

1 - ÉTUDE DU PROJECTEUR

Le projecteur étudié est constitué d'une lampe quasi ponctuelle qui peut être positionnée dans une boîte à lumière ou insérée dans une carcasse avec réflecteur parabolique et lentille (voir figure 1 de l'annexe 1).

1.1 - Étude de la configuration avec réflecteur et lentille

Le faisceau obtenu par l'association de la lampe avec le réflecteur parabolique est supposé parallèle et uniforme. La "lentille" placée devant est en fait un réseau moulé de petites lentilles rectangulaires (appelées mini-lentilles dans la suite), identiques et juxtaposées comme indiqué à la figure 2 de l'annexe 1.

Pour simplifier, nous étudions ce système avec un réseau de 4 mini-lentilles supposées minces et de même focale. Le document réponse n°1 donne le schéma du système optique simplifié, où chaque mini-lentille a ses foyers repérés.

1.1.1 - Sur le document réponse n°1, tracer jusqu'au plan P les 2 rayons extrêmes sortant de chaque mini-lentille, issus des rayons incidents déjà tracés.

1.1.2 - Hachurer sur la même figure et jusqu'au plan P l'ouverture angulaire transportant des rayons de toutes les mini-lentilles. Repérer l'angle au sommet α du faisceau de lumière sortant.

Pour la "lentille" réelle, la distance focale de ses mini-lentilles vaut 15 mm, leur hauteur vaut 5 mm et leur largeur 17 mm.

1.1.3 - Calculer les angles de faisceaux horizontal et vertical obtenus avec cette "lentille". (On pourra remarquer que ces angles sont égaux pour une mini-lentille et la "lentille").

1.1.4 - En supposant maintenant le projecteur quasi ponctuel et ne rayonnant qu'à l'intérieur des angles calculés à la question précédente, en déduire l'allure et les dimensions de la plage éclairée par ce projecteur sur une surface plane perpendiculaire à l'axe optique située à 3 mètres du projecteur.

Le diamètre utile de la "lentille" réelle mesure 17 cm, les mini-lentilles la constituant sont supposées occuper toute la surface utile de verre.

1.1.5 - En observant le trajet des rayons lumineux arrivant sur le plan P du document réponse n°1, évaluer, pour la "lentille" réelle, la largeur de la zone de transition sur les bords de la plage éclairée (passage de la zone éclairée par toutes les mini-lentilles à la zone ne recevant aucun rayon lumineux).

1.2 - Étude de la lampe

Le rayonnement émis par la lampe résulte d'une décharge électrique dans un gaz. Nous admettrons pour simplifier que son spectre ne comporte que 3 composantes monochromatiques. La figure 1 de l'annexe 2 représente son spectre de rayonnement dans la partie visible. La figure 2 donne $F_e(\lambda)$, la sensibilité spectrale relative de l'œil. On rappelle qu'une puissance rayonnée de 1 Watt produit au maximum 683 lumens.

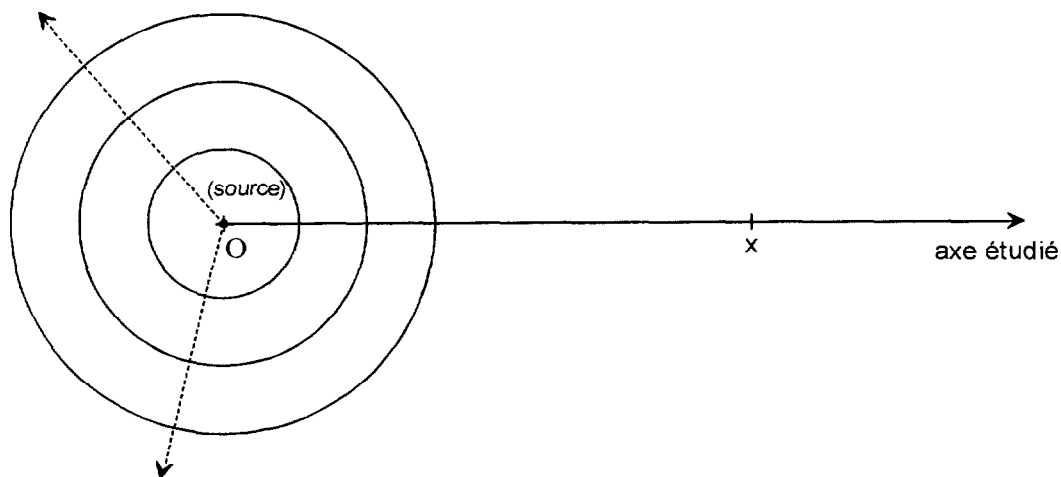
1.2.1 - Calculer les flux lumineux Φ_1 , Φ_2 et Φ_3 rayonnés respectivement aux longueurs d'ondes λ_1 , λ_2 et λ_3 . En déduire le flux lumineux total Φ_T émis par la lampe.

