

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 :

Mickaël 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 μm

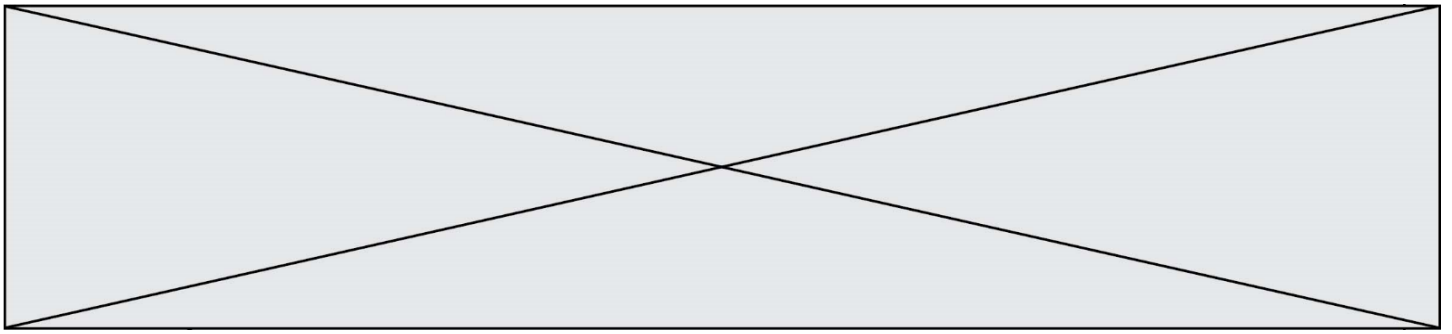
Document 2 - Vieillessement des matériaux métalliques

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 m² (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 :

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

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

Deuxième partie (sur 10 points)

PROJETER UNE ŒUVRE AU MUSÉE

Le développement des œuvres artistiques numériques, ainsi que le souhait de projeter des courts-métrages documentant la vie et l'œuvre des artistes, ont poussé de nombreux musées à équiper certaines de leurs salles de vidéoprojecteurs. Les visiteurs se trouvent alors immergés dans l'œuvre ou dans le processus créatif des artistes, pour des expériences nouvelles, voire inédites.

Contexte de travail

Il s'agit de participer au choix et à l'installation d'un vidéoprojecteur permettant la projection d'un film dans une salle d'exposition d'un musée. L'artiste a souhaité que le public puisse profiter de son œuvre dans une salle éclairée, sans être perturbé par le bruit du vidéoprojecteur.

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

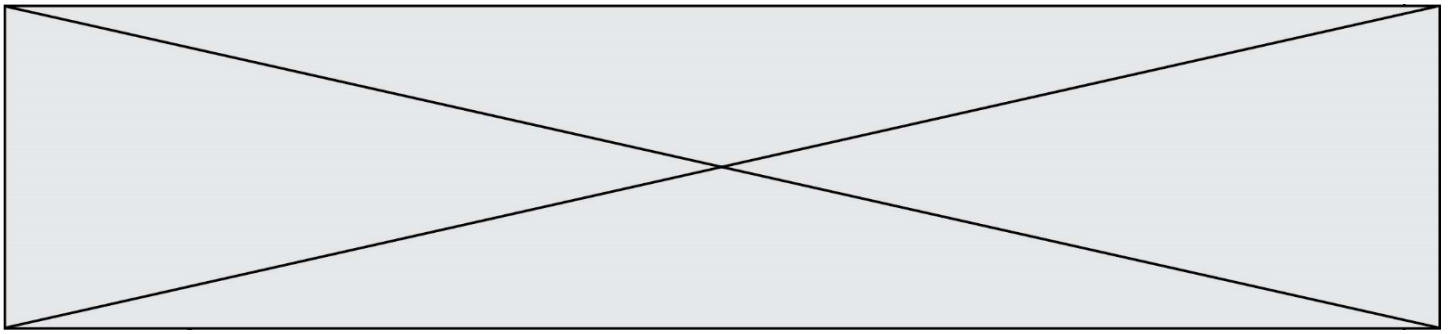
1. Donner les définitions du flux lumineux et de l'éclairement.
2. Calculer le flux lumineux Φ permettant de regarder une œuvre filmée dans une salle d'exposition éclairée, sur une surface S égale à $1,50 \text{ m}^2$.
3. Décrire les phénomènes physiques mis en œuvre dans une lampe de type LED.
4. Proposer un modèle de vidéoprojecteur parmi les trois retenus, compte tenu de son utilisation, en présentant la réponse soit sous forme de texte soit à l'aide de schémas.
5. À l'aide d'un calcul ou d'une construction graphique, déterminer si le vidéoprojecteur a été installé à la bonne distance de l'écran, sachant que l'objet lumineux a une hauteur égale à $5,0 \text{ cm}$, qu'il est placé à une distance égale à $10,5 \text{ cm}$ en avant la lentille équipant le vidéoprojecteur, et sachant que l'artiste souhaite avoir une image mesurant au maximum $1,0 \text{ m}$ de hauteur.

