

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

STD ARTS APPLIQUÉS

SESSION 2014

ÉPREUVE : PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

IMPORTANT

*Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1 à 6 ;
Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle
qui vous en remettra un autre exemplaire.*

AMPHORE A FIGURES NOIRES

Né au Proche-Orient, l'art de la céramique atteint en Grèce antique un haut niveau de qualité artistique. Il est également un témoignage majeur sur la vie et la culture des anciens Grecs. Les vases grecs nous sont parvenus en grand nombre, chaque période ayant un style bien défini. Tout au long de ce sujet nous allons étudier cette amphore exposée au Louvre.

Amphore attique à figures noires.

<http://www.louvre.fr/routes/la-ceramique-grecque>



Partie A. Fabrication de l'amphore (9 points)

Document 1

La céramique fut le premier « art du feu » à apparaître, bien avant la métallurgie et le travail du verre. [...]

Si les premiers indices d'utilisation de la céramique au Paléolithique (~29000 av. J.-C.) relèvent du domaine cultuel, son utilisation domestique (plats et jarres) apparaît au Néolithique (~10000 av. J.-C.), avec la sédentarisation des peuplades.

Son utilisation comme moyen d'expression artistique se développe ensuite et témoigne de l'art de vivre des civilisations qui lui donnent des formes et des décorations de plus en plus élaborées : vases grecs, poteries précolombiennes, céramique et porcelaine chinoises, céramique et porcelaine d'Europe et du Moyen-Orient.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/C%C3%A9ramique>

Document 2 : étapes de la fabrication

- *Choix des matériaux* : la céramique grecque a pour matériau de base l'argile. Celle d'Athènes est riche en oxyde de fer (Fe_2O_3) rouge-orangé.

- *Façonnage, puis séchage*

- *Coloration à l'enduit* : au moment de la purification de l'argile par décantation, on récupère l'eau qui a servi et est saturée en argile. C'est cette eau, un enduit noir, qui va être utilisée pour dessiner les motifs et c'est avec la cuisson que ces dessins vont ressortir sur le fond de couleur argile. Il ne s'agit donc pas vraiment de peinture.

- *Cuisson* (voir document 3)

D'après <http://fr.wikipedia.org/wiki/ceramique-grecque-antique>

Document 3 : cuisson

Une fois la peinture sèche, la cuisson, opération délicate, se fait en trois étapes :

1. Cuisson en atmosphère oxydante (four chargé en bois, événements ouverts pour laisser passer le dioxygène) aux alentours de 800 °C : le vase est entièrement rouge.
2. Cuisson en atmosphère réductrice (événements fermés) aux alentours de 950 °C, avec adjonction de végétaux ou de bois vert dans le feu pour provoquer de la fumée, puis la température est abaissée à 900 °C. Le monoxyde de carbone ainsi dégagé par la combustion incomplète des végétaux, composé réducteur, permet de réduire l'oxyde ferrique (Fe_2O_3) en oxyde ferreux (FeO) ou en magnétite (Fe_3O_4) de couleur noire : le vase est entièrement noir et la partie badigeonnée à l'enduit noir (crème potassique) se « vitrifie », devenant imperméable.
3. Refroidissement en atmosphère oxydante (événements du four ouverts) toujours vers 900 °C : le dioxygène de l'air permet d'oxyder l'oxyde ferreux en oxyde ferrique pour les parties non enduites, qui deviennent rouges (la magnétite se change en hématite); les parties enduites, préalablement devenues imperméables, restent noires.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/ceramique-grecque-antique>

A.1. La céramique et ses colorants

A.1.1. Qu'appelle-t-on une céramique ?

A.1.2. Indiquer les utilisations historiques (datant d'avant le XX^e siècle) des céramiques.

A.1.3. A partir de quel matériau de base cette amphore en céramique est-elle formée ? Qu'a-t-il de particulier ?

A.1.4. La céramique comporte deux couleurs, du rouge-orangé et du noir.

A.1.4.1 Quels sont les matières colorantes donnant ces deux couleurs ?

A.1.4.2. Ces matières colorantes sont-elles minérales ou organiques ? Justifier.

A.1.5. Définir et distinguer un colorant et un pigment.

