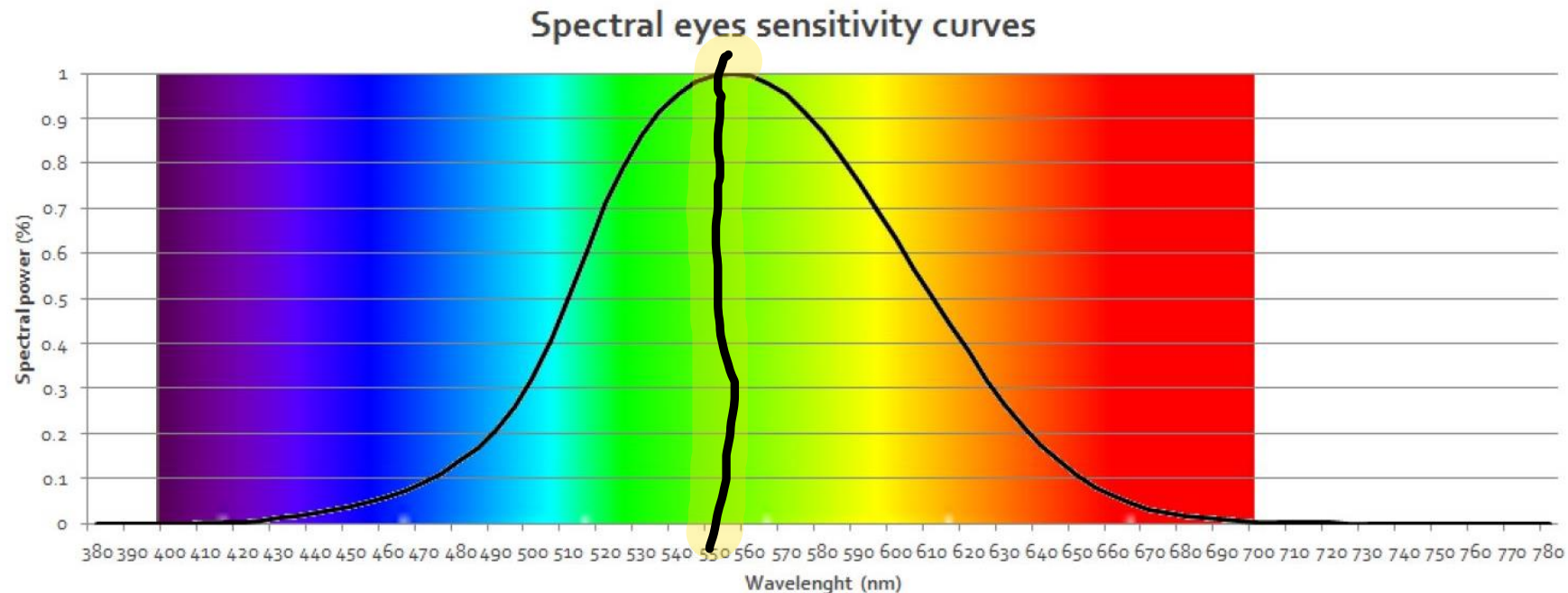


Série 2.5

1. Quelle est l'efficacité lumineuse maximale et pour quelle longueur d'onde est-elle atteinte ?

1. L'efficacité lumineuse maximale K_m est de 683 Lm/W. Elle est atteinte par un rayonnement monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 555 \text{ nm}$ pour laquelle $V(555 \text{ nm}) = 1$. La couleur correspondante est un « vert-jaune ».

C'est la longueur d'onde qui, à luminance énergétique égale, provoque la plus grande sensation de luminosité. Aucune autre longueur d'onde n'est capable de l'égaliser en cela.



2. Définissez la notion de couleur intrinsèque d'un objet par opposition aux différentes couleurs apparentes qu'il peut revêtir.

➤ Un objet ne peut réfléchir que les longueurs d'onde qu'il reçoit de la source !

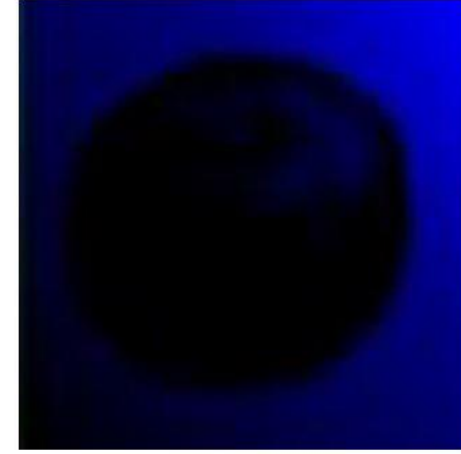


Eclairée par une **source normalisée**, bien définie, dont le flux lumineux contient toutes les longueurs d'ondes en même quantité (**lumière blanche**).
La tomate réfléchit le « rouge » et absorbe les autres longueurs d'ondes. Elle paraît donc rouge.

Couleur **intrinsèque**
(unique!)



