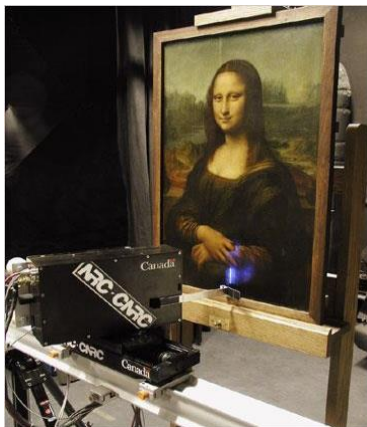


| ÉVALUATION<br><a href="http://physik.fr">physik.fr</a> |                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CLASSE : Première                                      | VOIE : <input checked="" type="checkbox"/> Générale <input type="checkbox"/> Technologique <input type="checkbox"/> Toutes voies (LV) |
| VOIE : <input checked="" type="checkbox"/> Générale    | ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie                                                                                             |
| DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h                               | CALCULATRICE AUTORISÉE : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non                                         |
| Sujet 2024 n°SPEPHCH101 et n°SPEPHCH110                |                                                                                                                                       |

### La Joconde rajeunit... (10 points)

Dans l'expertise d'une œuvre d'art en vue de sa restauration plusieurs moyens simples et non destructeurs peuvent être utilisés. Ainsi, la loupe permet d'observer une multitude de détails insoupçonnés à l'œil nu et révèle l'état de la toile en soulignant les craquelures du vernis mais aussi les repeints légers. La réflectographie infrarouge met au jour sous la couche de peinture des signatures cachées, des dessins sous-jacents, des inscriptions partiellement effacées avec le temps ou volontairement dissimulées et aide même à identifier l'artiste en révélant ses hésitations ou « repentirs ». Quant à la caméra multispectrale, son utilisation sur la Joconde a permis de proposer une restauration virtuelle (voir photographie ci-dessous).



D'après

<https://www.nytimes.com/2006/09/27/arts/design/27mona.html>

#### 1. La loupe

Une loupe est constituée d'une seule lentille mince convergente. L'image d'un objet est formée en avant de la lentille et l'œil l'observe à travers la lentille. Pour cela, la distance entre la lentille et l'objet doit être inférieure à la distance focale de la lentille.

On considère une loupe dont la vergence est 20 δ.

**Rappel :** La vergence est définie par la relation :  $C = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$ . Elle caractérise la capacité de la lentille, de centre O et de foyer image F', à faire converger des rayons lumineux en un point. Elle s'exprime en dioptrie (δ). La distance focale  $f'$  s'exprime alors en mètre (m).

##### 1.1 Calculer la distance focale de la lentille convergente.

On prendra soin par la suite de respecter les échelles suivantes :

- échelle horizontale : 1,0 cm sur la figure représente 2,0 cm en réalité ;
- échelle verticale : 1,0 cm sur la figure représente 1,0 mm en réalité.

##### 1.2 Positionner les foyers objet F et image F' sur le schéma de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

##### 1.3 À l'aide d'au minimum deux rayons lumineux particuliers, construire sur l'ANNEXE

**À RENDRE AVEC LA COPIE** l'image A'B' d'un objet AB de taille 1,0 mm ( $\overline{AB} = 1,0 \text{ mm}$ ) et dont la position sur l'axe optique est telle que  $\overline{OA} = -4,0 \text{ cm}$ .

**1.4** Indiquer sur le schéma de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** où placer l'œil (on pourra schématiser un œil).

