

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2018

Série STD2A

Sciences et Technologies du Design et des Arts Appliqués

PHYSIQUE CHIMIE

Durée de l'épreuve : 2 heures

Coefficient : 2

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

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

IMPORTANT

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous remettra un autre exemplaire.

Dans les coulisses de Lascaux IV

La grotte de Lascaux, découverte en 1940, a été fermée au grand public dès 1963 afin de préserver ses œuvres.

Le Centre international d'art pariétal Lascaux IV, situé à Montignac, a été inauguré en décembre 2016. Il abrite un fac-similé de la grotte qui permet au grand public de redécouvrir ce trésor de l'art préhistorique.

Partie A - Le bâtiment et ses matériaux (4,5 points)

Lascaux IV est un bâtiment semi-enterré à la façade vitrée de longueur égale à 150 m. Il s'intègre parfaitement au paysage car l'arrière du bâtiment disparaît dans la forêt.

Les architectes ont choisi de n'utiliser qu'un seul type de béton pour les sols, les parois, la toiture et la façade du bâtiment afin de conférer à l'ensemble un aspect de grosse pierre et recréer au plus près la grotte d'origine.



Document 1 - Un chantier complexe

Pour soutenir le bâtiment, dont la surface atteint 9000 m², sur le sol peu stable et l'arrimer à la colline, il a fallu planter près de 550 pieux, certains jusqu'à la profondeur de 12 m. Près de 730 tonnes d'acier à béton ont été nécessaires.

À l'intérieur du bâtiment, la réalisation de murs dont l'inclinaison peut atteindre la valeur de 9 degrés et dont la hauteur la plus importante prend la valeur de 12 m, reste une prouesse technique. Ils ont été coulés sur place avec un béton très fluide dans lequel ont été incorporés des gravillons. L'ensemble a dû ensuite être étayé de nombreux piliers.

Ces grandes parois lisses penchées, avec des lignes horizontales paraissant gravées, rappellent aux visiteurs des roches sédimentaires qui plongent au centre de la Terre.

L'autre défi technique a été la façade vitrée en forme de faille. Le vitrage, de longueur égale à 150 m, d'un seul tenant, est accroché par une structure métallique située en arrière.

Le verre produit, avec le béton, une série d'effets de contraste : opacité/transparence ; pénombre/lumière ; brut/sophistiqué ; rugueux/lisse.

Document 2 - Des bétons

Économique et facilement manipulable, le béton peut être utilisé dans divers domaines tels que la construction ou l'art. À la fois résistant et durable, il répond à de nombreux critères de performance, ce qui explique son omniprésence actuelle. [...]

Les principaux ingrédients employés pour le fabriquer sont le sable, le gravier, le ciment, le tout gâché avec de l'eau.

Le ciment est le liant hydraulique par excellence.

Le béton autoplaçant [...] est un béton se différenciant des autres par son importante fluidité. [...] Auparavant, il était fréquent de rajouter de l'eau au mélange afin d'obtenir un béton plus fluide mais cela le fragilisait. C'est pourquoi le béton autoplaçant est une véritable révolution. [...] Si le béton autoplaçant possède une telle fluidité, c'est grâce aux divers adjuvants superplastifiants qu'il contient. Ceci a rendu les constructions plus sûres et a grandement facilité les méthodes de mise en œuvre du béton. [...]. L'hyperfluidité facilite [...] le remplissage des coffrages et l'enrobage des éventuelles armatures, tout en permettant de conserver une homogénéité.

D'après <http://www.guidebeton.com>

Le béton armé associe intimement un béton avec des armatures métalliques : on obtient ainsi un matériau qui cumule des qualités de résistance à la compression et à la traction.

Un enrobage soigné des armatures est toutefois nécessaire pour les préserver des phénomènes d'oxydation.

D'après <http://www.infociments.fr>

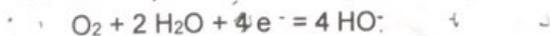
A.1. Le béton

- A.1.1. Le béton est omniprésent à Lascaux IV. Justifier le choix des architectes en citant une caractéristique esthétique et une caractéristique technique.
- A.1.2. Expliquer pourquoi le béton armé peut être considéré comme un matériau composite.
- A.1.3. Justifier la nécessité d'utiliser du béton autoplaçant pour réaliser les murs intérieurs du bâtiment.

