





## Première partie (10 points)

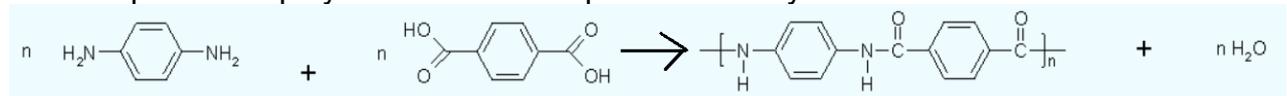
### DIFFÉRENTS TEXTILES

À l'origine, un textile est tissé à partir de fibres naturelles (le coton, le chanvre, le lin, la laine), puis avec l'évolution des techniques, les fibres synthétiques sont apparues. Ces dernières répondent de plus en plus à des cahiers des charges élaborés au point d'être qualifiées de fibres intelligentes.

Il s'agit ici de s'approprier les performances des fibres synthétiques en s'appuyant sur les caractéristiques physiques et d'analyser leur constitution microscopique.

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

1. Pourquoi les gilets pare-balles sont-ils fabriqués maintenant avec de la fibre Kevlar plutôt que de l'acier ? Vous argumenterez vos réponses en utilisant les documents 1 et 2.
2. Voici l'équation de polymérisation correspondant à la synthèse du Kevlar :



- a. Recopier cette équation et entourer les groupes fonctionnels qui apparaissent dans les deux réactifs.
  - b. Nommer les fonctions entourées.
3. Dans cette même équation, les produits sont le Kevlar et l'eau.
    - a. Identifier en l'entourant le motif du polymère du Kevlar.
    - b. Définir l'indice de polymérisation n d'un polymère.
  4. La fibre Kevlar est-elle synthétisée par polyaddition ou polycondensation? Justifier votre réponse.
  5. Pourquoi les gilets pare-balles sont-ils recouverts d'un matériau étanche à l'eau et résistant aux UV ?
  6. Relever dans le document 4 les trois matériaux cités constituant le textile d'un gilet pare-balles.
  7. Indiquer les classes de matériaux auxquelles ils appartiennent.
  8. Relever un des usages prévus pour ce textile.
  9. Expliquer pourquoi, parmi les métaux, c'est l'argent qui a été retenu dans la conception de ce textile.

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 :  /  /



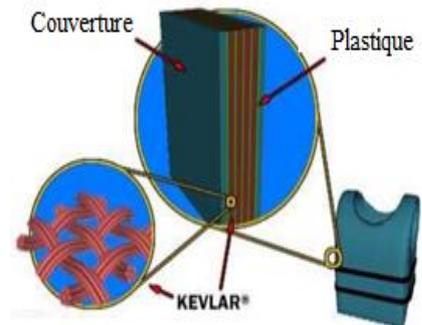
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

### Document 1 : Histoire du gilet pare-balles

Au quotidien, nos policiers sont équipés de gilets pare-balles. Avant les années 1970, la plupart des gilets pare-balles étaient en acier. En 1973, des chercheurs de l'arsenal Edgewood de l'armée américaine développèrent un gilet pare-balles fait de sept couches de Kevlar.

Matériau	Kevlar	Acier
Densité	1,4	7,8
Module d'élasticité	210 GPa	34,5 GPa



Gilet pare-balles vu en coupe

<http://lafamilledurefuge.free.fr/doc/S5/Memoire%20mat%C3%A9riaux.pdf>

### Document 2: La fibre Kevlar

Le Kevlar est une fibre de faible densité présentant une bonne résistance à la traction et à l'élongation.

Cependant, ce polymère résiste mal aux fortes températures (il se décompose à 400°C).

Lorsqu'il est soumis à l'humidité, ou aux rayons UV du Soleil, il perd toute résistance. Afin de régler ces problèmes, les gilets pare-balles sont maintenant recouverts d'un matériau étanche à l'eau et résistant aux UV.

La fibre Kevlar est synthétisée à partir de deux monomères : le 1,4-diaminobenzène et l'acide téréphtalique (acide benzène 1,4-dioïque).

