

## 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  $\alpha$  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  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  et  $\Phi_3$  rayonnés respectivement aux longueurs d'ondes  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$ . En déduire le flux lumineux total  $\Phi_T$  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  $M_3$ .

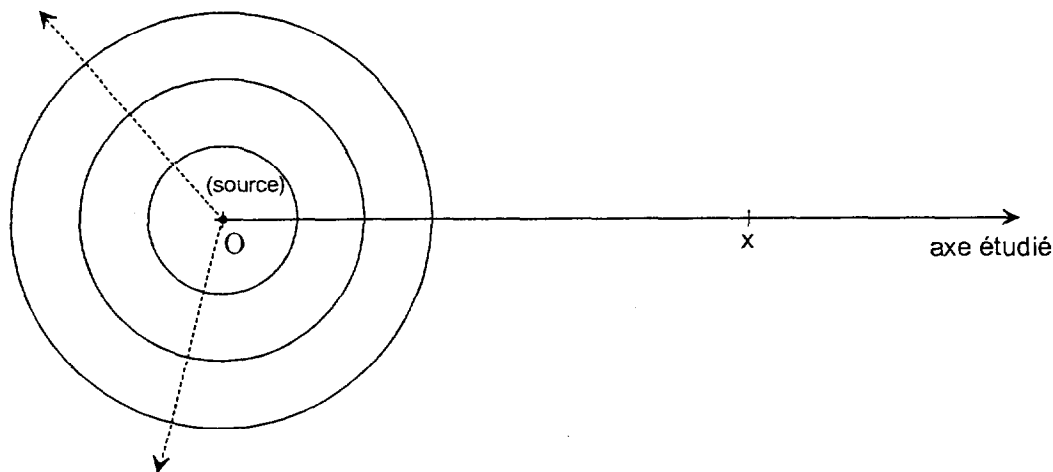
**1.2.3** - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées  $\begin{cases} x_M \\ y_M \end{cases}$  du mélange coloré

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  $P_e$  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,  $\lambda$  sa longueur d'onde et  $\rho$  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  $\lambda$ .

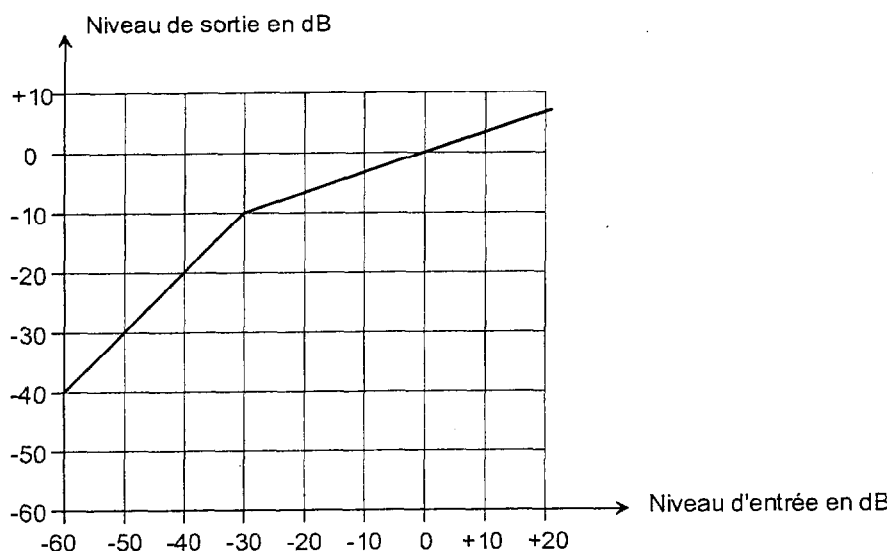
**2.6** - Calculer la plus faible distance non nulle séparant deux points de l'axe (Ox) vibrant en phase à une fréquence  $f = 1000$  Hz.

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.