... par une lampe donnant une **couleur magenta** (flux ne contenant des « longueurs d'onde bleues et rouges »)
La tomate peut réfléchir le « rouge » car la lumière qui l'éclaire en contient.
La queue de la tomate, verte, paraît noire car le magenta ne contient pas de vert.



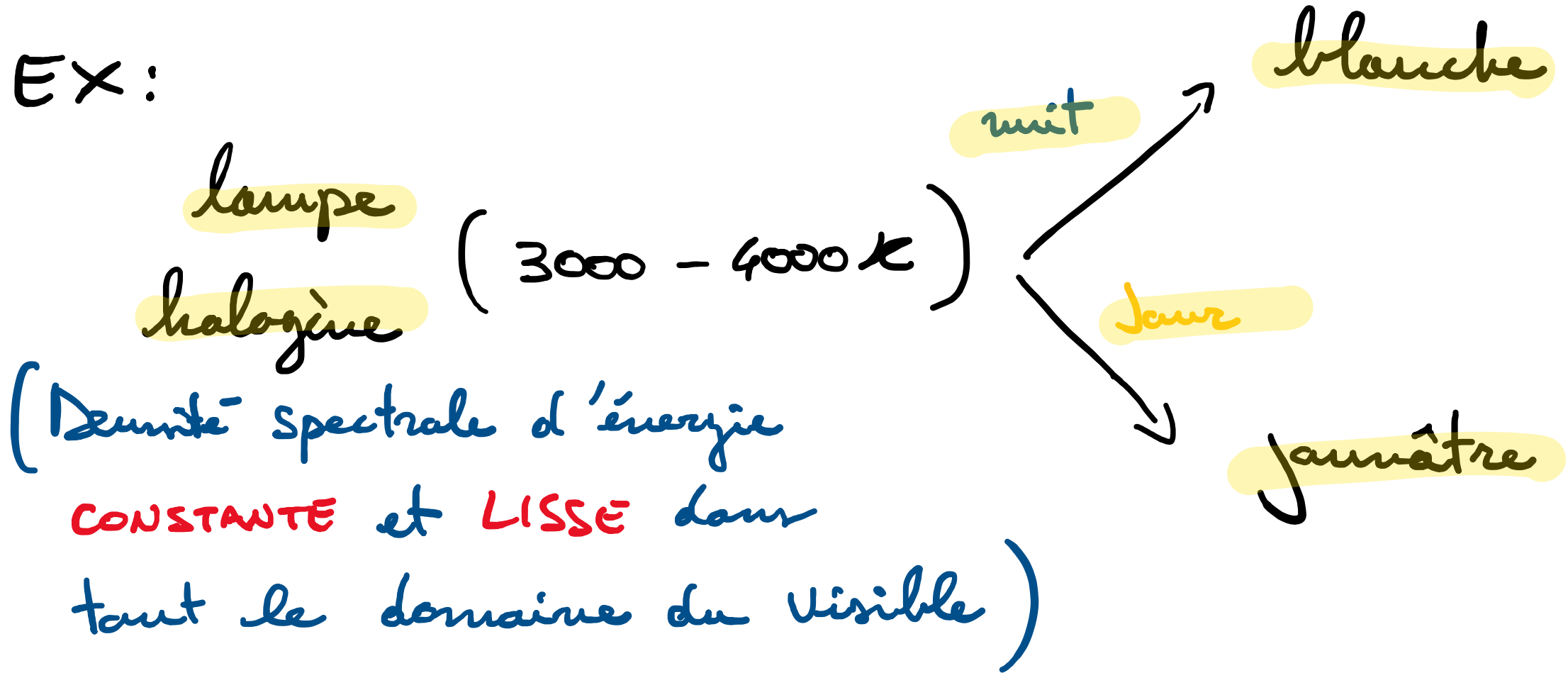
... par un tube **fluorescent bleu** (flux ne contenant que des « longueurs d'onde bleues »).
La tomate paraît noire car elle absorbe toutes les couleurs sauf le rouge. Elle ne réfléchit la lumière bleue.

couleurs **apparentes**
(plusieurs...)

3. En quoi la sensation de lumière blanche est-elle liée à la mémoire à court terme de l'observateur ?

La sensation de blanc est modifiée, en cas
d' **EXPOSITION RÉCENTE** à une autre source de
lumière blanche

EX:



4. Comment peut-on choisir 3 couleurs primaires ? Expliquez le mécanisme qui leur permet de reproduire la plupart des couleurs perçues par l'œil.

2 couleurs aux extrémités du spectre visible
↳ la 3^{ème} au milieu



RGB : RED (700nm) GREEN (546nm) BLUE (435nm)

Oeil humain : trois groupes de cellules photosensibles (RGB)
tapissent la rétine.

