent les armatures, ils dégradent la couche protectrice ce qui expose l'acier à la corrosion. Le fer de l'acier s'oxyde en donnant des produits d'oxydation plus volumineux que le volume initial du fer. Sur la photo ci-contre, on constate les conséquences de l'éclatement du béton.



Phénomène de corrosion d'un pilier en béton



Des bétons translucides pour jouer avec la lumière

D'après : https://bybeton.fr/grand_format/betons-translucides-jouer-lumiere

Le béton translucide est apparu il y a une quinzaine d'années. À la robustesse et à la durabilité du béton, vient s'ajouter la possibilité de laisser passer la lumière dans un but esthétique mais aussi fonctionnel. L'apport de luminosité naturelle dans une pièce ou un bâtiment est en effet une solution pour réduire l'éclairage artificiel et donc sa consommation d'énergie. La lumière diffuse des bétons translucides permet aussi de jouer avec les ombres et les transparences au niveau des façades ou des intérieurs. Une application idéale pour des créations architecturales originales.

Les bétons translucides font appel à deux solutions.

La première consiste à modifier les formulations du béton :

l'insertion de morceaux de verre ou encore l'injection de résines polymères dans la matrice cimentaire permet de rendre le matériau translucide tout en conservant une résistance satisfaisante. La deuxième technologie porte sur l'utilisation de fibres optiques dans la matrice afin de laisser passer la lumière de part en part. En utilisant des systèmes électriques simples, il est également possible de faire varier l'intensité et la coloration lumineuse de la paroi. »



Une réalisation lumineuse réalisée en 2010 : le pavillon italien de l'exposition universelle de Shanghai.

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.

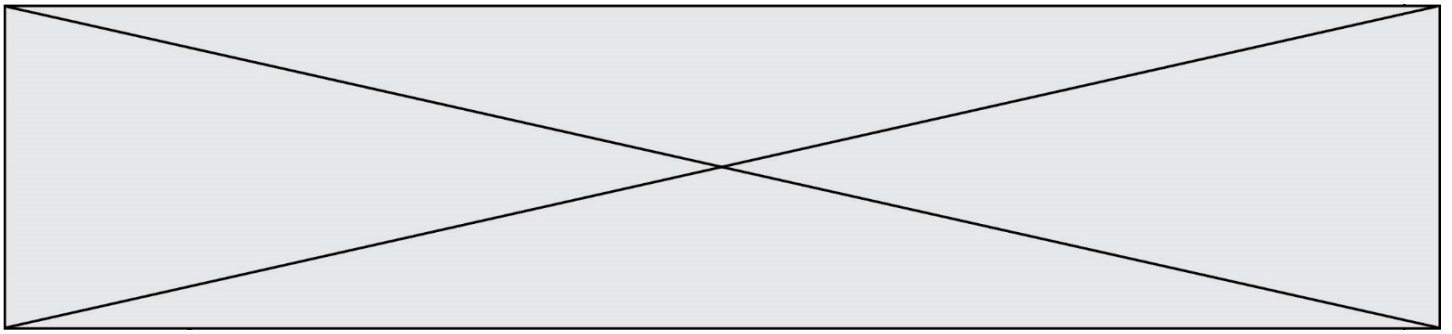


D'après : www.futura-sciences.com/planete/actualites/environnement-bioluminescence-voici-glowee-eclairage-biologique-electricite-67331/

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.

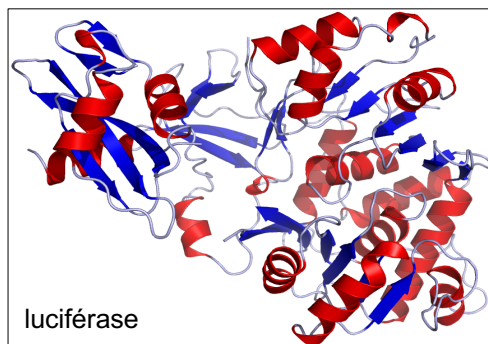
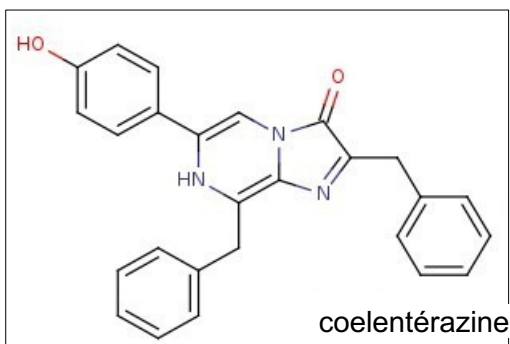
DOCUMENT 2 : énergie d'un photon

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

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

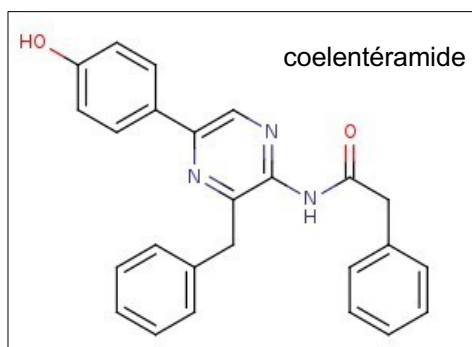
DOCUMENT 3 : le mécanisme de bioluminescence

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.