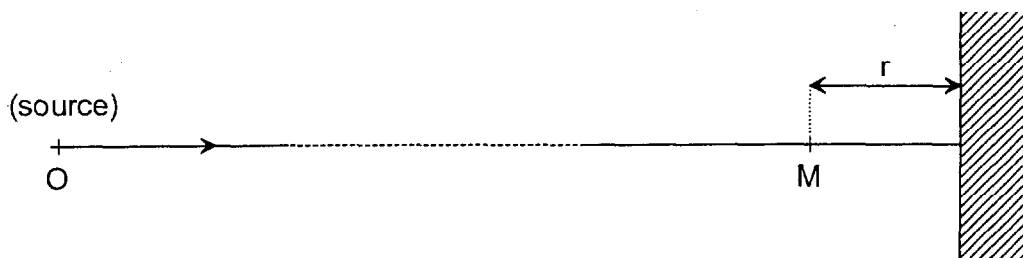
A partir de cette caractéristique, déterminer graphiquement le niveau maximum et la plage dynamique du signal de sortie correspondant.

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

#### 4 - ÉTUDE DES EFFETS D'UN LOCAL SUR L'ÉCOUTE OU D'ENREGISTREMENT SONORE

On se propose d'étudier, dans une situation simplifiée, les phénomènes liés à la présence d'une paroi à proximité d'un point d'écoute ou de prise de son. On reprend les notations et les données numériques de la question 2).

On considère une paroi parfaitement lisse et rigide, perpendiculaire à l'axe  $ox$  (fig. ci-dessous).



On admet que la source est suffisamment éloignée de M pour que l'onde incidente soit considérée comme plane ; on désigne par  $P_M$  la valeur efficace de la pression entre le point M et la paroi.

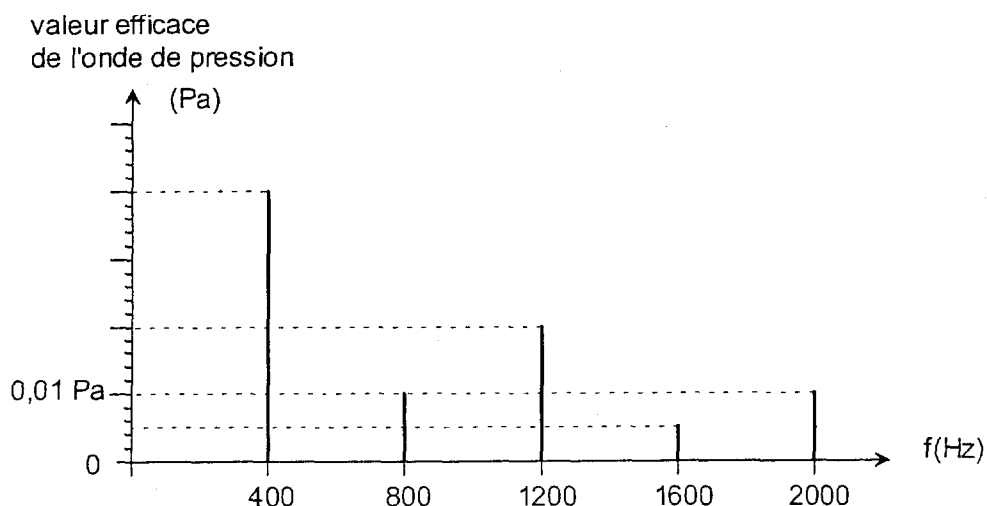
Dans les questions **4.1** et **4.2** l'onde incidente est considérée comme sinusoïdale.

- 4.1** - Déterminer, au point M, l'écart de phase  $\Delta\phi$  entre l'onde incidente et l'onde réfléchie par la paroi, en fonction de  $r$  et  $\lambda$ .
- 4.2** - Donner les valeurs de  $\Delta\phi$  pour lesquelles l'amplitude de l'onde résultante au point M est minimale ainsi que celles pour lesquelles cette amplitude est maximale. Exprimer ces valeurs minimales et maximales en fonction de  $P_M$ .