A.2. Première étape de la cuisson de la céramique

Le matériau utilisé pour la fabrication de cette amphore contient beaucoup de fer, présent principalement sous forme d'oxyde ferrique (Fe_2O_3) constitué à partir d'ions Fe^{3+} , ou d'oxyde ferreux (FeO) constitué à partir d'ions Fe^{2+} . Dans ces deux oxydes, l'oxygène est sous forme d'ions O^{2-} . La première étape de la cuisson a pour but de transformer tous les ions Fe^{2+} , constituants de l'oxyde ferreux, en ions Fe^{3+} , constituants de l'oxyde ferrique.

A.2.1. Montrer que la formule brute de ces deux oxydes vérifie bien la neutralité électrique.

A.2.2. On étudie le couple d'oxydoréduction $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

A.2.2.1. Ecrire la demi-équation d'oxydoréduction correspondante.

A.2.2.2. Indiquer le réducteur et l'oxydant de ce couple.

A.2.3. Le deuxième couple intervenant dans cette réaction de transformation est celui du dioxygène en milieu anhydre O_2/O^{2-} . Sa demi-équation d'oxydoréduction est : $O_2 + 4 e^- = 2 O^{2-}$.

A.2.3.1. Indiquer le réducteur et l'oxydant de ce couple.

A.2.3.2. Ecrire l'équation bilan de cette transformation impliquant les deux couples Fe^{3+}/Fe^{2+} et O_2/O^{2-} .

A.2.4. Justifier la coloration rouge de la céramique à la fin de cette étape.

A.3. Deuxième étape de la cuisson de la céramique

La deuxième étape de cuisson cherche à transformer l'oxyde ferrique (Fe_2O_3) en magnétite (Fe_3O_4). Quelle est la couleur du vase à la fin de cette étape ?

A.4. Troisième et dernière étape de la cuisson de la céramique

A la fin de l'étape précédente, les parties badigeonnées à l'enduit noir se « vitrifient » (c'est-à-dire se transforment en verre) et deviennent imperméables à l'eau et à l'air.

A.4.1. Expliquer la modification structurale apportée par une vitrification (transformation en verre).

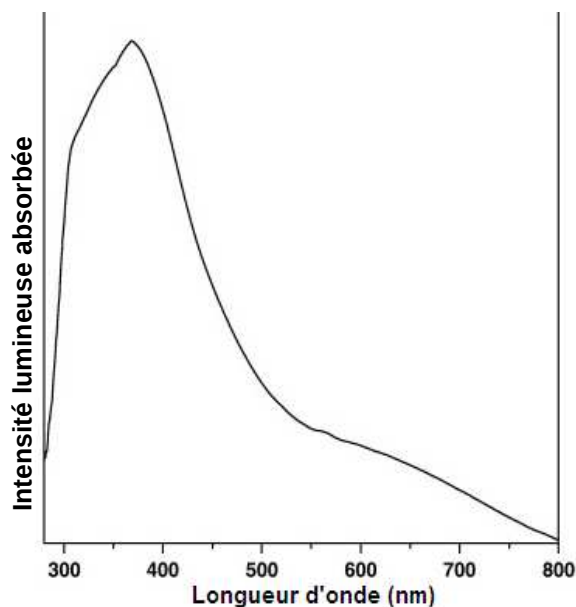
Comment qualifie-t-on une telle structure ?

A.4.2. Expliquer l'obtention des deux couleurs différentes en fin de cuisson.

Partie B. Aspect de l'amphore (11 points)

Document 4 :

Spectre d'absorption UV-visible de la couleur rouge-orangé (A).



Vitesse de la lumière :
 $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Constante de Planck :
 $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$

Formules :

$$\lambda = c / \nu = c.T \quad E = h. \nu$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020169309006732>

Document 5 : caractéristiques de l'appareil photo intégré au téléphone portable

Capteur CMOS : 8 millions de pixels (8 Mpx)
Profondeur des couleurs: 16 millions de couleurs

Focale : 8,00 mm
Flash: LED

Document 6

Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

Relation de grandissement:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

B.1. Les couleurs de l'amphore

L'amphore est colorée en deux couleurs : une rouge-orangée qui sera notée A, et l'autre noire qui sera notée B. Le colorant A sera étudié plus en détails.

