





## Première partie (10 points)

### DIFFÉRENTS TEXTILES

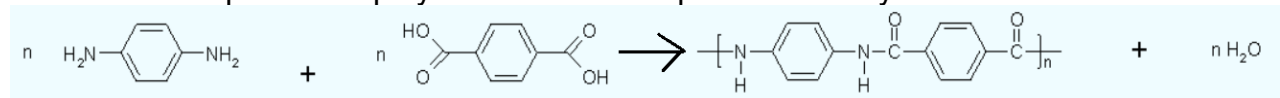
À l'origine, un textile est tissé à partir de fibres naturelles (le coton, le chanvre, le lin, la laine), puis avec l'évolution des techniques, les fibres synthétiques sont apparues. Ces dernières répondent de plus en plus à des cahiers des charges élaborés au point d'être qualifiées de fibres intelligentes.

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 :  /  /



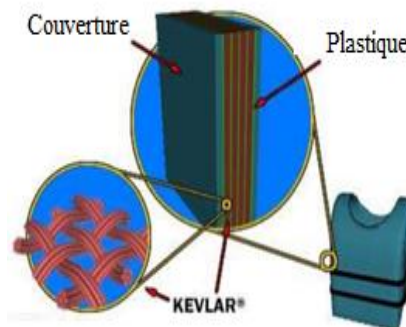
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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	$-O-H$	$-C(=O)OH$	$-C(=O)O-C$	$-NH_2$	$-C(=O)N-$

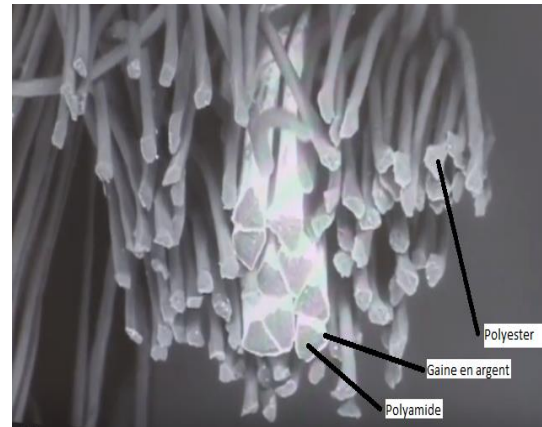


#### Document 4 : Fibres constitutives de nouveaux textiles.

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

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 :

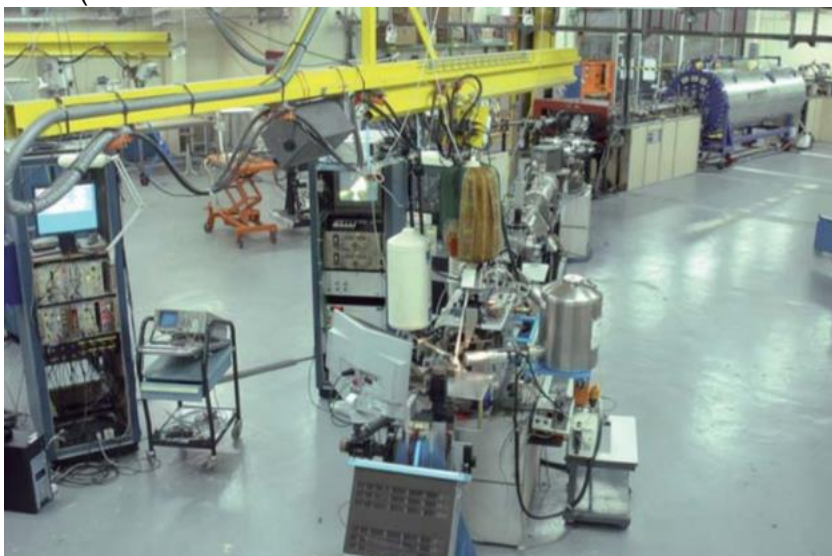
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Deuxième partie (sur 10 points)

### LA MÉTHODE PIXE

L'accélérateur de particules AGLAE (Accélérateur Grand Louvre pour l'Analyse Élémentaire) présent au C2RMF (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France) dans les laboratoires souterrains du musée du Louvre travaille pour donner vie aux œuvres d'art. Il permet de réaliser une analyse élémentaire des œuvres d'art. Cette analyse élémentaire permet de connaître les éléments chimiques contenus dans les matériaux des œuvres.