Le point M est situé à 85 cm de la paroi.

- 4.3** - Déterminer les fréquences pour lesquelles l'amplitude en M est maximale, ainsi que celles pour lesquelles l'amplitude en M est minimale.

On suppose maintenant que l'onde incidente reçue en M en l'absence de paroi a le spectre de pression suivant.



**4.4** - Quelle est la fréquence fondamentale du signal proposé ?

**4.5** - Calculer la pression efficace de l'onde incidente au point M (en l'absence de paroi réfléchissante), en déduire le niveau sonore correspondant en dB spl.

On prend maintenant en compte la présence de la paroi réfléchissante à 85 cm du point M.

**4.6** - Calculer dans ce cas les pressions efficaces  $P_1$  à  $P_5$  obtenues au point M et correspondant respectivement aux 5 fréquences du spectre. Donner l'allure du spectre de pression et calculer le niveau sonore résultant.

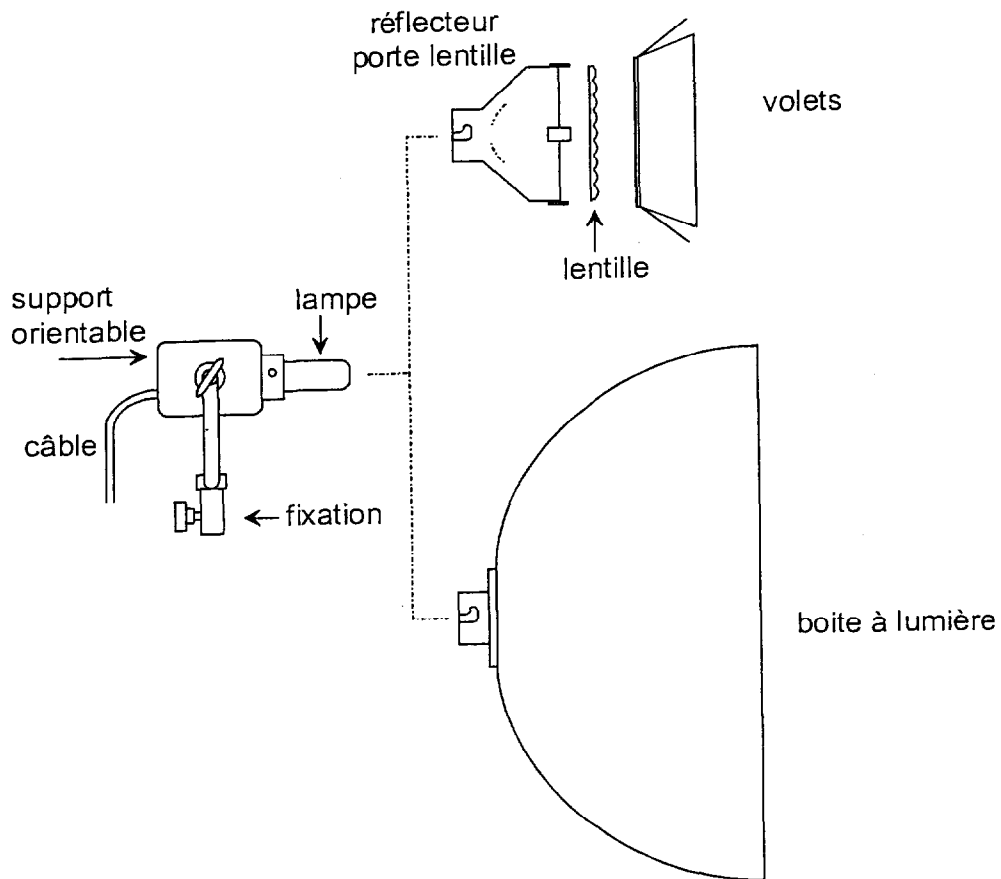
On souhaite étudier l'évolution du spectre sonore de part et d'autre du point M en restant sur le même axe.

