



Première partie (10 points)

PLASTIC CHAIRS

« Rendre le meilleur accessible au plus grand nombre », c'est ainsi que Charles et Ray Eames décrivent l'un de leurs objectifs primordiaux en tant que créateurs de mobilier. Parmi leurs créations, aucune autre ne leur a permis de s'approcher autant de cet idéal que les Plastic Chairs.

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

1. Indiquer à quelle catégorie de matériaux appartient la résine de polyester renforcée de fibre de verre qui compose les coques des Eames Fiberglass Chairs puis relever l'autre exemple de matériau appartenant à cette même catégorie qui a été cité dans le document 1.
2. Nommer le type de polymérisation conduisant à la formation d'un polymère tel que le polypropylène.
3. Expliquer en quoi l'acier constitue-t-il un matériau métallique privilégié pour la conception de piètement de chaise.

L'acier présente, cependant, un inconvénient majeur : il se corrode en profondeur avec le temps au contact d'agents extérieurs contenus dans l'environnement.

4. On s'intéresse à la réaction de l'étape ❶ du document 4.
 - 4.1. Écrire la demi-équation rendant compte de la transformation du fer Fe en ions Fe^{2+} .
 - 4.2. Le couple O_2/HO^- intervient dans la réaction conduisant à la dégradation du fer. Recopier puis compléter la demi-équation associée à ce couple :
$$O_2 + \dots H_2O + \dots e^- \rightleftharpoons \dots HO^-$$
 - 4.3. En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction regroupant les deux demi-équations précédentes.

5. Dans le catalogue de l'éditeur, on retrouve trois matériaux possibles pour les piètements des Plastic Chairs (voir tableau du document 1). À partir des documents et de vos connaissances, expliquer en quoi l'utilisation de chacun de ces trois matériaux permet d'éviter ou de limiter la corrosion. La réponse devra comprendre :

- les causes de la corrosion de l'acier ;
- les conséquences de ce phénomène sur ce matériau ;
- l'explication des solutions apportées par les trois matériaux retenus par les designers Eames.



Document 1 : les Eames Plastic Chairs et les Eames Fiberglass Chairs

L'idée de créer une coque d'assise d'une seule pièce, adaptée à l'anatomie humaine préoccupa les frères Eames pendant de nombreuses années. Après que les expériences avec du contreplaqué et de la tôle d'aluminium n'aient pas abouti à des résultats satisfaisants dans les années 1940, ils découvrirent la résine de polyester renforcée de fibre de verre au cours de leur recherche de matériaux alternatifs. [...]. Les Eames reconnurent et exploitèrent pleinement les avantages de ce matériau : malléabilité, solidité, toucher agréable et aptitude à la transformation industrielle. Ce matériau, totalement inconnu à l'époque



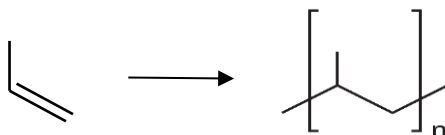
N°	Matériaux proposés pour les piètements des chaises dans le catalogue de l'éditeur
1	Acier inoxydable
2	Acier peinture époxy
3	Aluminium anodisé

dans l'industrie du meuble, permit de développer des coques et de les parfaire jusqu'à la production en série. [...]. Aujourd'hui, Vitra fabrique les coques confortables des Eames Plastic Chairs en polypropylène, tandis que celles des Eames Fiberglass Chairs sont produites en résine polyester renforcée de fibres de verre. Un grand choix de piètements et de couleurs de coques est disponible (voir le tableau ci-contre) [...].

D'après vitra.com/fr-fr/product/eames-plastic-chair

Document 2 : synthèse du polypropylène

Le polypropylène est un polymère produit à partir de propylène (propène) selon l'équation :





Document 3 : propriétés physiques de quelques matériaux métalliques

	Masse volumique ¹ g/cm ³	Module d'Young ^{1*} GPa	Résistance ultime à la traction ^{2**} MPa	Prix au kilogramme en 2019 ³
Fer	7,9	196	170	0,05 €
Acier	7,5 à 8,1	210	400	0,55 €
Aluminium	2,7	69	300-570	1,80 €

* Coefficient qui caractérise la rigidité des matériaux. Plus il est grand, plus le matériau est rigide et moins il est élastique.