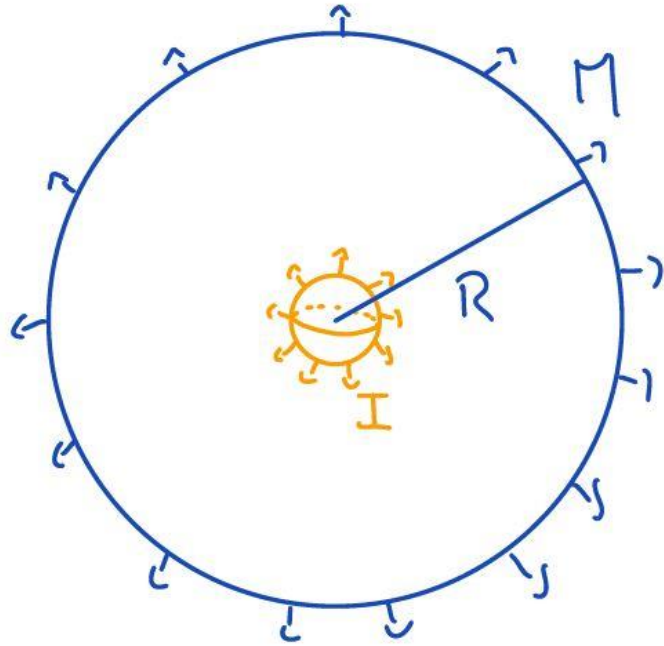
5. Citez une application typique du système chromatique RGB.

Télévision, écrans, ordinateurs,
smartphones, ...

1. Un globe sphérique de 1 m de rayon est constitué d'un matériau de verre parfaitement diffusant. Une source isotrope d'une intensité de 50 Cd est placée en son centre. Sachant que l'exittance lumineuse du globe est de 35 Lm/m², déterminer le facteur de transmission du matériau.

Remarque : L'angle solide soutenu par une sphère est égal à 4π [sr].

ISOTROPE \rightarrow même propriétés dans toutes les directions



Facteur de transmission

$$\tau =$$

$$\frac{\Phi_{\text{Globe}}}{\Phi_{\text{Source}}}$$

flux transmis

flux émis

$$\Phi_{\text{source}} = I \cdot \Omega = 628 \text{ Lm}$$

$$\Phi_{\text{globe}} = M \cdot A = 440 \text{ Lm}$$

$$\downarrow$$

$$4 \cdot \pi \cdot R^2$$

$$\tau = 0,7 = 70\%$$

a) Deux sources monochromatiques distinctes S_1 à 390 nm et S_2 à 500 nm de longueur d'onde éclairent une feuille de papier parfaitement diffusante et de couleur intrinsèque blanche. Chacune des sources contribue sur la feuille à un éclairement respectif de 785 et 390 Lux.

Quelle est la luminance résultante de la feuille sachant que son facteur de réflexion ρ vaut 0,8 ?

(Utiliser le fait que la luminance (L) d'une surface parfaitement diffusante est liée à son éclairement (E) par la relation : $L = (\rho \cdot E) / \pi$)

Estimez la couleur apparente de la feuille.

Luminance résultant :