**4.7** - A quelle distance minimale du point M obtient-on une disparition du fondamental du signal sonore ?

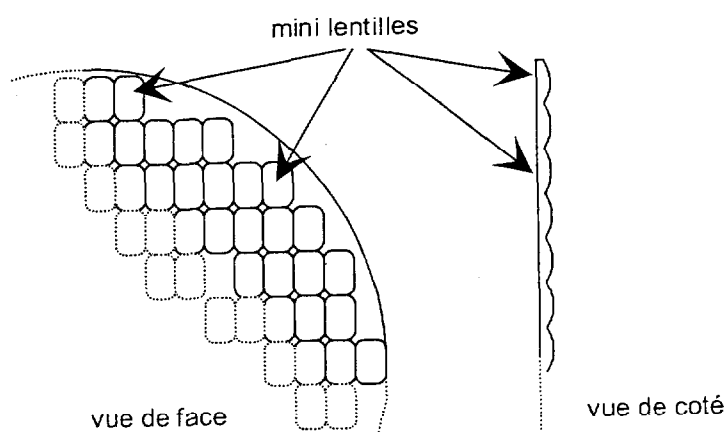
**4.8** - De combien faut-il au minimum s'éloigner du point M pour annuler l'amplitude de l'harmonique de rang 3.

**Annexe 1**

**Figure 1 : présentation du projecteur**

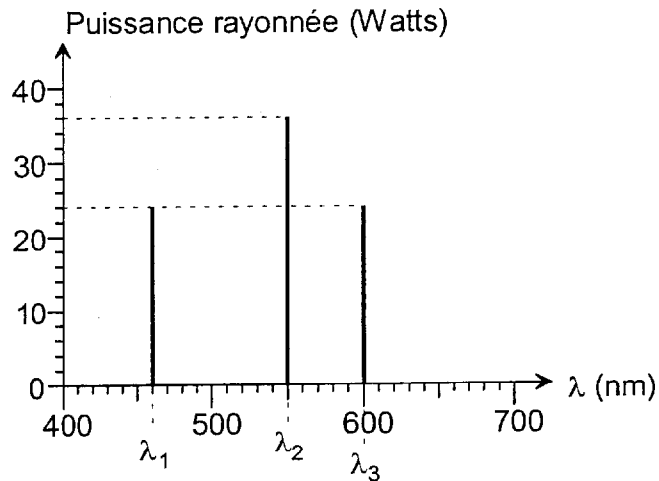


**Figure 2 : Détail de la lentille**

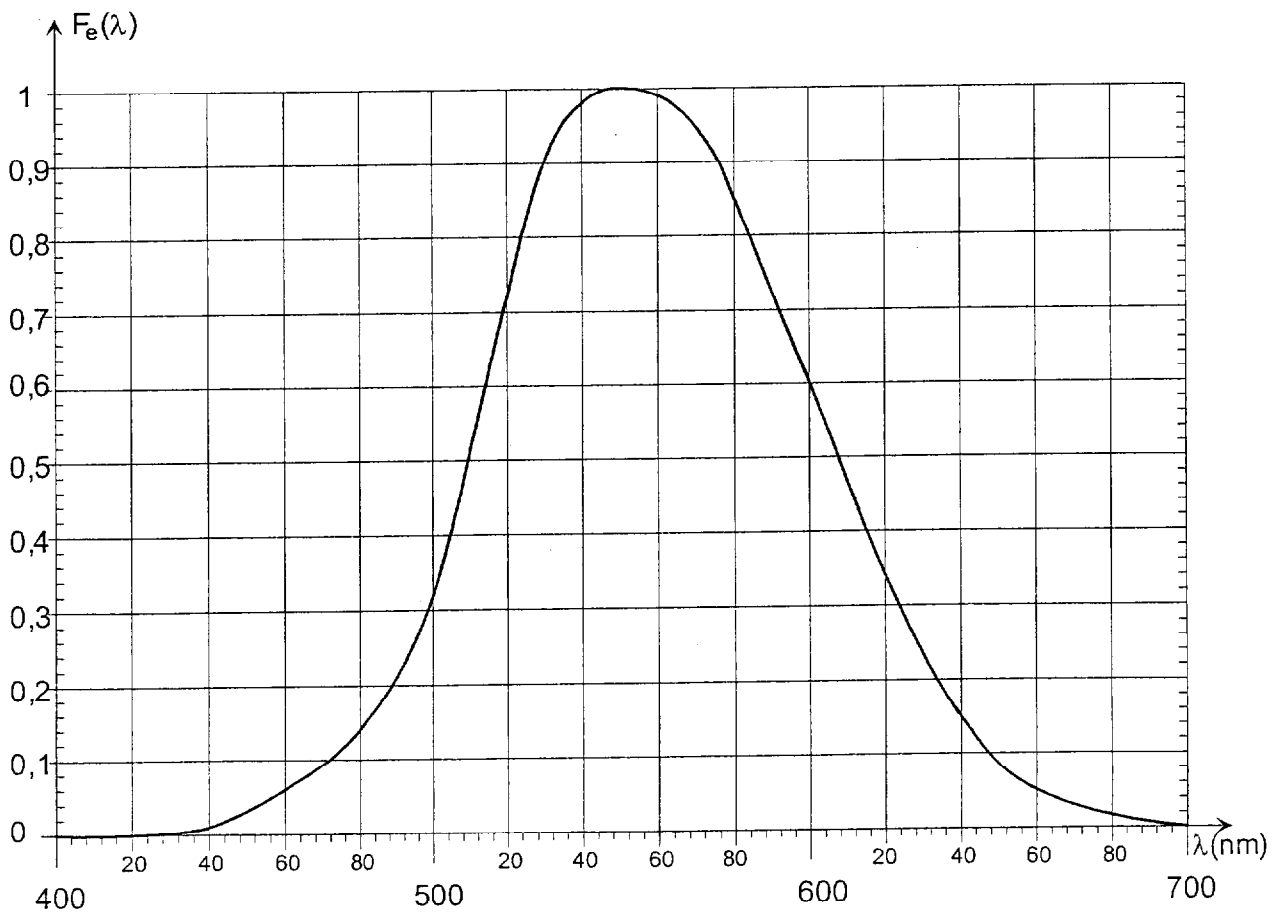