1.2.2 - Situer sur le document réponse n°2 les points M_1 , M_2 et M_3 correspondant aux 3 rayonnements, relever les coordonnées $\begin{cases} x_1 \\ y_1 \end{cases}$ de M_1 , $\begin{cases} x_2 \\ y_2 \end{cases}$ de M_2 et $\begin{cases} x_3 \\ y_3 \end{cases}$ de M_3 .

- 1.2.3** - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées $\begin{cases} x_M \\ y_M \end{cases}$ du mélange coloré M produit par ces trois rayonnements sur une feuille blanche (la luminance produite est supposée identiquement proportionnelle au flux rayonné pour toutes les longueurs d'ondes).
- 1.2.4** - Sachant que la lampe consomme une puissance électrique P_a de 400 Watts, calculer son efficacité lumineuse R.

2 - PROPAGATION D'ONDES SONORES EN ESPACE LIBRE

On suppose une source sonore unique considérée comme ponctuelle, rayonnant uniformément des ondes sphériques en espace libre (figure ci-dessous). On note \mathcal{P}_e la puissance acoustique émise par cette source, le milieu est supposé sans pertes.



On note v la vitesse de propagation de l'onde sonore, λ sa longueur d'onde et ρ la masse volumique de l'air. On prendra $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ pour les applications numériques. On rappelle que l'intensité rayonnée s'écrit $I = \frac{P^2}{\rho \cdot v}$ où P est la valeur efficace de l'onde de pression correspondante.

- 2.1** - Déterminer la surface sur laquelle se répartit la puissance émise \mathcal{P}_e à une distance x de la source.
- 2.2** - En déduire l'expression de l'intensité sonore $I(x)$ rayonnée par la source à une distance x de celle-ci, en fonction de \mathcal{P}_e et x .
- On note respectivement I_0 et P_0 l'intensité et la pression efficace reçues à 1 mètre de la source.
- 2.3** - Calculer I_0 et P_0 sachant que $\mathcal{P}_e = 0,1 \text{ Watt}$.
- 2.4** - Établir l'expression de la pression efficace $P(x)$ à une distance x de la source en fonction de P_0 et de x .

Sur l'axe étudié, l'onde de pression s'écrit: $p_x(t) = \hat{P}(x) \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t - \Phi(x))$.

2.5 - Déterminer les expressions de $\hat{P}(x)$ en fonction de P_0 et x , puis $\Phi(x)$ en fonction de x et λ .

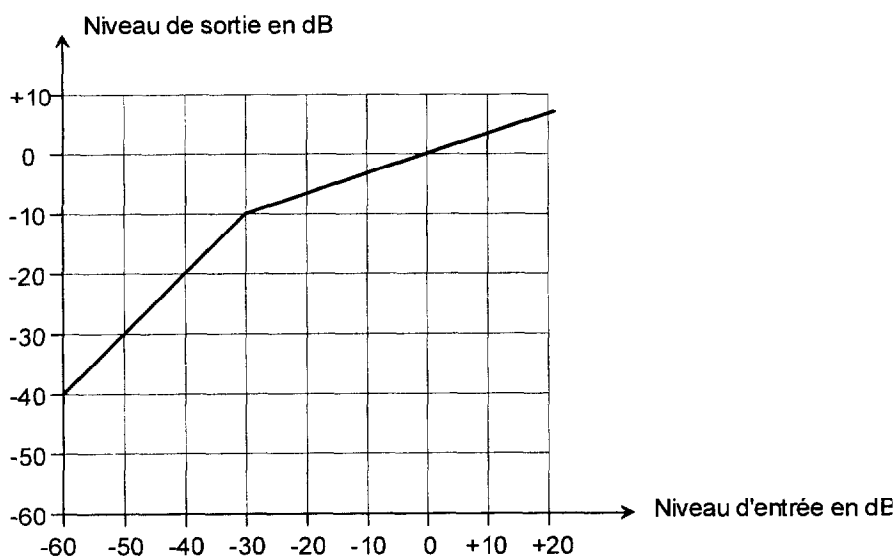
2.6 - Calculer la plus faible distance non nulle séparant deux points de l'axe (Ox) vibrant en phase à une fréquence $f = 1000$ Hz.

