



Première partie (10 points)

LES MATÉRIAUX DE LA TOUR EIFFEL

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

1. Expliquer pourquoi Eiffel a choisi le fer puddlé pour construire la tour qui porte son nom.
2. Citer les constituants des aciers inoxydables.
3. Interpréter les expériences du **document 3** pour justifier la phrase du **document 2** : « le terme rouiller se réfère [...] à la corrosion du fer *en présence de dioxygène et d'eau* ».
4. Au cours de ce processus, des atomes de fer (Fe) se transforment en ions fer (II) (Fe^{2+}). Indiquer, en le justifiant, s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.
5. Écrire la demi-équation associée à cette transformation.
6. La cause probable de la corrosion du fer est la présence de dioxygène en milieu aqueux et acide. L'autre demi-équation électronique mise en jeu est alors :
$$\dots \text{O}_2 + \dots \text{H}^+ + \dots \text{e}^- = \dots \text{H}_2\text{O}.$$

Compléter cette demi-équation en indiquant les nombres stœchiométriques.
7. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre le métal fer (Fe) et le dioxygène.
8. Expliquer en quoi consiste le mécanisme de passivation de certains métaux.
9. Donner le nom du principal constituant du verre.
10. Expliquer l'intérêt d'utiliser du verre feuilleté lors de la rénovation de la Tour Eiffel.

Document 1. Choisie parmi 107 projets, la Tour Eiffel a couronné l'Exposition Universelle de Paris en 1889. Point d'orgue d'une époque, la construction de ce grand ouvrage, hymne au monde moderne, mais aussi symbole du fer et des expositions universelles, a nécessité l'emploi de 2 500 000 rivets qui ont permis de relier 18 038 pièces en fer *puddlé*, pré-assemblées.

Inventé par Henry Cort en 1784, le *puddlage* marque l'essor de la sidérurgie dans la première moitié du XIX^e siècle. Cette innovation anglo-saxonne portait sur l'affinage, à grande échelle, de la fonte élaborée dans les hauts fourneaux. Convenablement exécuté, un tel affinage permettait d'aboutir aux aciers, voire au fer si l'on poursuivait à l'extrême la décarburation.

Pratiquement exempt de carbone, le fer puddlé, matériau notamment décrit par Wurtz dans son dictionnaire de chimie, était plus rigide et de meilleure tenue à la corrosion atmosphérique que l'acier, autre innovation de l'époque. Il fut aussi choisi par Eiffel en raison de ses propriétés mécaniques, car on pouvait le façonner et le former en atelier, et surtout l'assembler par rivetage.

Document 2. Les métaux, autres que le fer, peuvent se corroder mais ne rouillent pas : le terme rouiller se réfère exclusivement à la corrosion du fer, en présence de dioxygène et d'eau, ou des alliages contenant du fer.

La rouille est un mélange complexe d'oxydes et d'hydroxydes de fer. Contrairement aux autres oxydes métalliques, elle est poreuse, volumineuse, a tendance à absorber l'humidité et n'adhère pas au métal.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3.	(1)	(2)	(3)	(4)
Expérience				
Indice de formation de la rouille : de 0 (pas de rouille) à 3 (beaucoup de rouille)				
Au bout de deux jours	1	2	0	0
Au bout d'une semaine	2	3	0	0

Document 4. Gustave Eiffel a conscience que la longévité de sa tour est indissociable de la bonne conservation de la structure de fer. En 1900, dans son ouvrage « La Tour de trois cents mètres », il écrit : « On ne saurait trop se pénétrer du principe que la peinture est l'élément essentiel de la conservation d'un ouvrage métallique et que les soins qui y sont apportés sont la seule garantie de sa durée ».

L'entretien de la surface de la Tour Eiffel comporte deux étapes : une préparation mécanique, puis un revêtement de peinture. La préparation mécanique débute par un piquage au marteau, afin d'éliminer les écailles, puis un « discage », qui achève la mise à nu du métal.

La peinture appliquée en 2002 et 2009 est une formule sans pigments de plomb, remplacés par du phosphate de zinc comme agent anticorrosion, plus résistante à la pollution atmosphérique que les peintures utilisées par le passé.

Document 5. Rénovation de la Tour Eiffel

Afin d'inviter les visiteurs à rester au premier étage, les architectes ont imaginé de leur faire vivre l'expérience du vide central grâce à un plancher en verre installé en périphérie de ce vide, complété de garde-corps également vitrés.

Les nouveaux planchers, qui remplaceront des éléments mis en œuvre lors de la rénovation de 1982, seront constitués de trois couches de verre dont la résistance a été augmentée grâce à un film Sentyglass. [...] Les garde-corps vitrés, hauts de 2,65 m et inclinés de 17 ° vers le vide se divisent en deux : ils sont en vitrage trifeuilleté jusqu'à 1,10 m et en bifeuilleté au-dessus.

Revue « Le Moniteur » du 31 mai 2013.

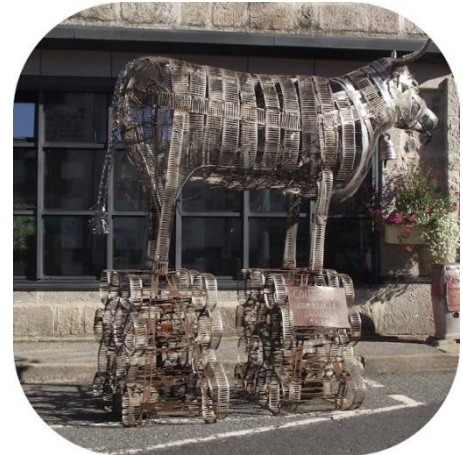


Deuxième partie (sur 10 points)

LUMIÈRE ET PHOTOGRAPHIE

En 2005, à l'occasion de la manifestation « La route de la Vache », des bénévoles du village de Laguiole (Aveyron) ont réalisé à partir de chutes de métal issues de la fabrication de couteaux, une statue d'un bovin qui porte le nom « Coutelle ».