Document 1 - Qu'est-ce qu'un vidéoprojecteur ?

Un vidéoprojecteur est un appareil de projection conçu pour reproduire une source vidéo dite *vidéogramme* ou informatique, sur un écran séparé ou sur une surface murale blanche.

Il existe trois types de technologies pour le grand public :

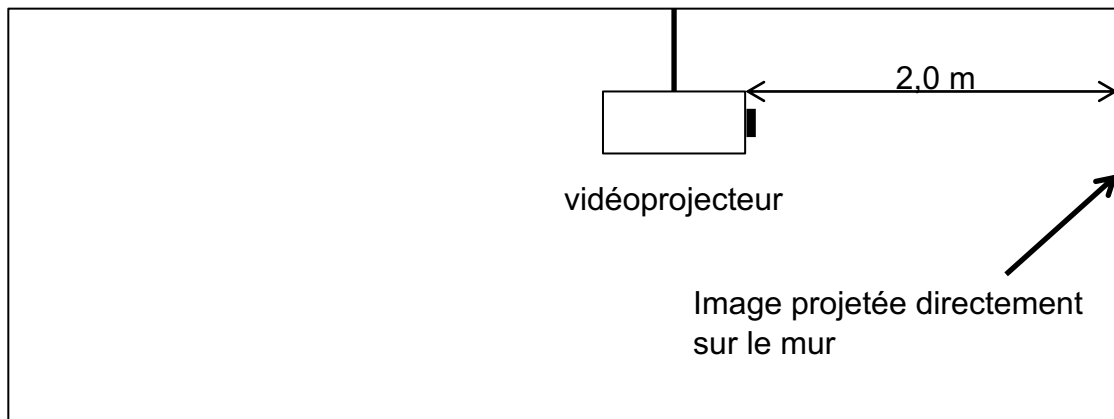
- La technologie LED : c'est ici une lampe à diode électroluminescente qui génère l'image projetée. Il en résulte une luminosité assez faible mais des contrastes élevés.
- La technologie DLP : le fonctionnement est basé sur la rotation d'une roue chromatique devant une puissante lampe. Il en résulte une luminosité importante et un contraste très intense.
- La technologie LCD : les images sont produites grâce à des filtres polarisant la lumière qui éteint ou non les pixels de couleur. Il en résulte une définition extrêmement fine des couleurs et des images.



Document 2 - Schéma de la salle du musée

D'après Wikipédia et <https://videoprojecteurcenter.fr>

Le vidéoprojecteur est suspendu au bout d'un mât fixé au plafond de la salle.
L'image est projetée directement sur le mur de la salle.



Document 3 - Quelques rappels de photométrie

Le flux lumineux Φ en lumens (lm) et l'éclairement E en lux (lx) sont liés par la relation suivante, faisant intervenir la surface éclairée S (en m^2) : $\Phi = E \times S$

Document 4 - Quelques valeurs repères d'éclairement

Situation	Éclairement
Pleine lune	0,5 lx
Lumière d'une bougie	10 lx
Rue de nuit bien éclairée	20 - 70 lx
Appartement lumière artificielle	100 lx
Bureau, atelier	200 - 3 000 lx
Grand magasin	500 - 700 lx
Écran dans une salle éclairée	1 500 lx
Studio ciné / TV	2 000 lx
Extérieur à l'ombre	10 000 - 15 000 lx
Ciel couvert	25 000 - 30 000 lx
Soleil "moyen"	48 000 lx
Plein soleil	50 000 - 100 000 lx

