

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

## STD ARTS APPLIQUÉS

SESSION 2015

### ÉPREUVE : *PHYSIQUE-CHIMIE*

MERCREDI 24 JUIN 2015

*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 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7  
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.*

# LE BLEU

## Partie A : Le bleu et l'art (7,5 points)

### **Document 1 : Gravure à « l'eau forte » (acide nitrique)**

La gravure à l'eau forte est une méthode de reproduction ancienne.

Ce procédé de gravure sur métal s'effectue par l'intermédiaire d'un acide. [...] Une planche de métal (fer ou cuivre) est recouverte sur ses deux faces d'une fine couche de vernis destinée à la protéger de la morsure de l'acide. À l'aide d'une pointe dure, le graveur entaille le vernis selon le tracé du dessin qu'il veut obtenir. Il fait ainsi apparaître, par endroits, le métal débarrassé de sa couche protectrice. Ce sont ces parties du métal dénudé qui seront attaquées, lorsque le graveur plongera la plaque dans son bain d'eau forte. L'action de celle-ci jugée suffisante, le graveur sort la plaque, la rince à l'eau claire, puis enlève le vernis protecteur, découvrant ainsi toute la surface de la planche, qui présente des creux aux endroits où l'acide a agi. [...]

La plaque peut alors être encrée puis mise sous presse.

<http://www.larousse.fr/encyclopedie/peinture/eau-forte/152018>

### **Document 2 : Secrets du pigment bleu égyptien**

[...] Des analyses ont été effectuées sur dix pains de pigments égyptiens bruts. [...]

Ces pains devaient fournir beaucoup plus d'informations que des fragments de peinture prélevés sur une œuvre d'art, dans la mesure où le pigment n'avait été ni broyé, ni mélangé à un autre matériau. Toutefois la recherche s'est élargie à cinquante prélèvements de matière picturale, sous forme d'écaillés de 1 mm<sup>2</sup>, provenant d'objets polychromés sur différents supports (bois, céramique). [...]

Le bleu égyptien est un matériau composite associant de la cuprorivaïte (CaCuSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub>), des espèces siliceuses polymorphes (quartz et/ou tridymite) et des résidus de fabrication dans une phase silicatée amorphe plus ou moins abondante.

Le pigment s'obtient par cuisson en atmosphère oxydante entre 870°C et 1100°C (température de stabilité de la cuprorivaïte) suivie d'un refroidissement lent dans le four, d'un mélange contenant environ 19% de cuivre et environ 1% de sodium. [...]

[http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/couleurs/loupe\\_pigments3.html](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/couleurs/loupe_pigments3.html)

### **Données :**

- célérité de la lumière :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- énergie d'un rayonnement de fréquence  $\nu$  :  $E = h \times \nu$

En utilisant vos connaissances et les documents ci-dessus, répondre aux questions suivantes.

## A.1. Gravure d'une plaque de cuivre et bain bleu

A.1.1. La plaque de cuivre subit différents traitements.

A.1.1.1. Quel est le rôle du vernis appliqué sur cette plaque ?

A.1.1.2. Quel est le rôle du bain dans l'acide nitrique (appelé « eau forte ») ?

A.1.1.3. Quel est le rôle du bain à l'eau claire ?

A.1.2. Lorsque la gravure est terminée, la plaque de cuivre  $\text{Cu}_{(s)}$  est plongée dans une solution incolore d'acide nitrique de formule  $\text{H}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$ , anciennement appelée eau forte : le cuivre dénudé est alors attaqué par les ions nitrate  $\text{NO}_3^-_{(aq)}$  et la solution devient bleue avec l'apparition d'ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ .

A.1.2.1. Pour expliquer la formation de la solution bleue, écrire la demi-équation électronique associée au couple  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} / \text{Cu}_{(s)}$  qui traduit la transformation chimique subie par le métal cuivre.

A.1.2.2. Le métal cuivre est-il un oxydant ou un réducteur ? Justifier.

A.1.3. La demi-équation électronique relative aux ions nitrate est :



A.1.3.1. Écrire le couple oxydant-réducteur auquel les ions nitrate appartiennent.