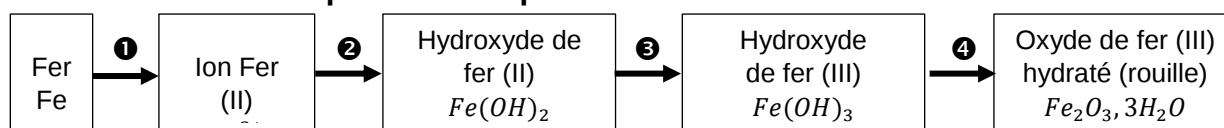
** Coefficient qui définit la limite à la rupture d'un matériau.

¹ D'après <https://fr.wikipedia.org/>

² D'après *Physique Hecht, Editions De Boeck.*

³ D'après <https://www.metaux.xyz/>

Document 4 : les espèces chimiques formées lors de la corrosion du fer



D'après *L'oxydoréduction Concepts et expériences, Jean Sarrazin et Michel Verdaguer, Editions Ellipses*

Document 5 : l'anodisation de l'aluminium

L'aluminium mis à nu réagit instantanément avec l'oxygène de l'air en se recouvrant d'une couche d'oxyde très mince, d'environ 3 nanomètres. C'est cette couche [...] d'alumine (Al₂O₃) [...] qui protège l'aluminium contre la corrosion [...]. Elle est très mince et fragile mais se renouvelle spontanément lorsqu'elle est enlevée. On s'est rendu compte, en 1857, que cette couche d'oxyde pouvait se former sur une anode d'aluminium dans une cellule d'électrolyse, d'où le terme anodisation. Par la suite, de nombreux procédés ont été développés afin d'augmenter l'épaisseur de cette couche de protection, sa résistance, ses caractéristiques et son aspect. [...]. La couche d'oxyde, qui se forme sur l'aluminium, offre une barrière contre l'érosion et l'attaque des polluants atmosphériques. Celle-ci est d'autant plus efficace lorsque la couche est épaisse. L'aluminium reste protégé par son oxydation naturelle, mais sans l'anodisation, en environnement extérieur, sa surface va se ternir avec le temps et se couvrir de piqûres de corrosion.

<http://ceal-aluquebec.com/anodisation/>

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	/ /
	N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1..1

Deuxième partie (sur 10 points)

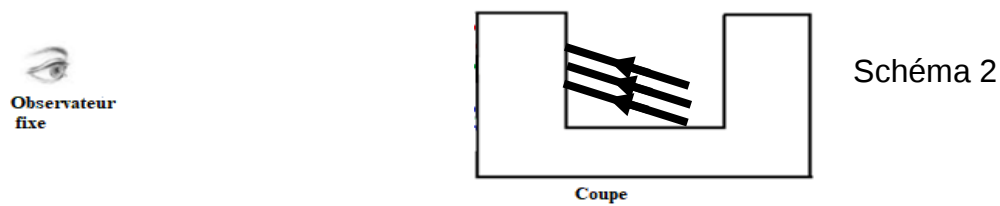
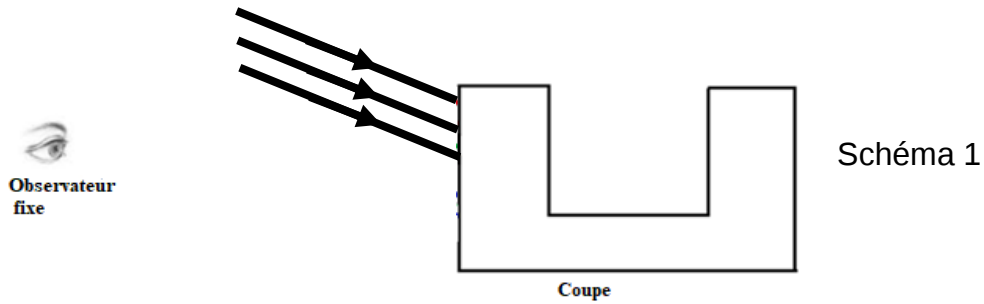
COUPE DE LYCURGUE

Le but du travail demandé est de comprendre comment fonctionne le filtre dichroïque utilisé dans la coupe de Lycurgue. Dans notre étude, nous ne nous intéresserons qu'aux rayons présents à l'extérieur de la coupe. En effet, le trajet des rayons à l'intérieur de la coupe de Lycurgue sont trop compliqués à modéliser.