$$L = L_1 + L_2 \text{ [Cd/m}^2\text{]}$$

$$L = \frac{P \cdot E_1}{\pi} + \frac{P E_2}{\pi} = 200 + 100$$

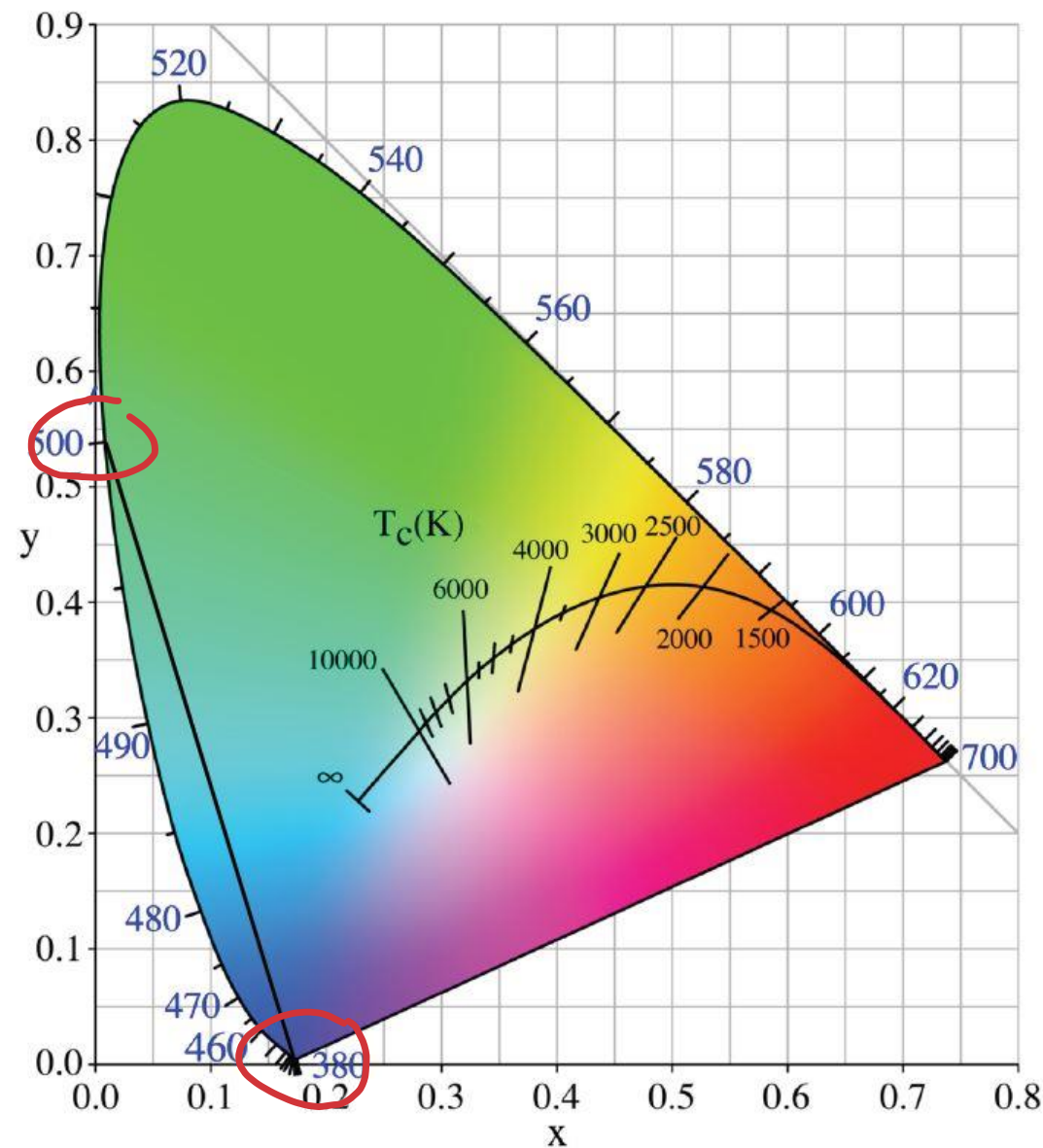
$$L = 300 \text{ Cd/m}^2$$

Couleur apparent



Diagramme CIE

La couleur est sur la droite
reliant les sources



⇒ bleu / cyan / vert

b) Ces mêmes sources éclairent une surface possédant la caractéristique spectrale suivante en réflexion :

| λ [nm] | ρ_λ [] | λ [nm] | ρ_λ [] | λ [nm] | ρ_λ [] |
|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 380 | 0.01 | 500 | 0.10 | 620 | 0.29 |
| 390 | 0.02 | 510 | 0.15 | 630 | 0.25 |
| 400 | 0.03 | 520 | 0.22 | 640 | 0.20 |
| 410 | 0.05 | 530 | 0.32 | 650 | 0.16 |
| 420 | 0.055 | 540 | 0.45 | 660 | 0.12 |
| 430 | 0.06 | 550 | 0.57 | 670 | 0.09 |
| 440 | 0.065 | 560 | 0.67 | 680 | 0.07 |
| 450 | 0.07 | 570 | 0.70 | 690 | 0.05 |
| 460 | 0.075 | 580 | 0.61 | 700 | 0.04 |
| 470 | 0.08 | 590 | 0.48 | 710 | 0.03 |
| 480 | 0.085 | 600 | 0.39 | 720 | 0.02 |
| 490 | 0.09 | 610 | 0.32 | 730 | 0.01 |

Facteur de réflexion spectrale de la surface

Quelle est (approximativement) la couleur intrinsèque de cette surface ?

Quelle est la luminance réfléchie de la surface provenant de chacune de ces sources ?

Quelle sera (approximativement) la couleur apparente de la surface sous cet éclairage ?