A.1.3.2. Les ions nitrate sont-ils réduits ou oxydés lorsque la solution se colore en bleu ?

A.1.4. Écrire l'équation bilan de la réaction entre les ions nitrate et la plaque métallique de cuivre.

## A.2. Analyses d'un pigment bleu

A.2.1. Le bleu égyptien est-il un pigment naturel ou synthétique ? Justifier d'après le document.

A.2.2. D'autres analyses ont été faites à partir de prélèvements de céramiques. Définir la famille des céramiques.

A.2.3. Après analyse, le bleu égyptien a été défini comme un matériau composite. Donner une définition de ce terme.

A.2.4. L'analyse du pigment bleu a également mis en évidence la présence de zones amorphes. Préciser le sens du terme « amorphe ».

A.2.5. La composition du pigment bleu égyptien a été déduite d'une analyse aux rayons X.

A.2.5.1. À quel type d'ondes appartiennent les rayons X ?

A.2.5.2. Les rayons X peuvent être considérés comme un ensemble de corpuscules porteurs d'énergie. Comment nomme-t-on ces corpuscules ?

A.2.5.3. Calculer la valeur de la fréquence des rayons X d'énergie  $E = 5,68 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

## Partie B : Le cube d'eau de Pékin (10 points)

### Document 3 : Description de l'ancienne piscine olympique

Le centre national de natation a la forme d'un cube surnommé « Nid d'oiseau » en raison de ses caractéristiques architecturales. Ses dimensions sont : 177 m de largeur pour 30 m de haut.

La structure en acier ressemble à un grand nid. Elle soutient des bulles extérieures faites en revêtement ETFE enfermant des sacs à air.

Le système d'éclairage à base de LED (Diodes Electroluminescentes) fait apparaître le bâtiment bleu par beau temps, jaune au crépuscule, blanc par temps maussade.



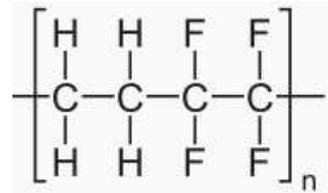
<http://quilaztli.over-blog.com/2014/02/cube-d-eau-water-cube-beijing-chine-jeux-olympiques-2008-lieu-insolite.html>

### Document 4 : L'ETFE

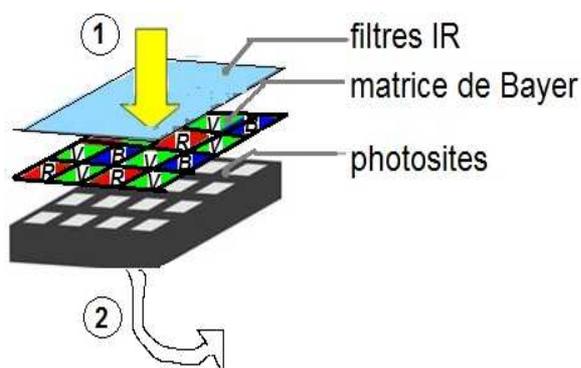
L'éthylène tétrafluoroéthylène (ETFE) est un copolymère de l'éthylène et du fluoroéthylène, se présentant sous la forme d'un film.

C'est un matériau transparent, moins dense que le verre, laissant passer environ 90% de la lumière visible, mais absorbant une grande partie de la lumière infra-rouge.

Il est aussi élastique, très résistant à la déchirure et aux différences de pression et de température.



### Document 5 : Les diverses couches d'un capteur CCD



### Document 6 : Fiche technique de l'APN

Type : Appareil photo réflex numérique

Dimensions (L x H x P) : 125 x 96 x 76,5 mm

Viseur : viseur de type reflex

#### Capteur d'image :

Type : capteur CMOS 23,2 × 15,4 mm

Nombre de pixels effectifs : 6016 × 4000

### Données :

Formules de conjugaison et de grandissement:

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

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

En utilisant vos connaissances et les documents ci-dessus, répondre aux questions suivantes.