A.2. La structure métallique

- A.2.1. Citer les principaux constituants de l'alliage utilisé pour les pieux qui soutiennent le bâtiment.
- A.2.2. L'enrobage des armatures métalliques est primordial pour éviter leur corrosion. Citer deux facteurs à l'origine de ce phénomène.
- A.2.3. Les espèces Fe et Fe²⁺ forment un couple oxydant-réducteur. Si le métal fer (Fe) avait été choisi pour fabriquer les pieux, le phénomène de corrosion aurait pu être modélisé par une réaction d'oxydoréduction entre le métal fer et le dioxygène (O₂).

La demi-équation électronique du couple O₂ / HO⁻ est :



Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre le métal fer et le dioxygène.
A.2.4. Dans cette réaction, préciser si le dioxygène est réduit ou oxydé.

A.3. Le verre

A.3.1. Donner le principal composant du verre minéral.

A.3.2. Le verre minéral est transparent du fait de sa structure amorphe. Donner la signification du mot *amorphe*.

Partie B - Le fac-similé de la grotte (9,5 points)

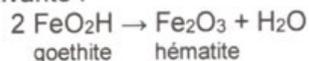
En guise de peinture, les artistes de la préhistoire utilisaient des pigments présents à l'état naturel dans les sols de Dordogne : ocres pour les tons bruns, jaunes, rouges, poudre de marbre pour le blanc, oxyde de manganèse pour le noir. Les pigments étaient utilisés sans charge, avec de l'eau comme liant.

À partir de transformations ou de mélanges, ils pouvaient obtenir une palette d'une vingtaine de teintes, dont les violacés, tout à fait uniques dans l'art pariétal préhistorique.

Document 3 - Les ocres

Le secret de la couleur des ocres réside dans la présence de l'ion Fe^{3+} [...] dans deux de leurs constituants que sont l'hématite ou la goethite.

Le minerai naturel ne contient que de la goethite jaune qu'il faut déshydrater pour obtenir de l'hématite rouge : c'est le principe de la cuisson des ocres. L'équation de la réaction mise en jeu est la suivante :



Température de cuisson : 300 °C 950 °C 1250 °C

Couleur obtenue : jaune → rouge → violet

La couleur des ocres est due au phénomène d'absorption de la lumière qui les éclaire. Cette absorption est sélective en longueur d'onde. Seule la lumière non absorbée sera diffusée par le matériau et déterminera sa couleur.

D'après <http://www.cnrs.fr>

B.1. Les peintures de la grotte originale

B.1.1. Rappeler la définition d'un pigment.

B.1.2. Préciser si les ocres sont des pigments organiques ou non. Expliquer la réponse.

B.1.3. Citer deux facteurs pouvant influencer la couleur d'un pigment.

B.1.4. Indiquer la couleur correspondant aux radiations absorbées par la goethite.

B.1.5. Dans la constitution des peintures préhistoriques, l'eau est citée comme liant. Rappeler le rôle d'un liant dans une peinture.

B.2. Les parois du fac-similé de la grotte

Le nouveau fac-similé est constitué d'une multitude de morceaux de parois en résine enduits d'un « voile de pierre » (sable, poudre de verre...) pour reconstituer le grain de la paroi rocheuse de la grotte originale.

Celle-ci a été initialement scannée à l'aide du Leica HDS7000, scanner 3D doté d'un laser à balayage, capable de mémoriser en une seule seconde les coordonnées d'un million de points par mètre carré.



<http://www.batirama.com>

Document 4 - Extrait de la fiche caractéristique produit du Leica HDS7000

Général	
Type d'instrument	Scanner laser compact ultra rapide, à mesure de phase avec nivelle électronique biaxiale, portée, champ visuel et plomb laser
Interface	Commande locale, PC portable, Tablette PC ou PDA
Système de scanning laser	
Type	A décalage de phase
Longueur d'onde	1.5 μm
Classe laser	1 (selon CEI 60825-1 et EN 60825-1)
Portée	Intervalle d'ambiguïté de 187 m Portée minimale de 0,3 m
Divers	
Affichage intégré	Ecran tactile graphique couleur commandé par stilet, VGA (640 x 320 pixels)

- Données :
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
 - Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
 - Énergie d'un photon de fréquence ν : $E = h \times \nu$
 - Longueur d'onde d'un rayonnement de fréquence ν : $\lambda = c / \nu$
 - $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ et $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

B.2.1. Rappeler les valeurs des longueurs d'onde limites du domaine visible.

B.2.2. Le rayonnement employé dans le scanner 3D.

B.2.2.1. Préciser, en justifiant la réponse, si ce rayonnement est visible ou s'il appartient aux ultraviolets ou aux infrarouges.

B.2.2.2. Calculer la fréquence de ce rayonnement.