**1.5** Qualifier l'image à l'aide de trois adjectifs appropriés.

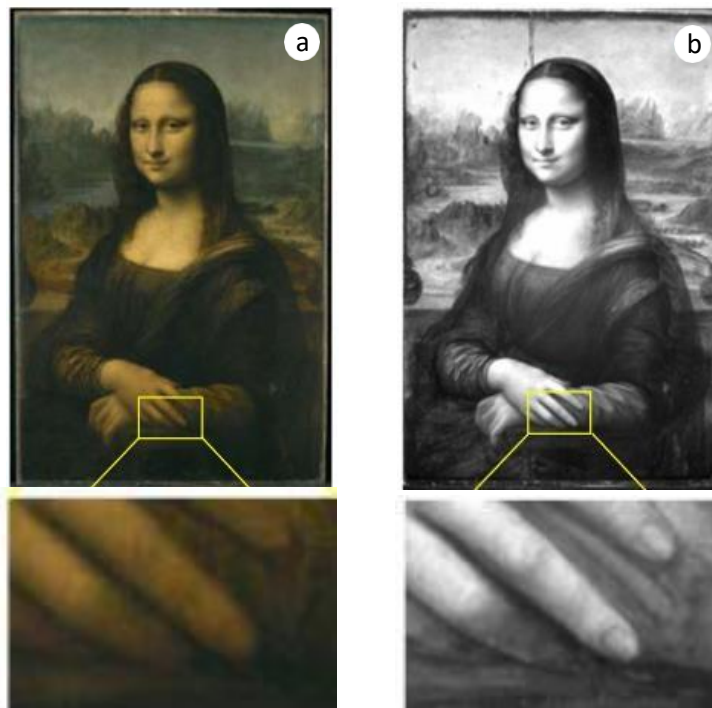
**Rappel :** Le grandissement  $\gamma$  (gamma) est défini par la relation :  $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ . C'est une grandeur sans unité. Les grandeurs algébriques  $\overline{OA'}$ ,  $\overline{OA}$ ,  $\overline{A'B'}$  et  $\overline{AB}$  doivent être exprimées dans la même unité.

**1.6** Mesurer sur la construction la position  $\overline{OA'}$  et la taille  $\overline{A'B'}$  de l'image A'B'. En déduire la valeur du grandissement  $\gamma$ . Conclure.

**1.7** Dans quel sens faut-il déplacer la loupe pour observer une image plus grande ? Justifier la réponse en vous aidant de la construction.

## 2. La réflectographie infrarouge

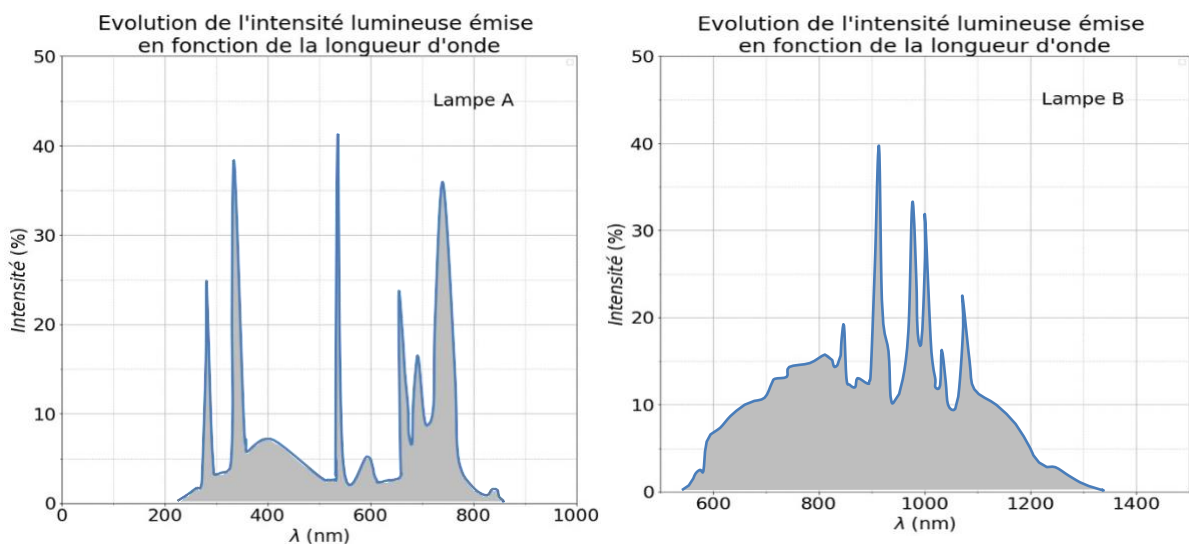
Les rayonnements infrarouges (IR) ont la capacité de traverser les vernis et les couches picturales pour atteindre les tracés sous-jacents. Les esquisses du peintre se trouvant sous les pigments, peuvent ainsi être révélées, car le support (toile peinte en blanc) réfléchit pratiquement la totalité de la lumière infrarouge incidente, alors que les esquisses (tracés au fusain ou au crayon) l'absorbent. On voit par exemple sur les détails de la main (cf. document ci-après), que Léonard de Vinci a modifié la position des doigts de la Joconde, entre le début et la fin de l'exécution du tableau.