### Document 3 : Groupes caractéristiques et fonctions

Nom	Alcool	Acide carboxylique	Ester	Amine	Amide
Fonction	$-O-H$	$-C(=O)OH$	$-C(=O)O-C$	$-NH_2$	$-C(=O)N-$

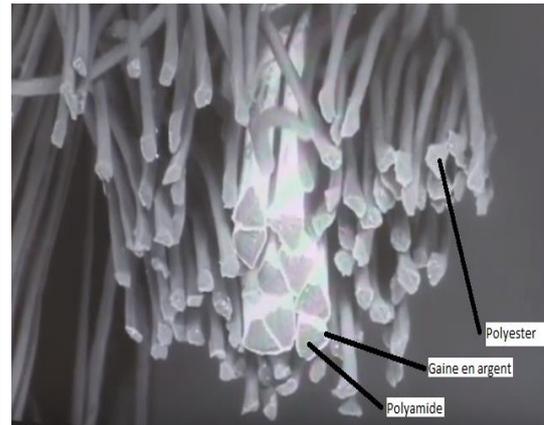


#### Document 4 : Fibres constitutives de nouveaux textiles.

Les textiles à caractère chauffant sont fabriqués à partir de tissus très malléables, souple comme un tissu classique.

« On voit sur la photo la structure d'un fil avec tout autour des fibres de polyester qui n'ont *a priori* aucune fonctionnalité particulière. Mais à l'intérieur, on a des fibres avec une section triangulaire, on peut observer une fine couche d'argent qui entoure ces fibres de polyamide. Ce dépôt d'argent va permettre de rendre le tissu conducteur. Cela sera utilisé pour différentes applications. Cela peut servir à conduire l'électricité pour chauffer un tissu. Ça peut servir aussi à créer une structure textile de blindage électromagnétique. Donc, ça peut être utile pour la protection contre les antennes, les téléphones portables, la wifi, et isoler un habitat par exemple, ou une personne, des ondes électromagnétiques qui les entourent.

Propos recueillis d'Alice BAILLIÉ, Ingénieur textile -IFTH  
Roubaix à partir de la vidéo intitulée : « L'intelligence textile »  
<https://www.youtube.com/watch?v=THFg72rZiXo>



#### Document 5 : Caractéristiques physiques de métaux

Matériau	Argent	Cuivre	Fer
Masse volumique (kg.m <sup>-3</sup> )	10 500	8 920	7 860
Conductivité thermique (W. m <sup>-1</sup> . K <sup>-1</sup> )	420	386	80
Capacité à s'oxyder en présence d'eau	Très faible	Moyen	Forte





## Document 2 - Photographie en lumière rasante

En utilisant la lumière visible, les photographies rasantes sont utilisées pour enregistrer le relief de surface d'un objet. Celles-ci sont réalisées de manière systématique sur les peintures de chevalet. Elles sont faites sous deux angles d'éclairage au moyen d'un faisceau lumineux dirigé formant un angle d'environ 10 degrés avec la surface. Elles permettent de localiser les moindres reliefs de la couche picturale (craquelures, soulèvements, cloques), ainsi que les déformations du support et les accidents (déchirures, rayures, enfoncements). La lumière rasante permet aussi d'apprécier l'écriture du peintre, caractérisée par le sens du relief de la touche, les empâtements ou certains gestes techniques.



Fig. 1. Photographie visible (gauche) et rasante (droite) révélant le réseau de craquelures.  
Portrait de Joséphine, Andréa Appiani, château de Malmaison (Inv. M.M.2003.2.1). Image C2RMF/Elsa Lambert.

D'après <http://technologies.c2rmf.fr>

## Document 3 - Fluorescence de l'ultraviolet (UV) vers le visible

La photographie de la fluorescence sous UV dans le visible (envoi d'UV à 365 nm et enregistrement dans le visible) est très utile pour repérer les matériaux organiques comme les vernis, les colles ou certains pigments et colorants (blanc de zinc, carmin, garance...) qui ont la propriété de fluorescer sous UV. Les images obtenues permettent d'analyser les peintures. Par exemple, les vernis classiques en peinture ont la propriété de fluorescer suivant deux paramètres : l'épaisseur et le temps. Plus le vernis est ancien, plus il fluoresce sous UV et plus il est épais, plus il fluoresce également. L'intensité de la fluorescence dépendant de deux paramètres, il n'est pas possible d'en déduire directement l'ancienneté de l'œuvre.