B.2.2.3. Calculer l'énergie d'un photon associé à ce rayonnement.

B.2.3. Définir le terme *pixel* relatif à l'affichage du scanner.

B.2.4. Expliciter le terme *définition* d'une image numérique. Déterminer celle d'une image affichée sur l'écran du scanner.

B.3. Les peintures du fac-similé de la grotte

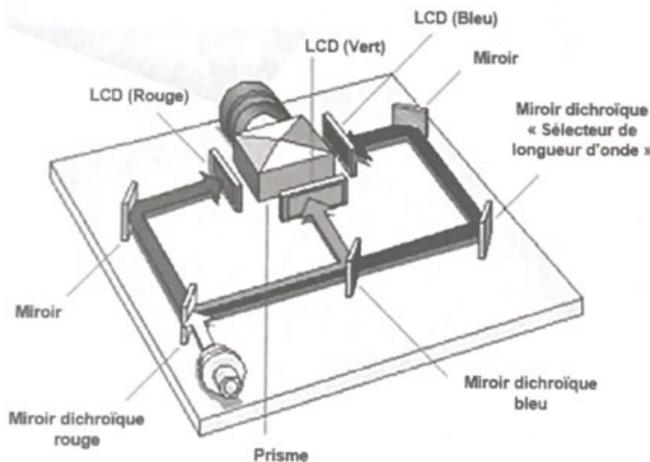
Pour les artistes contemporains, il s'agissait de reproduire l'œuvre découverte en 1940, usée par les millénaires. Ils ont pour cela utilisé les mêmes pigments que ceux choisis par nos ancêtres en rajoutant une petite dose de liant acrylique pour fixer et stabiliser la couleur.

Grâce à des vidéoprojecteurs, les images issues du relevé en 3D ont été projetées sur la paroi comme des calques lumineux. Les peintures ont alors été reproduites à main levée.

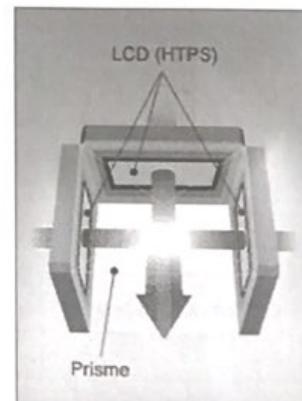
Document 5 – Principe d'un vidéoprojecteur

La technologie 3 LCD

Une source projette une lumière blanche sur une combinaison de miroirs qui divisent celle-ci en trois couleurs vidéo de base (rouge, vert, bleu). Chaque matrice LCD traite le signal électrique qu'elle reçoit et crée une image. Les images en trois couleurs sont combinées à l'aide d'un prisme afin de former une image en pleine couleur. L'image ainsi obtenue passe à travers un objectif et est projetée à l'écran.



Principe de fonctionnement d'un vidéoprojecteur 3 LCD

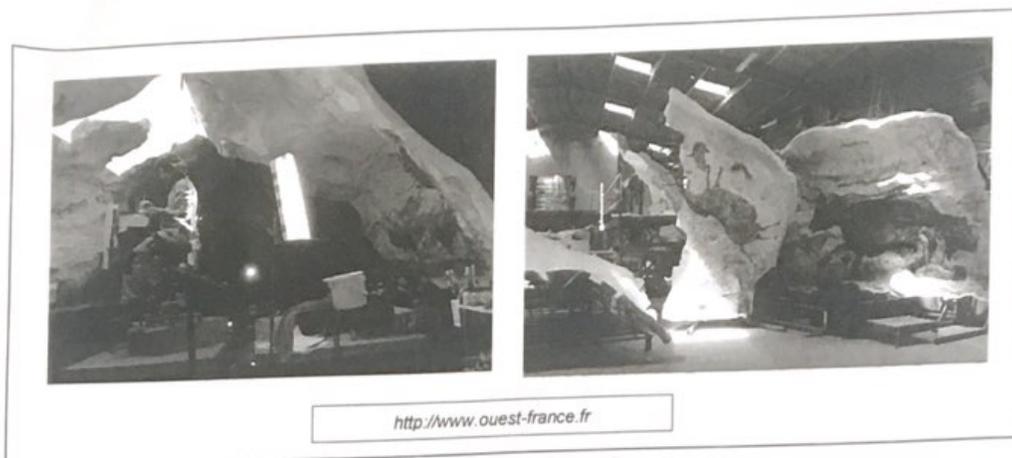


Combinaison des images à travers le prisme

Les paramètres de choix d'un vidéoprojecteur

La « luminosité » est une caractéristique essentielle d'un vidéoprojecteur. Exprimée en lumens, elle est déterminante pour l'utilisation de ce dernier en fonction des paramètres extérieurs comme la lumière ambiante. La taille de l'image que l'on souhaite obtenir est aussi un critère de choix important.