Annexe 2

**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 AVSSP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

Page : 8/9

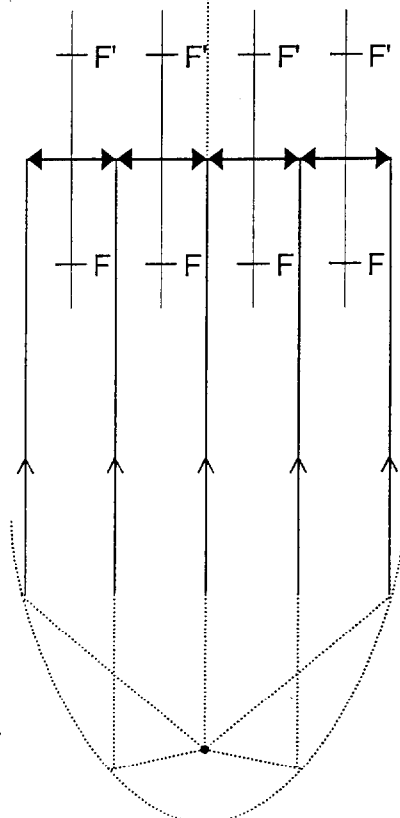
OPTION SON

Coefficient : 2

Document réponse n°1

Plan P

Réseau de lentilles



Réflecteur



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 AVSSP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