On rappelle qu'une pression efficace de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa correspond à un niveau acoustique de 0 dB spl.

2.7 - Calculer le niveau acoustique reçu à 5 mètres de la source.

3 - ÉTUDE D'UN COMPRESSEUR AUDIO

On donne ci-après une caractéristique de transfert d'un compresseur audio pour un certain réglage.



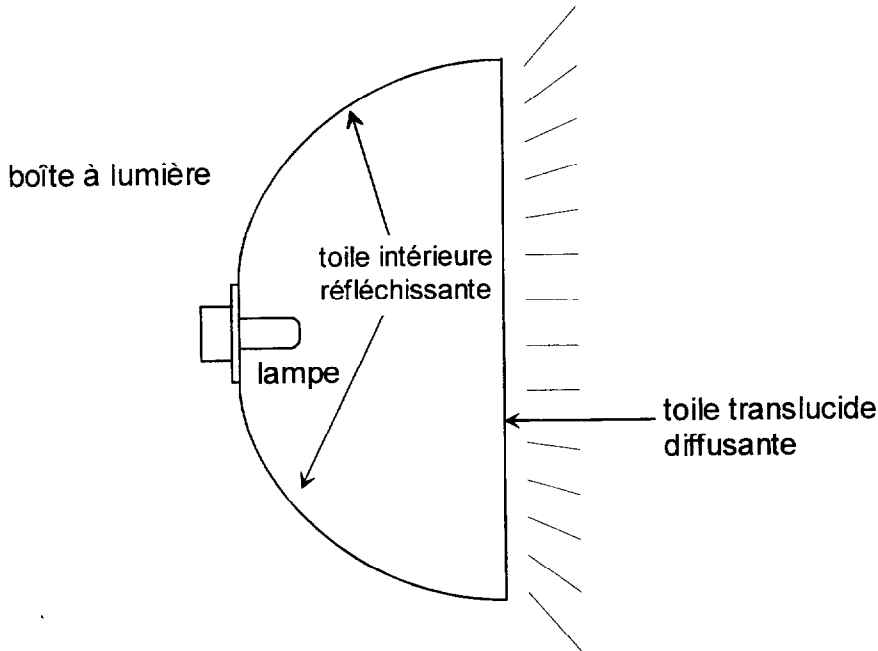
On suppose un signal d'entrée dont le niveau maximum vaut 0 dB et dont la plage dynamique vaut 50 dB.

A partir de cette caractéristique, déterminer graphiquement le niveau maximum et la plage dynamique du signal de sortie correspondant.

Fin des questions communes aux options Image, Son et Exploitation.

4 - ETUDE DU PROJECTEUR AVEC BOITE A LUMIERE (SUITE DE L'EXERCICE 1)

Dans cette configuration, la lampe se trouve dans une chambre réfléchissante qui permet de concentrer 90% de son flux lumineux sur la face intérieure d'une toile translucide diffusante rectangulaire de dimensions utiles 60cm x 80cm. Cette toile rayonne vers l'extérieur 80% du flux reçu sur sa face intérieure. On supposera qu'elle rayonne comme un diffuseur parfait (suivant la loi de Lambert).

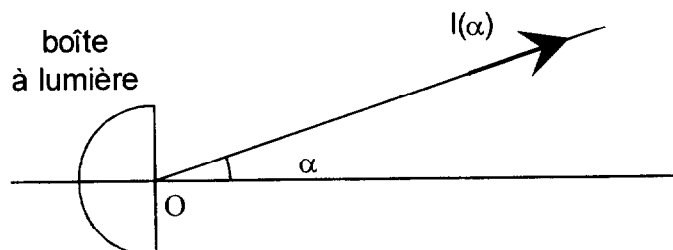


Pour cette partie, on supposera que la lampe émet un flux $\Phi_l = 35 \times 10^3$ lumens.