Source de l'image : Aglaé ou la beauté vue par la science, avril 2019

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

1. Citez l'intervalle de longueurs d'onde dans le vide des radiations visibles.
2. En utilisant le document 4, précisez si l'énergie associée aux rayons X est plus grande ou plus petite que l'énergie associée aux radiations visibles.
3. Expliquer pourquoi la technique PIXE a été choisie, plutôt qu'une méthode d'analyse chimique pour étudier la composition des pierres rouges de la statuette.
4. À l'aide des documents 1, 2 et 3, vous construirez un schéma explicatif présentant la méthode PIXE en vue de réaliser un poster scientifique sur l'analyse des œuvres d'art.



### **Document 1 : Présentation d'accélérateur AGLAE**

L'accélérateur de particules AGLAE produit et accélère des ions légers, par exemple  $H^+$ ,  $He^{2+}$ . Le matériau à analyser (la cible) est bombardé par un faisceau d'ions (les projectiles). L'atome cible et l'ion projectile interagissent, ce qui entraîne l'émission d'une particule qui est ensuite détectée et analysée. C'est cette particule émise qui donne des informations sur la nature chimique des atomes cibles.

Il s'agit d'une analyse élémentaire, elle consiste à déterminer quels sont les éléments chimiques contenus dans les matériaux de l'œuvre. Elle ne permet pas d'identifier la structure des composés, c'est-à-dire la répartition spatiale des atomes, des ions ou des molécules.

Selon la nature de la particule émise, différentes méthodes sont utilisées : la méthode PIXE, la méthode RBS, la méthode NRA.

### **Document 2 : Méthode PIXE**

Le principe de la méthode PIXE (*Particle induced X-ray Emission*) est simple : il s'agit de capter les rayons X émis après l'interaction entre l'atome cible et l'ion projectile. Deux détecteurs de rayons X permettent de doser simultanément les éléments majeurs et ceux présents à l'état de traces.

Cette méthode a été utilisée pour analyser la composition des pierres qui ornent une statuette. Les résultats sont présentés dans le document 3.

C'est une méthode d'analyse non destructive, sans prélèvement. Cependant, elle ne mesure pas le carbone et l'azote, et elle ne donne pas d'information sur les liaisons chimiques.



<http://www.laradioactivite.com/site/pages/identificationdemateriaux.htm>\_avril 2019

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



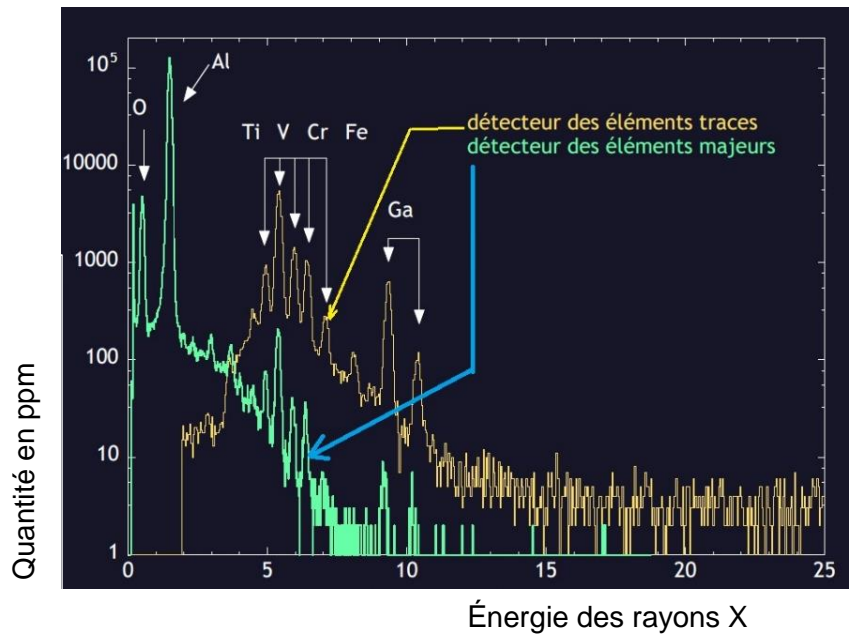
Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Document 3 : Spectre PIXE obtenu sur l'œil de la statuette.



Symboles des éléments présents dans le spectre :

- O : oxygène
- Al : aluminium
- Ti : titane
- V : vanadium
- Cr : chrome
- Fe : fer
- Ga : gallium

Source : C2RMF

### Document 4 : Échelle des longueurs d'onde