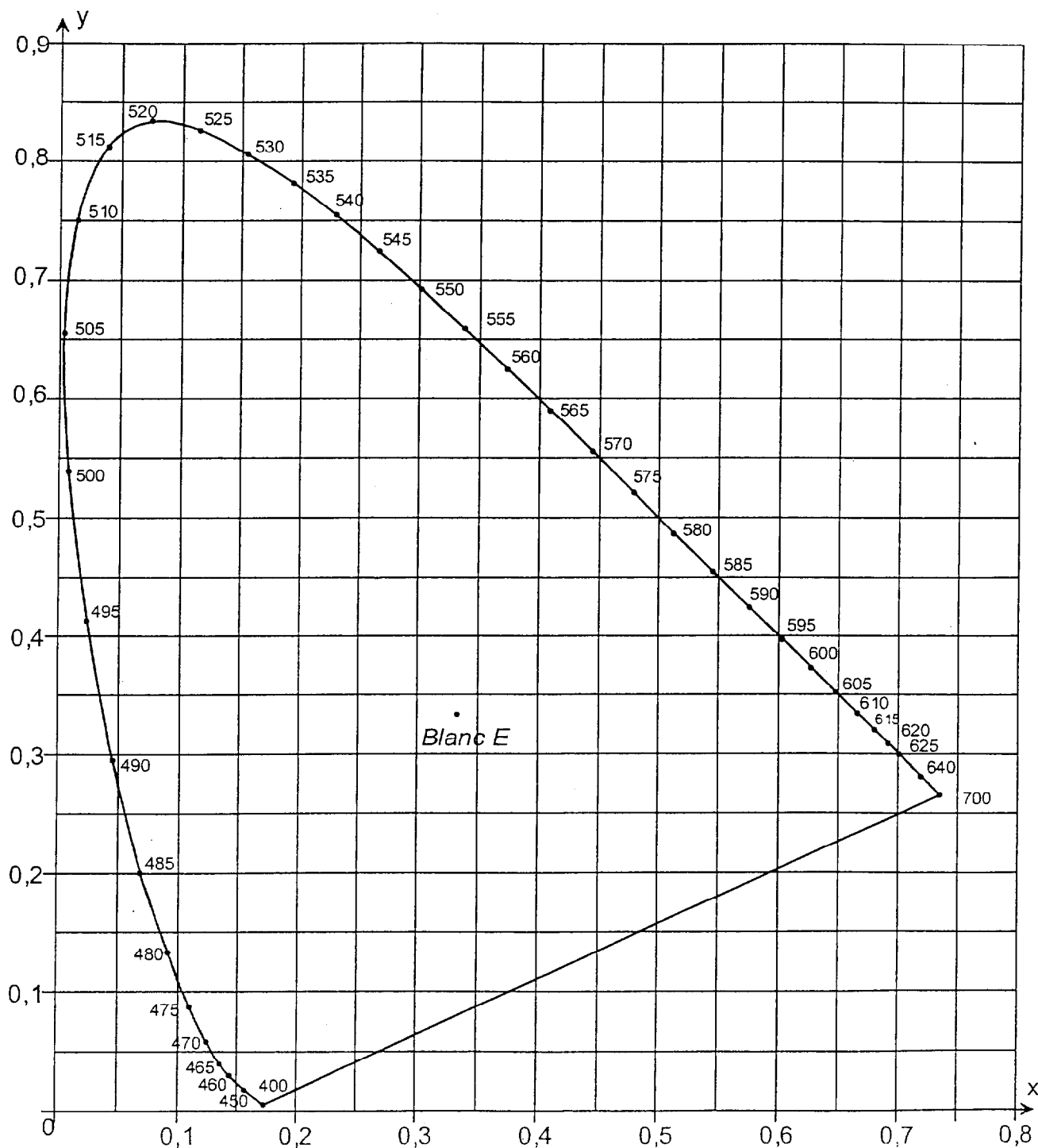
Page : 9/9

OPTION SON

Coefficient : 2

Document réponse n°2

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



B.T.S. AUDIOVISUEL