4.1 - Calculer le flux lumineux Φ_e émis par la boîte à lumière, en déduire l'exitance M_e de la toile diffusante (vers l'extérieur) si l'on suppose qu'elle est identique en tout point de la toile.

4.2 - Calculer la luminance L_0 de la toile vue de l'extérieur de la boîte.

Pour étudier le champ angulaire éclairé par cette source, on note $I(\alpha)$ l'intensité lumineuse rayonnée à grande distance par la boîte à lumière dans la direction α .



On prendra $L_0 = 16,7 \times 10^3$ Cd / m² pour la suite.

4.3 - Calculer l'intensité I_0 rayonnée dans l'axe ($\alpha = 0$).

4.4 - Exprimer $I(\alpha)$ en fonction de I_0 et α .

4.5 - Calculer l'angle de faisceau θ_{50} (angle au sommet du cône de rayonnement à l'intérieur duquel l'intensité ne descend pas en dessous de 50 % de l'intensité maximale).

Avec cette source, on éclaire un mur parallèle à la toile diffusante et situé à 4 mètres de celle-ci.

4.6 - Calculer l'éclairement maximal E_0 reçu sur le mur.

Pour étudier les ombres produites par cette source, on place une feuille de carton opaque (50 cm de côté) entre la boîte à lumière et le mur éclairé (à 1,5 mètres du mur). Le document réponse n°3 représente cette configuration vue de dessus à l'échelle 1/25.

On admet que, sans la feuille de carton, l'éclairement reçu par le mur est égal à E_0 sur tout le segment (AB).

4.7 - Après constructions des rayons utiles, indiquer la portion du mur complètement dans l'ombre ainsi que les parties restant pleinement éclairées (sur le segment AB).

4.8 - Tracer, sur le même document, l'évolution de l'éclairement $E(x)$ entre A et B.