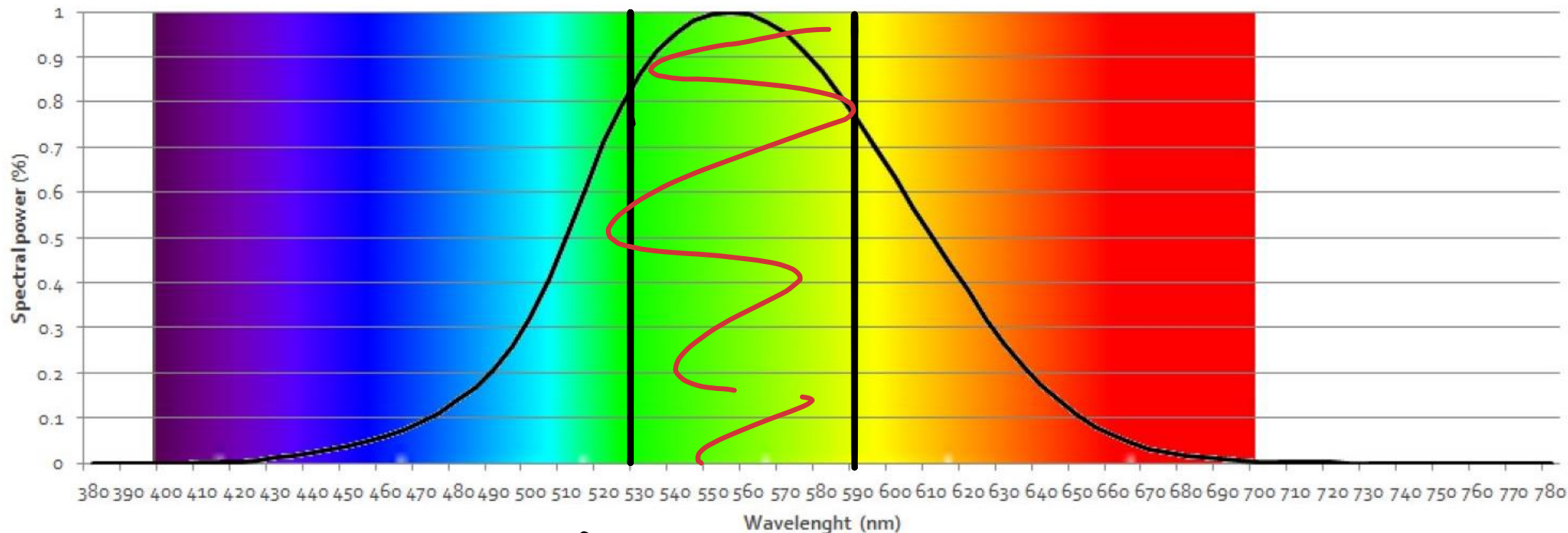
Coeff. de réflexion MAX entre 530 - 610

| λ [nm] | ρ_λ [] | λ [nm] | ρ_λ [] | λ [nm] | ρ_λ [] |
|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 380 | 0.01 | 500 | 0.10 | 620 | 0.29 |
| 390 | 0.02 | 510 | 0.15 | 630 | 0.25 |
| 400 | 0.03 | 520 | 0.22 | 640 | 0.20 |
| 410 | 0.05 | 530 | 0.32 | 650 | 0.16 |
| 420 | 0.055 | 540 | 0.45 | 660 | 0.12 |
| 430 | 0.06 | 550 | 0.57 | 670 | 0.09 |
| 440 | 0.065 | 560 | 0.67 | 680 | 0.07 |
| 450 | 0.07 | 570 | 0.70 | 690 | 0.05 |
| 460 | 0.075 | 580 | 0.61 | 700 | 0.04 |
| 470 | 0.08 | 590 | 0.48 | 710 | 0.03 |
| 480 | 0.085 | 600 | 0.39 | 720 | 0.02 |
| 490 | 0.09 | 610 | 0.32 | 730 | 0.01 |

Facteur de réflexion spectrale de la surface

On peut déjà dire que sa couleur intrinsèque sera VERT - JAUNE

Spectral eyes sensitivity curves



Luminance pour chaque source :

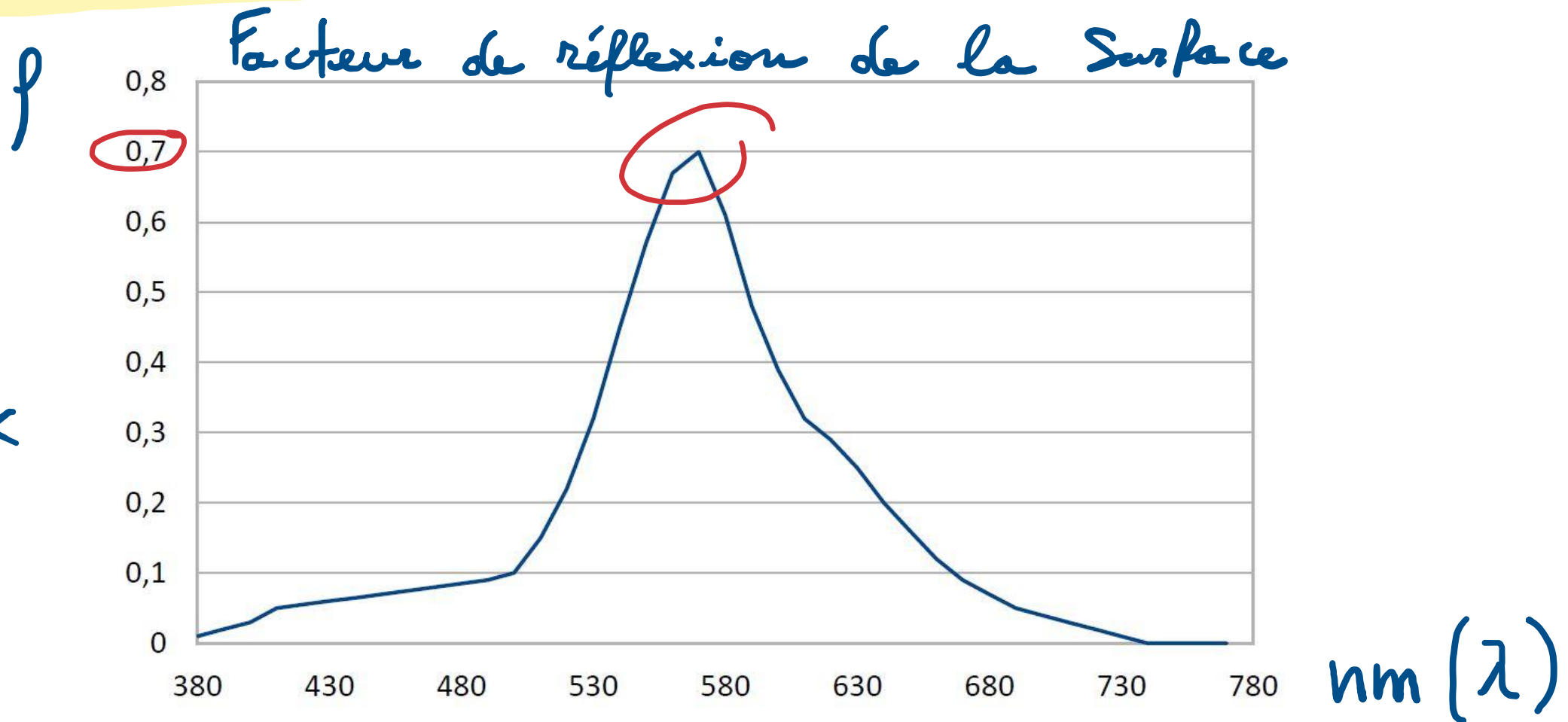
$$L_1 = \frac{P_1 \cdot E_1}{\pi} = 5 \text{ Cd/m}^2 [390]$$