### B.1. Le cube d'eau

B.1.1. Rappeler les deux principaux constituants de l'alliage formant la structure du cube.

B.1.2. A quelle famille de matériaux appartient l'ETFE formant la façade du cube ?

B.1.3. Donner deux raisons justifiant l'emploi de l'ETFE plutôt que le verre minéral.

### B.2. Appareil Photographique Numérique (APN)

B.2.1. L'APN est muni d'un capteur CMOS composés de photosites (parfois appelés « pixels ») ou cellules photosensibles.

B.2.1.1. Rappeler la fonction d'un photosite en précisant ce que représentent les flèches ① et ② sur le **document 5**.

B.2.1.2. Sur le **document 5**, que représentent les lettres R, V, B sur la matrice de Bayer ?

B.2.1.3. À quel type de synthèse les couleurs R, V, B se rapportent-elles ?

B.2.1.4. Indiquer quel(s) photosite(s) est (sont) activé(s) pour restituer les différentes couleurs du cube d'eau :

B.2.1.4.a. par beau temps ;

B.2.1.4.b. au crépuscule ;

B.2.1.4.c. par temps maussade.

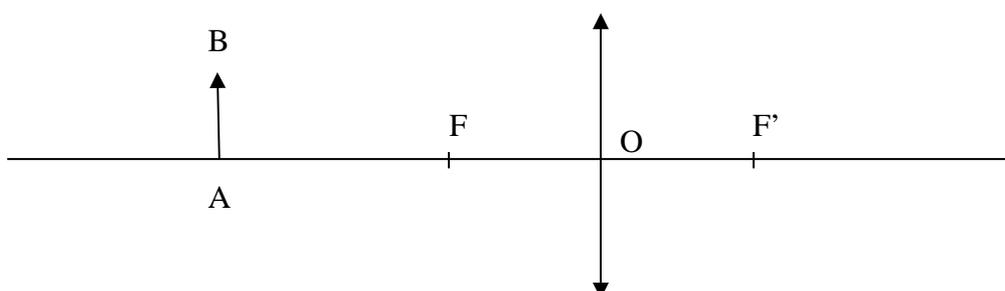
B.2.2. Définir, puis calculer la définition du capteur CMOS de l'APN décrit dans le **document 6**.

B.2.3. L'APN considéré est du type « reflex ». Quel avantage apporte la présence du miroir pour la visée dans ce type d'appareil ?

### B.3. Photographie du cube d'eau

Un touriste utilise l'APN décrit dans le **document 6** avec un objectif 18-135 mm dont la focale est réglée à 35 mm. Un soir, il place son appareil à 300 m d'une des façades du cube.

B.3.1. Reproduire, sans souci d'échelle, le schéma suivant et le compléter en construisant l'image A'B' de l'objet AB (la façade) à l'aide de trois rayons particuliers.



B.3.2

B.3.2.1. Déterminer la distance entre l'image sur le capteur CMOS et l'objectif lorsque la mise au point est réalisée sur le cube.

B.3.2.2. Calculer la largeur de l'image du cube sur le capteur.

B.3.2.3. Montrer alors que le cube apparaîtra en entier sur la photo.

B.3.3. Sans changer de position, le touriste, après avoir pris la **photo 1** ci-dessous, réalise la **photo 2**. Quel changement de réglage a-t-il opéré ?