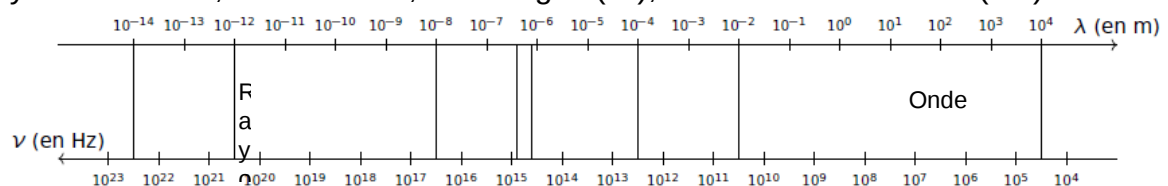
« Coutelle » réalisée à partir de chutes de métal



La découpe de l'acier peut aujourd'hui être réalisée grâce à un faisceau laser dont les photons possèdent une énergie $E = 1,88 \times 10^{-20}$ J.

Questions (on s'aidera des documents inclus dans le texte)

- Donner les valeurs limites des longueurs d'ondes dans le vide du domaine visible.
- Recopier succinctement le diagramme suivant et repérer sur celui-ci les rayonnements X, micro-ondes, infrarouges (IR), visibles et ultraviolets (UV).



- Déterminer à quel type de rayonnement appartient le laser utilisé pour la découpe de l'acier.

Données :

La fréquence ν et la longueur d'onde λ d'une onde électromagnétique sont reliées par la relation : $\nu = \frac{c}{\lambda}$

Énergie E d'un photon associé à une onde de fréquence ν : $E = h \times \nu$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s

1 nm = 10^{-9} m

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

On considère la photographie P₁ de la statue « Coutelle » :



Cette photographie bien réussie a été prise avec un appareil photo 24 x 36 plein format avec les réglages suivants :

Temps de pose : $t = 1/1000$ s

Focale : $f' = 28$ mm

Nombre d'ouverture : $N = 4$

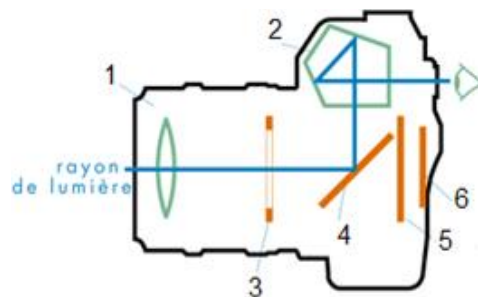
Relation entre les temps de pose t et t' et les nombres d'ouverture N et N' pour une même

quantité de lumière : $\frac{N^2}{t} = \frac{N'^2}{t'}$

L'objectif de l'appareil photographique peut être modélisé par une lentille convergente de focale f' .

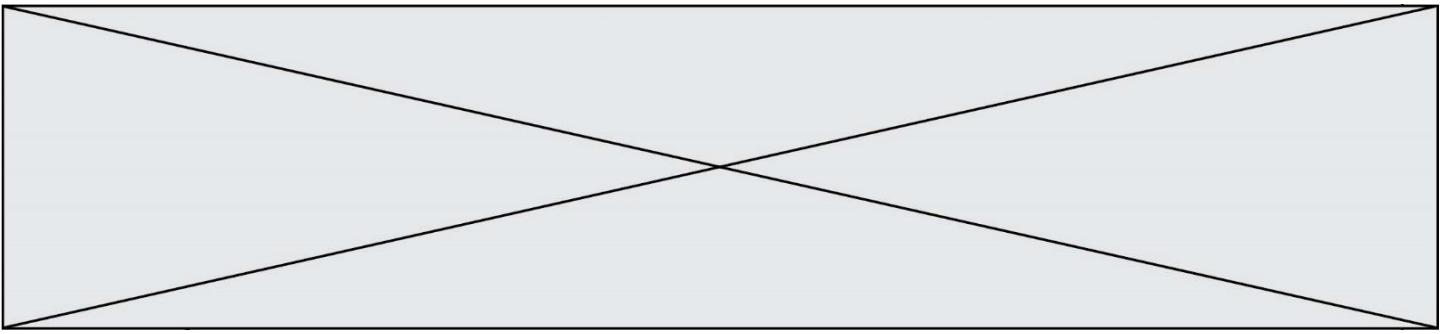
4. Réaliser un schéma de la situation sans souci d'échelle. À l'aide de ce schéma, préciser le sens de l'image obtenue.

5. La photographie précédente a été prise à l'aide d'un appareil à visée « réflex ». Indiquer sur la copie les noms des éléments numérotés de 1 à 6 ci-dessous.



6. L'appareil photographique et l'œil sont deux systèmes optiques comparables. Donner les équivalents, pour l'œil, des éléments 1, 3 et 6 ci-dessus.

7. Indiquer à quelle famille d'objectifs appartient celui qui est utilisé pour prendre la photographie P₁.



- 8.** Avant d'obtenir la photographie P_1 , le photographe a réalisé plusieurs essais et a notamment obtenu la photographie P_0 ci-contre.
- 8.1.** Indiquer comment ce type d'image peut être qualifié.
- 8.2.** Le photographe choisit maintenant un temps de pose de $t' = 1/250$ s. Déterminer la nouvelle valeur du nombre d'ouverture N' permettant d'obtenir la même exposition que la photographie P_1 .