$$L_2 = \frac{P_2 \cdot E_2}{\pi} = 12.4 \text{ Cd/m}^2 [500]$$

} $L_2 > L_1$
plus proche
du vert

3. On considère la surface de l'exercice précédent. On étudie les propriétés spectrales du flux lumineux réfléchi par cette surface (densité spectrale d'énergie) en cas d'exposition à une lampe au sodium Haute pression (puissance de 400 Watts) et à une source normalisée CIE « Lumière du jour D₆₅ ».

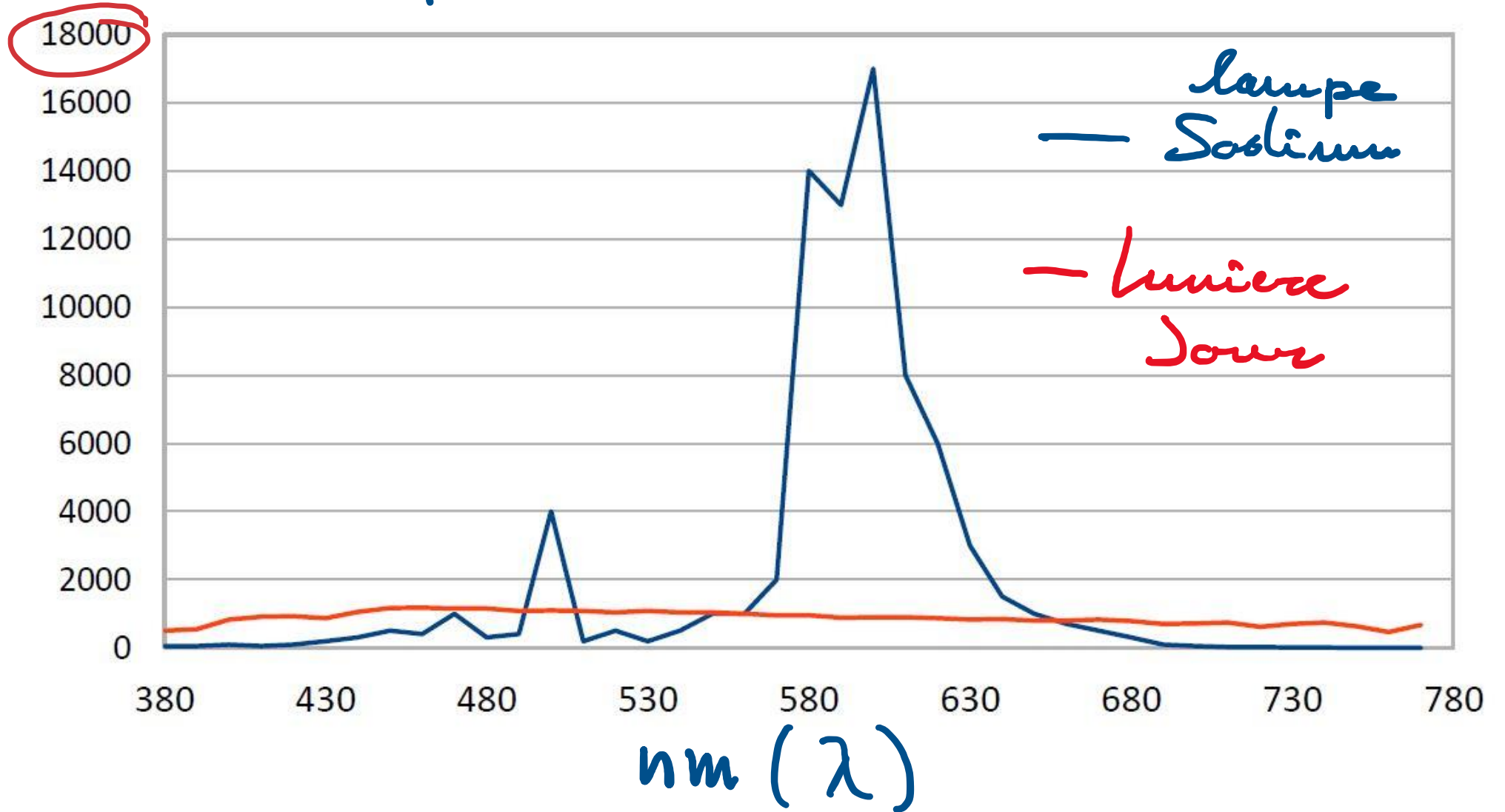
En vous basant sur les données complémentaires fournies ci-dessous, déterminez à quoi correspondent les graphiques suivants, et quelles sont les unités et légendes des axes :