Photo 1

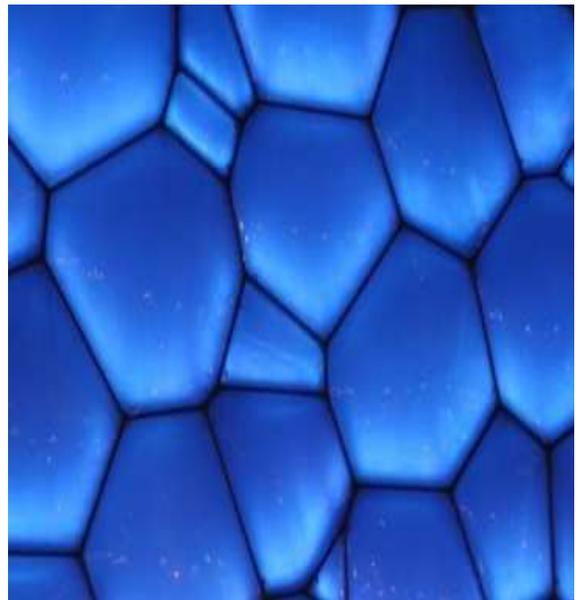


Photo 2

<http://whitey.net/fr/chine-pekin-photos-10.htm>

## Partie C : Le grand bleu (2,5 points)

La plongée subaquatique nécessite une bonne acuité visuelle, car la vue est le principal sens qui permet la communication entre plongeurs.

Cependant, l'œil humain n'est pas adapté pour voir sous l'eau de façon nette et certains phénomènes comme la disparition des couleurs avec la profondeur sont amplifiés sous l'eau.

### Document 7 : Vision dans l'air et dans l'eau

Dans l'air, un œil normal au repos voit des objets éloignés nets. (Doc 7.a).

Doc 7.a

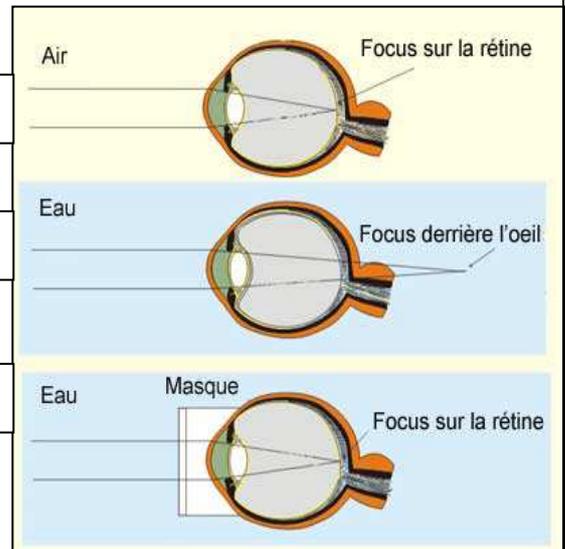
Dans l'eau, l'image de ces objets éloignés ne se forme plus sur la rétine (Doc 7.b) : la vision n'est plus nette.

Doc 7.b

Avec un masque de plongée, la vision de ces objets éloignés est à nouveau nette (Doc 7.c).

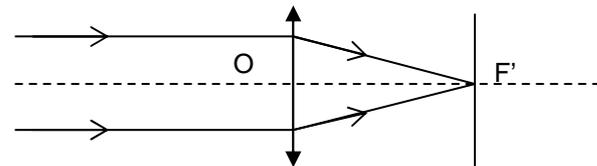
Doc 7.c

[http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil\\_bleu16.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/outil_bleu16.html)

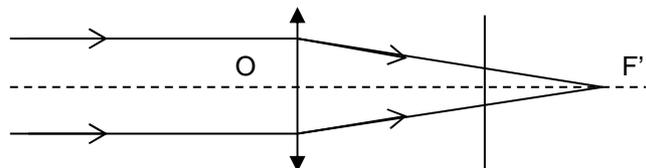


### Document 8 : Modèles réduits de l'œil illustrant la vision dans l'air (a) et dans l'eau (b)

(a)



(b)



### La vision et ses défauts

C.1. Dans l'air et dans l'eau, les grandeurs caractéristiques de l'œil changent.

C.1.1. D'après les documents et vos connaissances, comment la distance focale  $f'$  d'un œil au repos évolue-t-elle lorsqu'on passe de l'air à l'eau ?

C.1.2. Comment évolue alors sa vergence  $C$  ?

C.2. La vision floue sous l'eau peut être comparée à un défaut de l'œil.

C.2.1. D'après les documents et vos connaissances, sous l'eau, où se forme l'image d'un objet lointain pour un œil normal n'accommodant pas ?

C.2.2. A quel défaut de l'œil correspond alors la vision sous l'eau ?

C.2.3. La correction apportée par un masque de plongée correspond-elle à celle d'une lentille convergente ou divergente ?