B.1.1. L'œil humain fonctionne en trichromie. Toutes les couleurs qu'il voit sont donc composées grâce à la synthèse de trois couleurs primaires. Pour simplifier, nous allons considérer que les domaines de longueur d'onde de ces trois couleurs sont :

- a : de 400 nm à 500 nm
- b : de 500 nm à 600 nm
- c : de 600 nm à 800 nm

B.1.1.1. Quelles sont les trois couleurs que voit l'œil humain ?

B.1.1.2. Attribuer une couleur à chaque domaine de longueur d'onde.

B.1.1.3. Nommer les rayonnements ayant des longueurs d'onde juste en dessous de 400 nm et celles ayant des longueurs d'onde juste au-dessus de 800 nm.

B.1.2. En vous servant du spectre d'absorption UV-visible de la couleur A (**Document 4**), expliquer la couleur rouge-orangée de A.

B.1.3. Le spectre d'absorption UV-visible de la couleur A (**Document 4**) possède un maximum d'absorption pour une longueur d'onde $\lambda_{\max} = 372$ nm.

B.1.3.1. Exprimer l'énergie $E_{\max}$ en fonction de la longueur d'onde $\lambda_{\max}$.

B.1.3.2. Calculer l'énergie $E_{\max}$ correspondant à la longueur d'onde $\lambda_{\max}$ du maximum d'absorption.

B.1.4. Quelle(s) couleur(s) absorbe le colorant B pour donner sa couleur noire ?

B.2. Photographie de l'amphore

Un touriste en visite au Louvre prend une photo de cette amphore avec son téléphone portable (**Document 5**). Il place son appareil à 1,00 m de l'amphore pour prendre le cliché.

B.2.1. Réaliser, sans échelle précise, un schéma de la situation en utilisant les conventions usuelles. L'objet sera représenté par un segment AB et l'image par un segment A'B'. Le centre de la lentille de l'objectif est noté O et les foyers F et F'. L'image doit être construite à l'aide des trois rayons particuliers.

B.2.2. Déterminer la valeur de la distance de l'image à l'objectif.

B.2.3. L'amphore mesure 68,5 cm de haut. Déterminer la taille de son image sur le capteur.

B.2.4. Sur la photo (page 2), on observe que l'arrière plan situé à 10 m est net, tout comme l'amphore.

B.2.4.1. Donner une définition de la profondeur de champ.

B.2.4.2. Pourquoi la profondeur de champ est-elle si grande ?

B.2.4.3. Est-il nécessaire d'avoir une grande profondeur de champ pour cette photo ?
Expliquer.

B.3. Traitement de l'image numérique de l'amphore

On rappelle que sur l'amphore apparaissent deux couleurs, une rouge-orangée (notée A) et l'autre noire (notée B). Une fois la photo prise, le fichier image de la photo est ouvert dans un programme de traitement des images numériques.

B.3.1. La photo a été prise avec 8 millions de pixels (soit 8 Mpx).

B.3.1.1. Définir le terme « pixel ».

B.3.1.2. Ces 8 Mpx correspondent-ils à la résolution ou la définition ?

B.3.2. Les deux couleurs sont encodées par trois composantes RVB. Chaque composante est définie par un nombre allant de 0 à 255, 0 étant un minimum d'intensité et 255 un maximum.

Deux pixels (1 et 2) sont choisis, un dans une zone rouge-orangée (couleur A) et l'autre dans une zone noire (couleur B).

Pixel 1			Pixel 2		
R	V	B	R	V	B
0	0	0	200	100	0

B.3.2.1. Quelle est la signification de chacune des lettres R, V et B ?

B.3.2.2. Indiquer le type de synthèse utilisé par l'écran de l'ordinateur.

B.3.2.3. Attribuer à chaque pixel sa couleur. Justifier.

B.3.3. Lorsque l'image de la photo est imprimée en couleurs, un autre système de trois composantes CJM est utilisé. A nouveau, chaque composante est définie par un nombre allant de 0 à 255, 0 étant un minimum d'intensité et 255 un maximum.

Deux autres pixels (3 et 4) sont choisis, un dans une zone rouge-orangée (couleur A) et l'autre dans une zone noire (couleur B).

Pixel 3			Pixel 4		
C	J	M	C	J	M
0	100	200	200	200	200

B.3.3.1. Quelle est la signification de chacune des lettres C, J et M ?

B.3.3.2. Indiquer le type de synthèse utilisé par l'imprimante.

B.3.3.3. Attribuer à chaque pixel sa couleur. Justifier.