D'après <http://www.manutan-collectivites.fr>



- B.3.1. Indiquer le type de synthèse utilisée par un vidéoprojecteur pour restituer les couleurs.
- B.3.2. Préciser les états, opaques ou transparents, des matrices LCD du vidéoprojecteur pour reproduire la couleur jaune du pigment goethite.
- B.3.3. Les fiches techniques des vidéoprojecteurs indiquent leur « luminosité ». Préciser l'unité de cette caractéristique et en déduire si elle correspond au flux lumineux ou à l'éclairement.
- B.3.4. Afin de projeter une image réelle sur les parois de la « grotte », les vidéoprojecteurs possèdent un objectif.
- B.3.4.1. Indiquer le matériel optique grâce auquel cet objectif peut être modélisé au laboratoire.
- B.3.4.2. Les dimensions de certaines images à projeter sont supérieures au mètre alors que les vidéoprojecteurs sont placés relativement près des parois. Dans ces conditions, l'objectif peut être caractérisé de « grand angle ». Déterminer si un tel objectif possède une petite ou une grande focale.

Partie C - L' « atelier de Lascaux IV » (6 points)

Après la visite du fac-similé de la grotte, au sein de l'espace « atelier de Lascaux IV », des panneaux reproduits à l'échelle 1 permettent de mieux comprendre les œuvres au moyen de commentaires délivrés par un « compagnon de visite », une sorte de smartphone qui permet aussi de faire des photos.

Parfois, un astucieux système lumineux phosphorescent met en valeur des gravures présentes sur les parois mais qui sont presque invisibles à l'œil nu.



C.1. La phosphorescence

La phosphorescence est un phénomène observé lorsqu'une matière continue d'émettre de la lumière après avoir été éclairée.

Recopier sur la copie et compléter la phrase suivante en choisissant les termes appropriés en italique.

Le phénomène de phosphorescence est dû à une suite de pertes d'énergie par des (*photons / atomes*) qui ont été (*émis / excités*) et qui retournent à des niveaux d'énergie plus (*bas / haut*).

C.2. Les photographies

Le visiteur peut photographier les œuvres exposées dans l'atelier à l'aide de son « compagnon de visite » ou de son appareil photographique numérique (APN) personnel afin de réaliser des clichés artistiques.



Document 6 - Fiche technique - Appareil photographique numérique (APN) : boîtier Nikon D3200 - objectif AF-S DX Nikkor 18-105

Type : Reflex numérique

Nombre de pixels : 6016 × 4000

Type capteur : CMOS

Taille de capteur : (23,2 mm × 15,4 mm)

Zoom : 18 - 105 mm

Vitesse d'obturateur : de 1/4000 s à 30 s

Ouverture : f/5,6 ; f/8 ; f/11 ; f/16 ; f/22

Sensibilité : de 100 ISO à 6400 ISO

Données :

Formule de conjugaison pour une lentille mince : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$

Formule du grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$

C.2.1. Un visiteur utilise son APN décrit dans le document 6 avec l'objectif dont la focale est réglée à la valeur de 18,0 mm. Il place l'objectif de son appareil à la distance de 2,50 m d'une paroi reproduite et fait la mise au point sur une vache rouge à tête noire de longueur égale à 2,65 m.



<http://www.lascaux.culture.fr>

- C.2.1.1. Déterminer par le calcul la distance entre l'objectif et l'image de la vache.
 - C.2.1.2. Déterminer par le calcul la taille de cette image sur le capteur.
 - C.2.1.3. Préciser, en justifiant la réponse, si l'image de la vache apparaît complètement sur le capteur.
- C.2.2. Lors d'une prise de vue, le visiteur, en contrôlant sur l'écran LCD de son appareil, trouve que l'une de ses photographies est trop sombre.
- C.2.2.1. En mode automatique, l'appareil indique les réglages : (1/250, 8). Donner la signification de ces réglages.
 - C.2.2.2. Le visiteur décide de passer en mode manuel pour améliorer la luminosité de sa photographie en modifiant uniquement le nombre d'ouverture N. Préciser si le diamètre du diaphragme doit augmenter ou diminuer et choisir la valeur de N correspondante parmi ces possibilités : 5,6 ou 11.
 - C.2.2.3. Proposer deux autres réglages possibles pour rendre la photographie moins sombre.