Annexe 1

Figure 1 : présentation du projecteur

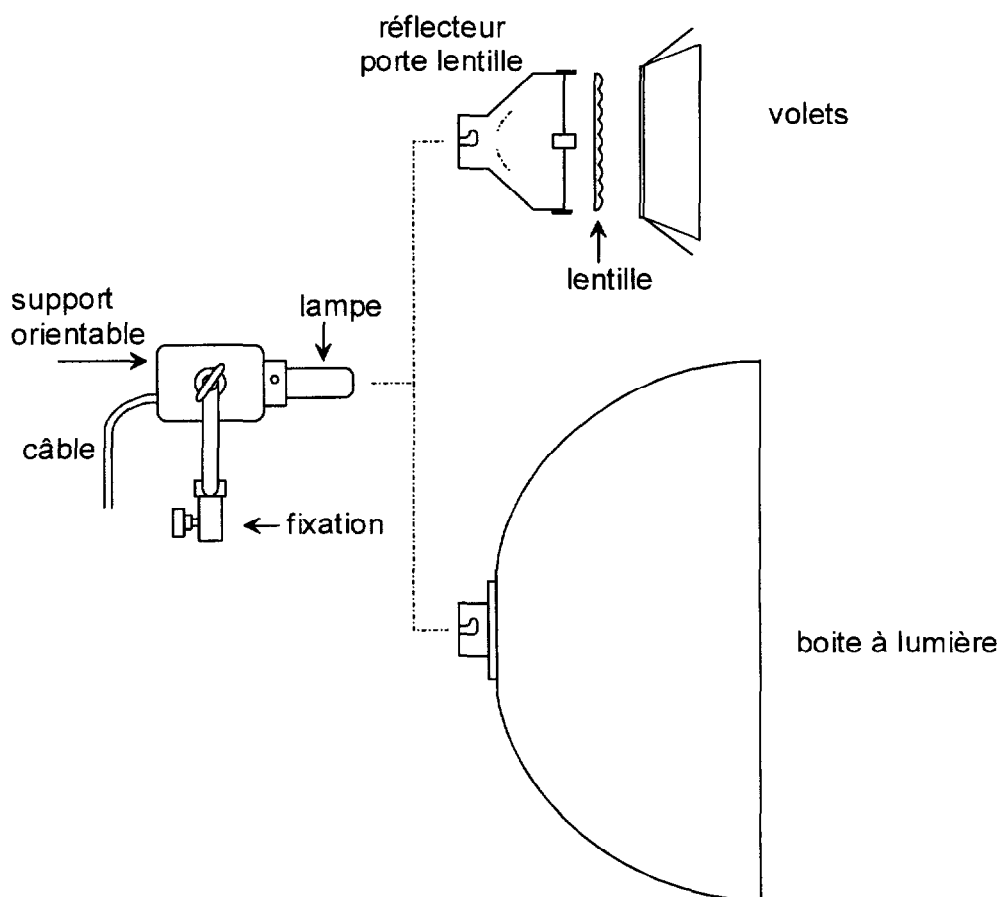
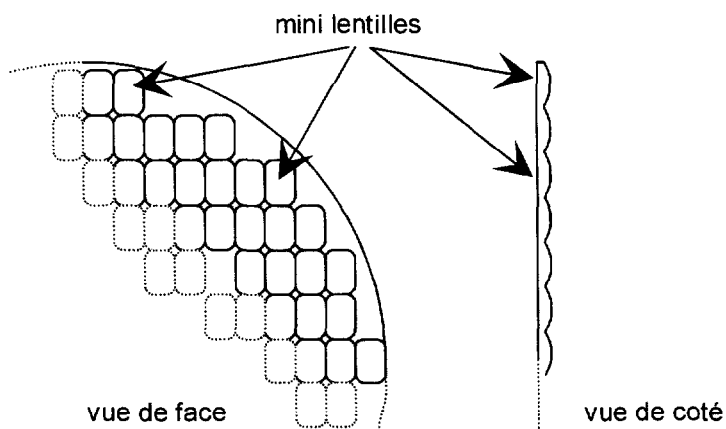
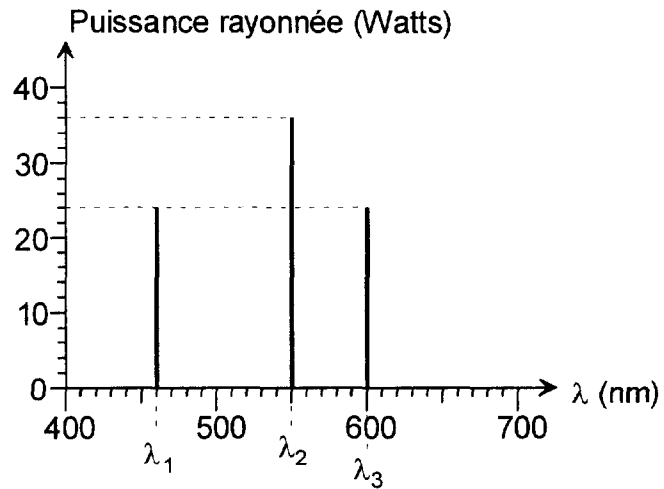
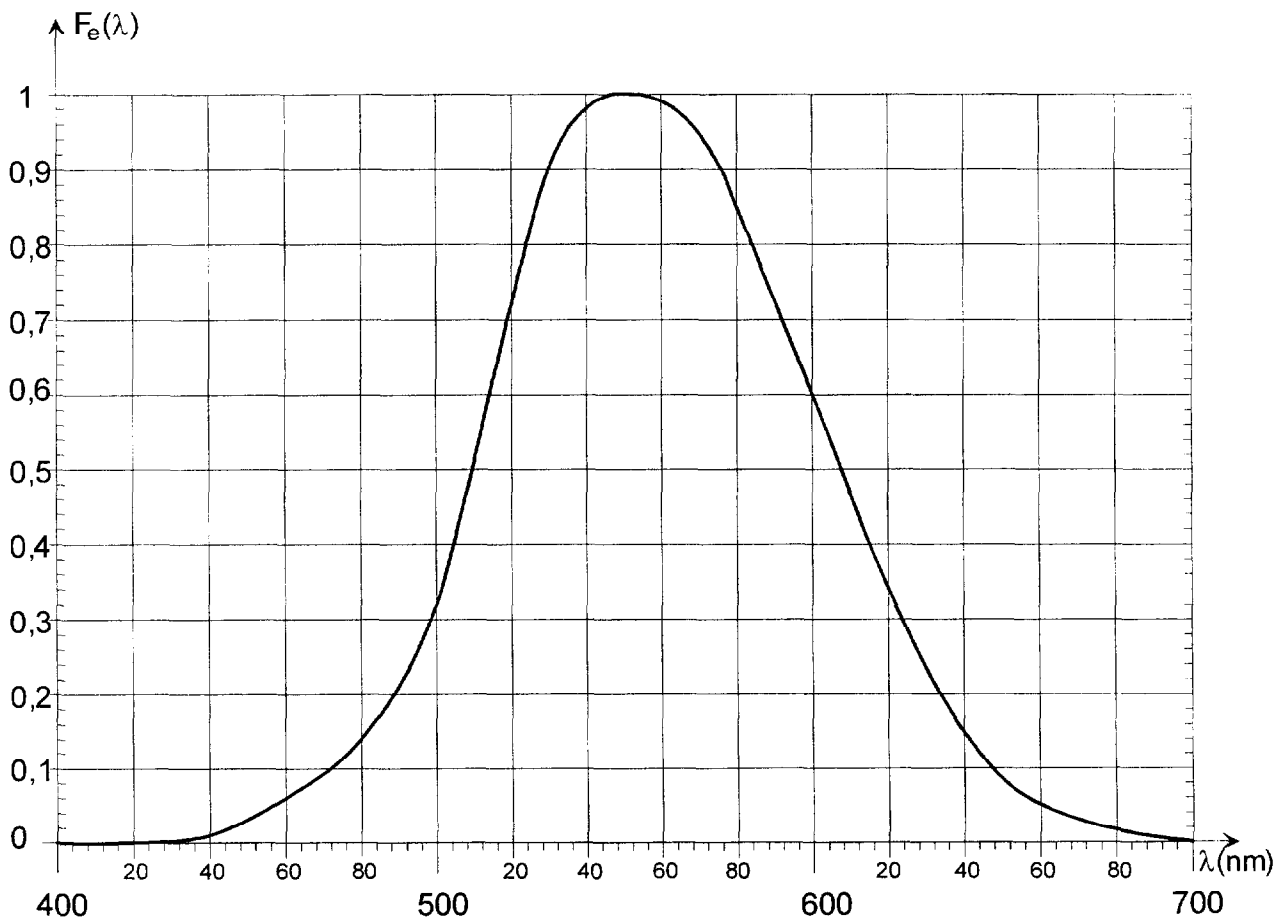