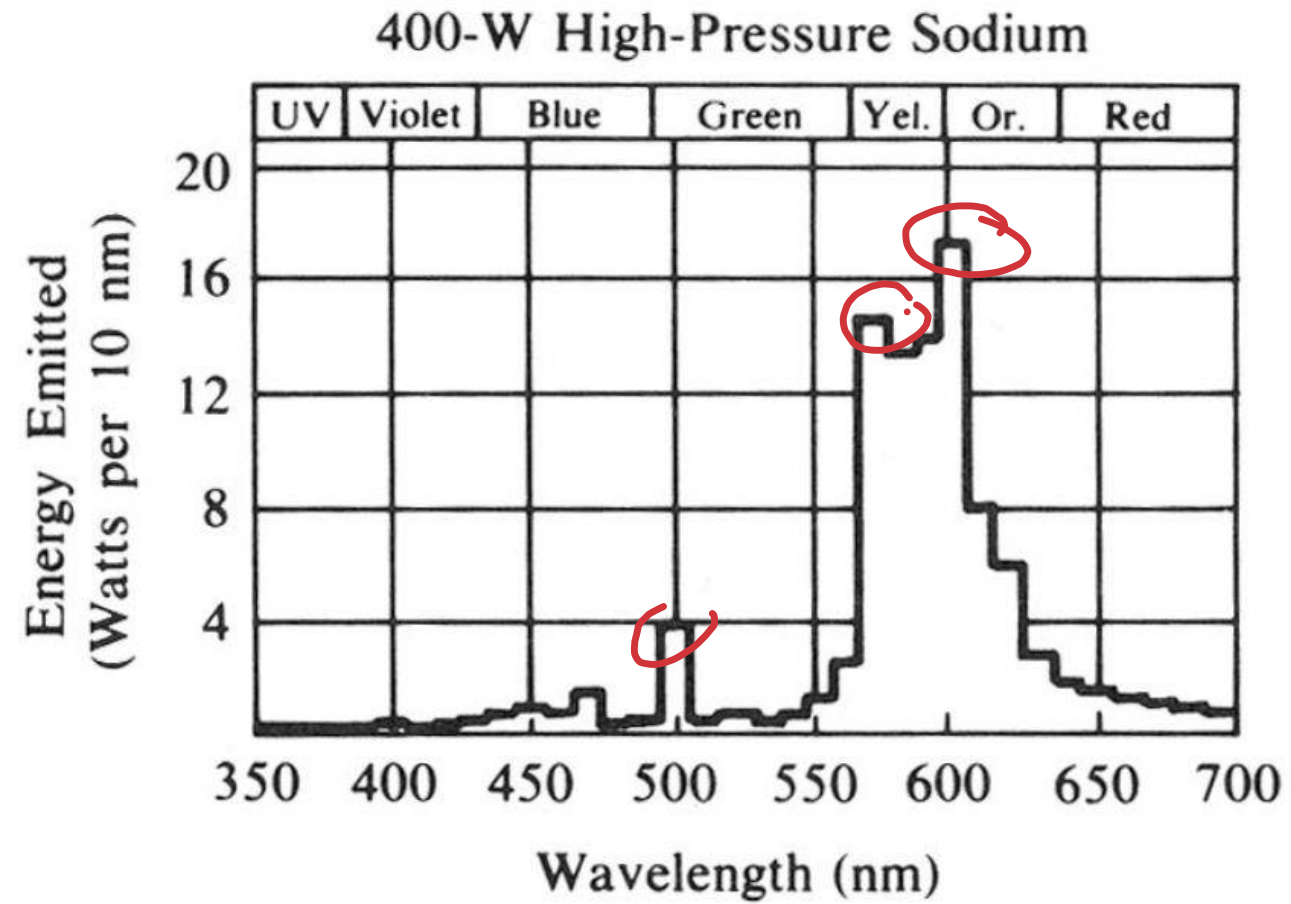
Densité spectrale d'émission

$\frac{mW}{10\text{ nm}}$

2.