*D'après L. Beck : X, UV et particules au service du Patrimoine Culture, Centre de recherche et de restauration des musées de France - UMR 171 CNRS / MCC, Palais du Louvre.*

**Détails des doigts de la main de la Joconde : éclairage en lumière blanche (a) et en lumière infrarouge (b)**

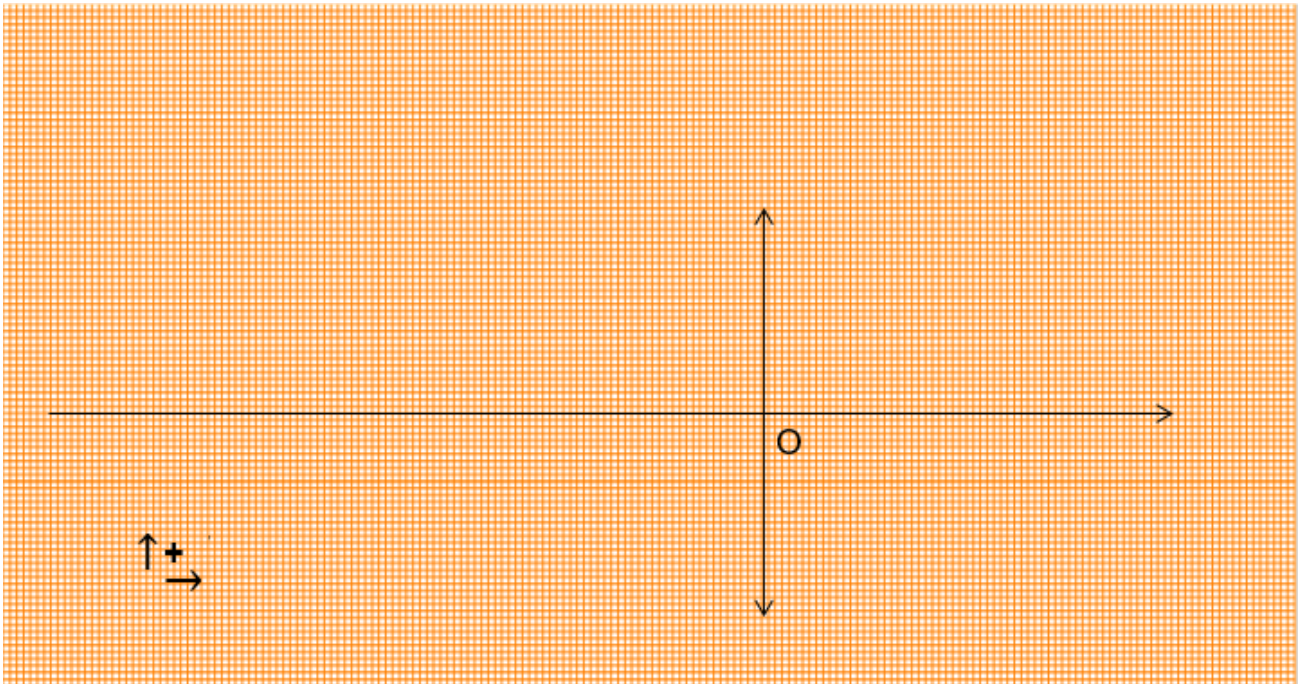
- 2.1** Compléter le schéma légendé de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** en traçant les rayons lumineux infrarouges réfléchis afin de modéliser le principe de la réflectographie infrarouge.
- 2.2** Rappeler la valeur, en nanomètre, de la longueur d'onde à partir de laquelle débute le domaine des infrarouges.
- 2.3** Les longueurs d'ondes des radiations utilisées en réflectographie, sont comprises entre  $1\text{ }\mu\text{m}$  et  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Convertir ces deux longueurs d'onde en nanomètres.
- 2.4** À partir de l'analyse des profils spectraux des lumières émises par deux sources lumineuses A et B (document ci-dessous), indiquer, en justifiant la réponse, laquelle des deux sources pourrait être utilisée en réflectographie infrarouge.



**Profils spectraux des lampes A et B**

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### Questions 1.2, 1.3 et 1.4



### Question 2.1