Cependant, des différences de fluorescence de vernis sur un tableau permettent de repérer des interventions antérieures invisibles à l'œil nu, qui signent généralement des emplacements d'anciennes restaurations. Sur les objets, les fluorescences sous UV permettent d'observer des traces de colles d'anciennes restaurations, des badigeons ou d'autres matériaux généralement organiques comme de la cire d'abeille, des résines, de la gomme laque ou des matières grasses.

D'après <http://technologies.c2rmf.fr>

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 4 - Fluorescence du visible vers l'infrarouge

Les pigments antiques synthétiques « bleu égyptien » et « bleu de Han » sont reconnaissables en imagerie grâce à leur fluorescence particulière, du visible vers l'infrarouge. En effet, leur composé principal, la cuprorivaïte, réagit à un rayonnement de longueur d'onde d'excitation égale à 610 nm, en réémettant par fluorescence un rayonnement à 960 nm. Cette fluorescence permet de repérer des petits grains résiduels provenant d'anciennes polychromies.



Fig. 2. Photographie visible (gauche) et photographie de la fluorescence sous lumière visible dans l'infrarouge (LIR) servant à repérer le pigment Bleu égyptien (en blanc). Cercueil de femme anonyme, musée du Louvre. Image C2RMF/Anne Maigret. D'après <http://technologies.c2rmf.fr>

#### Document 5 - Quelques informations sur les examens radiographiques appliqués à l'Homme

Pour réussir un examen radiographique, il faut adapter l'énergie  $E$  des photons des rayons X utilisés en fonction de la partie du corps analysée. Voici quelques exemples :

Sein (mammographie) : des rayons X peu énergétiques sont employés (énergie  $E$  comprise entre 30 keV et 40 keV).

Thorax : l'examen de cette partie du corps nécessite l'emploi de rayons X de haute énergie, soit  $E$  comprise entre 120 keV et 150 keV.

Colonne vertébrale : son examen nécessite l'emploi de rayons X d'énergie moyenne, soit  $E$  autour de 70 keV.

D'après <http://www.sfrnet.org>



### Document 6 - Imagerie à rayons X

La radiographie est une image obtenue par transmission à travers l'ensemble de l'épaisseur de l'œuvre. Un faisceau de rayons X traverse l'œuvre dont les constituants absorbent plus ou moins le rayonnement en fonction de leur composition chimique et de leur épaisseur. Ces variations d'absorption sont enregistrées par un détecteur (film argentique ou capteur numérique) placé à l'arrière de l'objet étudié. Pour l'étude des œuvres peintes (2D), la radiographie apporte des informations sur l'état de conservation du support et de la couche picturale, mais également sur les techniques d'élaboration de l'œuvre).



**Fig. 3.** Photographie (gauche) et radiographie (droite) montrant une composition sous-jacente. *Cherchez d'abord votre Orphée*, Francis Picabia, musée Pierre-André Benoit. Images C2RMF/Pascal Lemaître (photographie) et Gérard Puniet (radiographie).

Concernant l'étude des objets d'art et d'archéologie (3D), le principe et le dispositif sont les mêmes que pour les peintures. Toutefois, les énergies utilisées sont bien supérieures et permettent de traverser des matériaux très denses (métal) ou de forte épaisseur (marbre). [...] De même, les renseignements apportés par la radiographie varient en fonction de la nature des matériaux de l'objet étudié : on ne détecte pas les mêmes informations sur une œuvre en cire, en bois, en plâtre ou en métal. Cependant, le point commun à toutes ces études est de rendre visibles des éléments qui ne sont pas accessibles à l'œil nu, car situés à l'intérieur même de l'objet [...]. L'installation pour réaliser des radiographies 2D et 3D située au C2RMF, avec un générateur de rayons X puissant (longueurs d'onde du rayonnement comprises entre  $\lambda_1 = 2,96 \times 10^{-12}$  m et  $\lambda_2 = 1,24 \times 10^{-11}$  m), est rare. Elle offre de nouvelles perspectives pour l'étude des œuvres d'art et d'archéologie.

*D'après <http://technologies.c2rmf.fr>*