Figure 2 : Détail de la lentille



Annexe 2**Figure 1 : spectre de puissance de la lampe****Figure 2 : sensibilité spectrale relative de l'oeil**

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____ *(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)*

Repère AVISP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

Page : 8/10

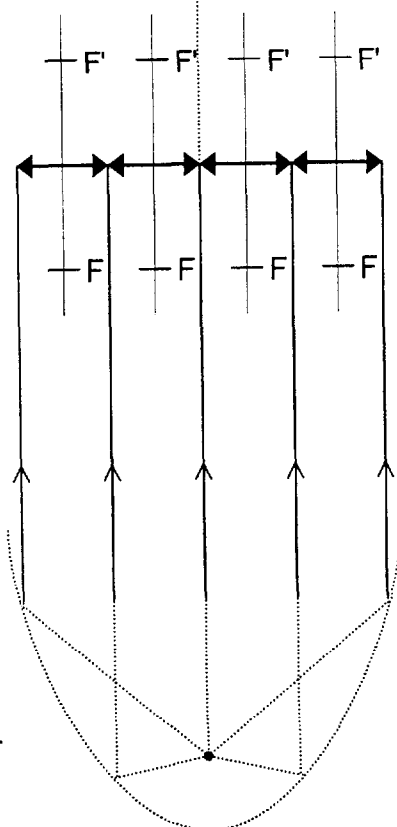
OPTION IMAGE

Coefficient : 2

Document réponse n°1

Plan P

Réseau de lentilles



Réflecteur

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Repère AVISP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

