





## Première partie (10 points)

### LA TOUR EIFFEL ET SES RÉPLIQUES

La Tour Eiffel culmine à 324 mètres et a une masse de 10 100 tonnes, dont 7 300 tonnes de charpente métallique en fer puddlé ; elle est peinte régulièrement : 19 fois depuis sa création il y a 130 ans. La Tour Eiffel inspire créateurs, artistes, marques et entrepreneurs ; deux répliques en acier de construction (code S235JR) ont été réalisées en Occitanie :

Mickael Bar, chef de l'entreprise Deguilhem Tanié, a créé une tour de 4,5 mètres et 750 kg en acier à l'occasion de la foire exposition de Villefranche-de-Rouergue de 2016. Elle a été offerte à la mairie de Cajarc puis installée sur la place Françoise Sagan. À son sommet est installée une croix occitane.

Alain Lacombe, artisan et président du Comité des fêtes de Capdenac-Gare, s'est fixé le défi de construire une Tour Eiffel en acier recouvert de peinture laquée, copie conforme de l'originale, mais d'une hauteur de 26 mètres et d'une masse de 10 tonnes. Cette réplique servira de rampe de lancement pour le spectacle pyrotechnique qui célébrera les Jeux Olympiques de 2024 à Paris. Les deux premiers étages sont déjà assemblés et atteignent actuellement 15 mètres de haut. La tour sera terminée au printemps 2020.



Détail de l'état de surface de la réplique de la Tour Eiffel de Cajarc



Réplique de la Tour Eiffel à Cajarc, le 01/10/19



Réplique de la Tour Eiffel à Capdenac-Gare, le 25/09/19

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

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

1. Indiquer à quelle catégorie de matériaux appartient l'acier.
2. Citer les principaux constituants de l'acier. Qu'ajoute-t-on pour le rendre inoxydable ?
3. Le fer et l'acier peuvent être altérés par la corrosion ; expliquer ce phénomène en précisant la nature de la réaction chimique associée.
4. Citer un facteur environnemental qui peut accentuer le phénomène de corrosion.
5. La corrosion du métal fer met en jeu le couple oxydant-réducteur  $Fe^{2+}/Fe$ . L'autre couple intervenant est  $O_2/H_2O$  dont la demi-équation électronique est :
 
$$O_2 + 4 H^+ + 4 e^- = 2 H_2O$$
  - a. Écrire l'équation de la réaction entre le métal fer et le dioxygène.
  - b. Indiquer si le dioxygène est oxydé ou réduit. Justifier la réponse.
6. Pour commémorer l'anniversaire de la Tour Eiffel, on décide de construire une réplique à échelle réduite.
  - a. À l'aide des documents, identifier les différentes solutions techniques envisageables pour éviter ou limiter la corrosion des matériaux utilisés pour fabriquer la tour.
  - b. Choisir la solution la plus avantageuse économiquement en comparant le prix des matières premières nécessaires à l'édification de la tour (en incluant la réalisation de la protection contre la corrosion).

### Document 1 - Valeurs indicatives de pertes d'épaisseur dues à l'oxydation :

Matériau	Perte d'épaisseur annuelle
Fer	1 mm
Acier de construction (code : S235JR)	0,13 mm
Acier galvanisé	0,1 à 8 $\mu m$

### Document 2 - Vieillessement des matériaux métalliques

Au contact du dioxygène de l'air, certains métaux subissent une oxydation superficielle comme l'aluminium (qui se recouvre d'alumine), le cuivre (qui se recouvre de vert-de-gris), le chrome, le zinc...

L'alumine, comme le vert-de-gris, forme une couche compacte et étanche à l'air qui empêche le contact métal / dioxygène et donc stoppe le processus.

### Document 3 - Quelques méthodes de protection de l'acier

- Protection physique : couche de peinture qui empêche le contact métal / dioxygène.
- Galvanisation : dépôt d'une très fine couche d'un autre métal plus résistant, le zinc, par dépôt électrolytique ou par immersion dans un bain de zinc en fusion.
- Protection par anode sacrificielle. Pour bien protéger l'acier de construction par anode sacrificielle, il est nécessaire de recouvrir au moins 5 % de sa surface avec une plaque de zinc de même épaisseur.



**Document 4 - Prix des tôles métalliques au m<sup>2</sup> (2 mm d'épaisseur) :**

Type de matériau métallique	Prix en euros
Acier de construction (S235JR)	66
Acier galvanisé	80
Acier inoxydable	253
Aluminium	98
Cuivre	460
Zinc	120

**Document 5 - Fiche technique du fabricant de la peinture de la marque Ral :**

<b>Numéro Ral</b>	8024
<b>Nom Ral</b>	Brun beige
<b>Couleur dominante</b>	Brun
<b>Finition</b>	Mate
<b>Mode d'application</b>	Rouleau ou pinceau
<b>Type de peinture</b>	Monocomposant
<b>Avantages</b>	Pouvoir antirouille élevé. Peut s'appliquer sur les radiateurs.
<b>Pouvoir couvrant par litre de peinture</b>	8 m <sup>2</sup>
<b>Prix au litre</b>	21,80 €





### 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

### 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

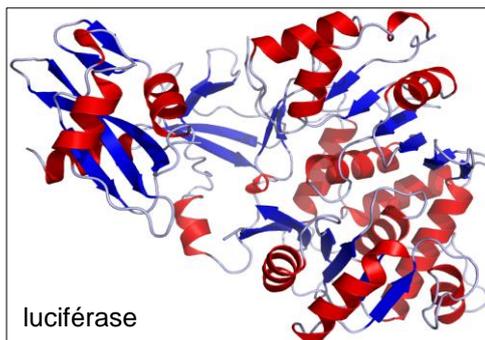
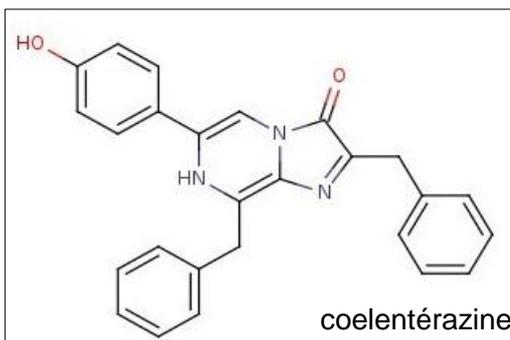
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

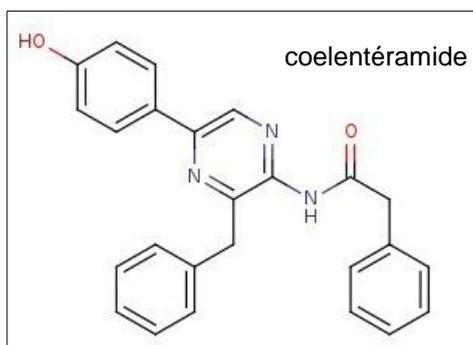
### DOCUMENT 3 : le mécanisme de bioluminescence

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.