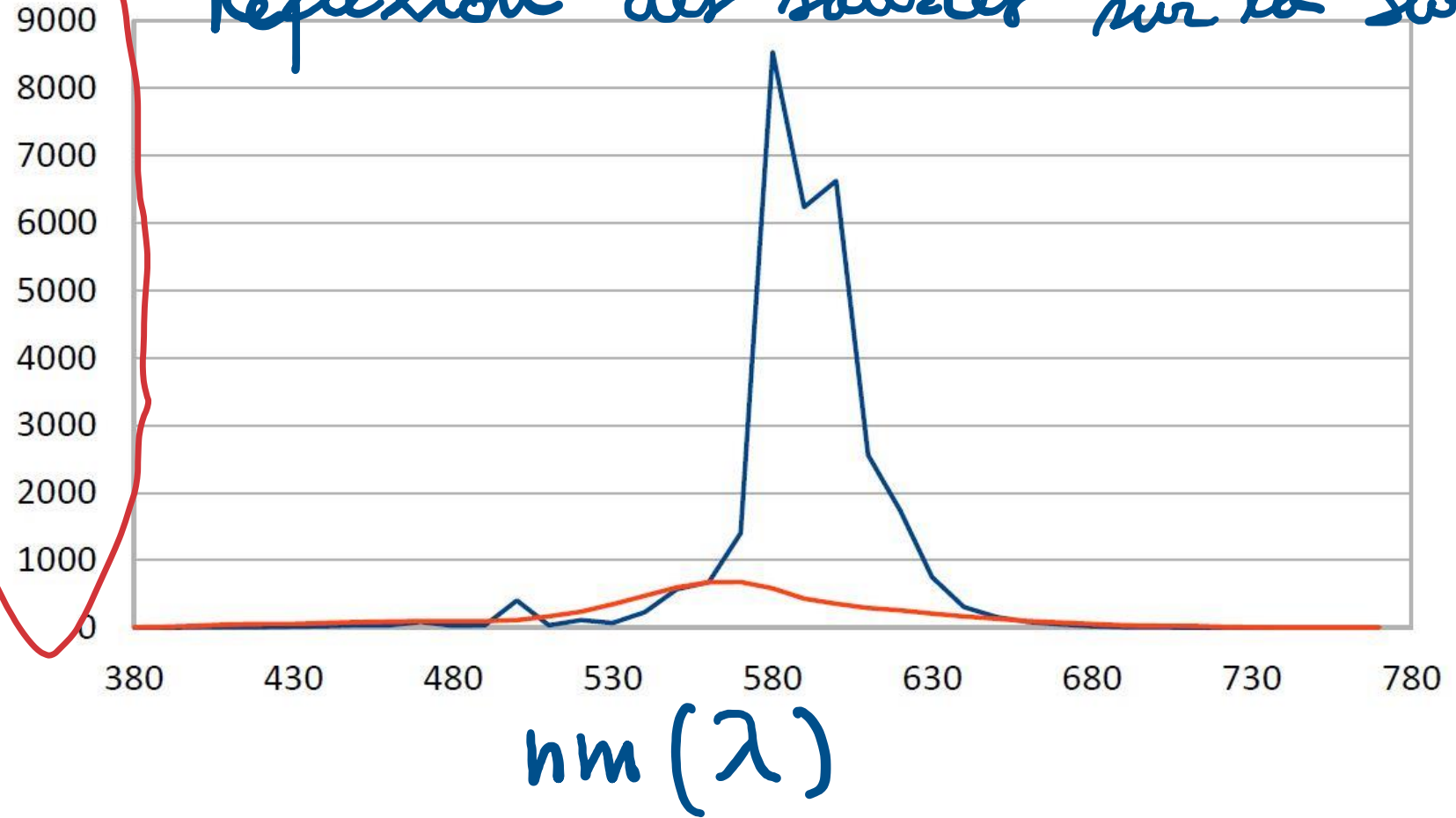
2. Lampe Sodium Haute Pression



Densité
Spectrale

3.
 $\frac{mW}{10\text{ nm}}$

Réflexion des sources sur la Surface



Pour la figure 3 :

- Quelles sont les couleurs perçues dans chaque cas ?
- Laquelle d'entre elles est une couleur intrinsèque ?
- Laquelle est une couleur apparente ?

Pour la figure 3 :

- Quelles sont les couleurs perçues dans chaque cas ?
- Laquelle d'entre elles est une couleur intrinsèque ?
- Laquelle est une couleur apparente ?

- Lumière du jour \rightarrow Réflexion 560-570
"verte" (faible)
- Lampe \rightarrow Réf 580-600 très fort "Jaune/orange"

Source normalisée \rightarrow couleur intrinsèque

Lumière du jour

Lampe \rightarrow Source non-normalisée \rightarrow couleur apparente