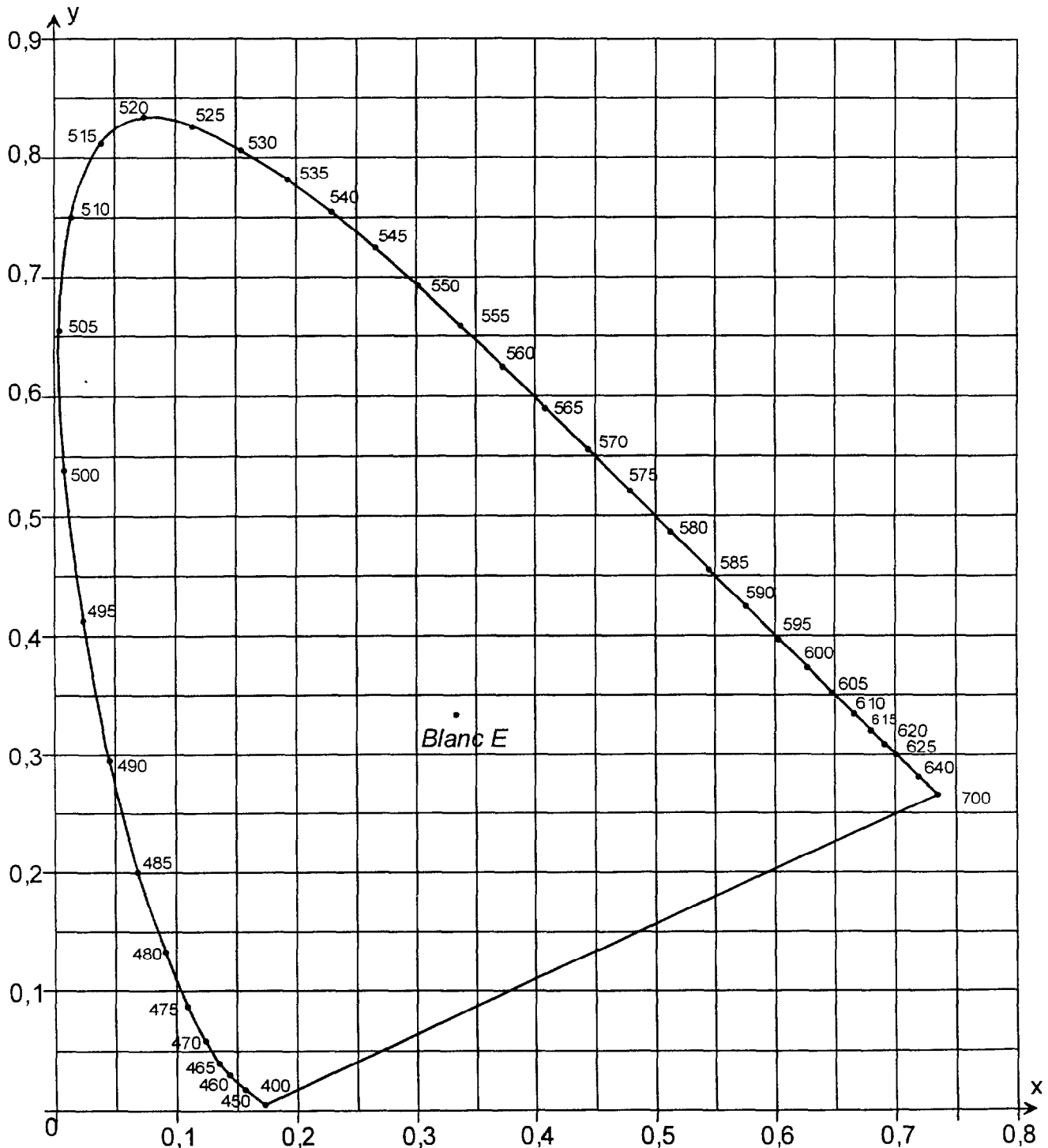
Page : 9/10

OPTION IMAGE

Coefficient : 2

Document réponse n°2

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____ *(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)*

Repère AVISP

SESSION 2002

Document réponse n°3

DURÉE : 3H

Page : 10/10

OPTION IMAGE

Coefficient : 2