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

1. Citer l'origine du dichroïsme du verre de la coupe de Lycurgue.
2. Rappeler ce qu'est une synthèse additive de couleurs en physique.
3. Valider ou invalider par un calcul et une argumentation l'affirmation suivante :
 « La coupe de Lycurgue est constitué d'un verre qui réfléchit des radiations lumineuses visibles de fréquences voisines de $f = 5 \times 10^{14}$ Hz ».

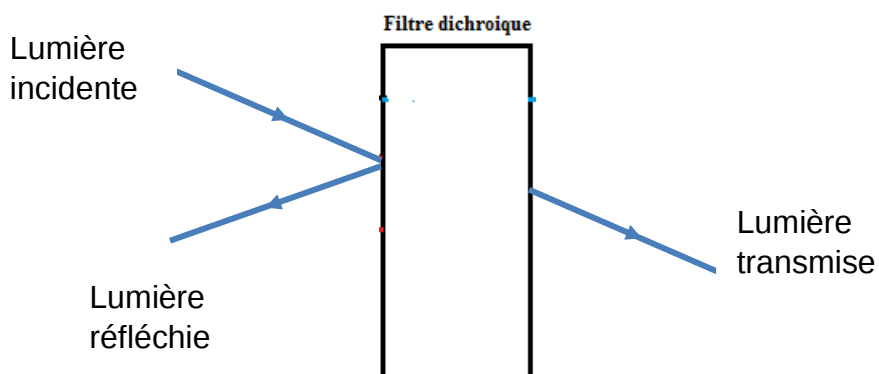
On rappelle que $f = c/\lambda$ avec λ la longueur d'onde.
4. Après avoir reproduit sur votre copies le schéma 1 et le schéma 2 présentés ci-dessous, compléter alors ces deux schémas ; ils permettent de modéliser les deux situations décrites dans le document 3, en continuant le trajet (uniquement à l'extérieur de la coupe) suivi par les trois rayons lumineux issus de la lampe et correspondant au rouge, au vert et au bleu. La légende retenue est alors : R pour rouge, V pour vert et B pour bleu.
5. À partir de ces schémas complétés, justifier les couleurs perçues par l'observateur quand la lampe est à l'extérieur, puis à l'intérieur de la coupe de Lycurgue.
6. En admettant que les propriétés du verre ne changent pas en fonction de la nature de la source qui l'éclaire, quelles seraient la couleur réfléchie et la couleur transmise si la source de lumière qui éclaire la coupe de Lycurgue était : rouge, verte puis bleue ?



Document 1

Un **filtre dichroïque** (du grec, littéralement «deux-couleurs») ou **filtre interférentiel** est un filtre dont les propriétés de transmission et de réflexion de la lumière dépendent fortement de la longueur d'onde.

En pratique, parmi les plages principales de longueurs d'onde de lumière « renvoyées » par le filtre on distingue la lumière réfléchie et la lumière transmise.



Les filtres colorés standards ne sont pas dichroïques: ils ne séparent pas la lumière en deux faisceaux (réfléchi et transmis) mais absorbent une partie du spectre lumineux.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_dichroïque

**Document 2**

Formellement, le terme dichroïque qualifie tous les objets capables de séparer un faisceau lumineux en deux faisceaux dont les longueurs d'onde sont différentes.

Le verre n'est pas naturellement dichroïque. Cependant, il est possible d'obtenir des propriétés de dichroïsme en dopant le verre, c'est-à-dire en lui ajoutant de petites quantités d'impuretés (par une suspension colloïdale de métaux) ou par un traitement de surface multicouches (méthode la plus répandue actuellement).

Document 3

Les filtres dichroïques ont été utilisés à de nombreuses reprises dans l'art. L'exemple le plus classique est probablement la coupe de Lycurgue, laquelle date du IV^e siècle de notre ère.

Le verre a une couleur verte (longueur d'onde de l'ordre de 600 nm) lorsqu'il est illuminé depuis l'extérieur par une lampe à incandescence*.

Lorsqu'on l'illumine de l'intérieur avec la même source, la lumière traverse le verre et la coupe de Lycurgue apparaît magenta.

Le verre constituant cette coupe contient une suspension colloïdale d'or et d'argent figés dans la matrice de verre.



Cope de Lycurgue

* Le spectre continu et visible d'émission d'une lampe à incandescence se situe entre les radiations de couleurs bleues de longueurs d'onde voisines de 400 nm et les radiations de couleurs rouges de longueurs d'onde voisines de 800 nm. Dans l'air, la vitesse des radiations lumineuses est proche de la célérité c de la lumière dans le vide avec $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.