

## 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  $M_3$ .

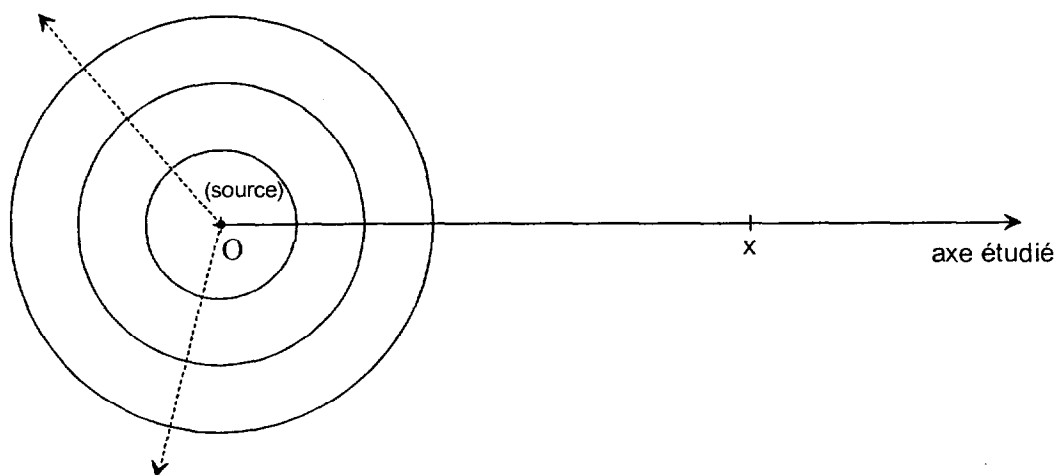
**1.2.3** - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées  $\begin{cases} x_M \\ y_M \end{cases}$  du mélange coloré

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  $P_a$  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,  $\lambda$  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  $\lambda$ .

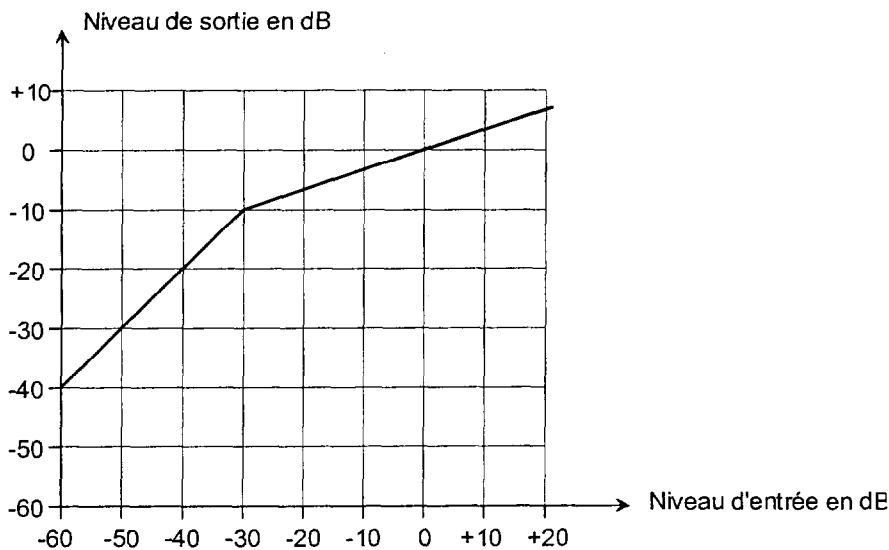
**2.6** - Calculer la plus faible distance non nulle séparant deux points de l'axe (Ox) vibrant en phase à une fréquence  $f = 1000$  Hz.

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.

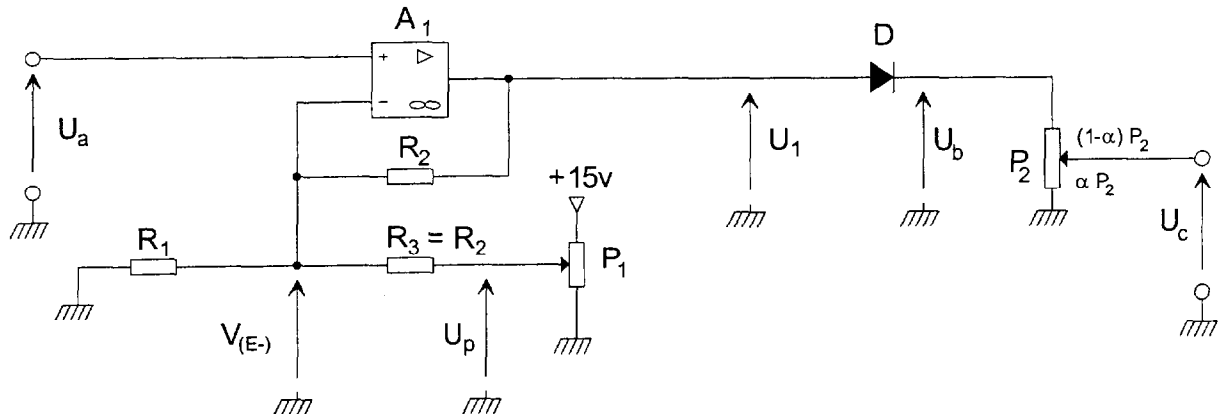
***Fin des questions communes aux options Image, Son et Exploitation.***

## 4 - ÉTUDE PARTIELLE D'UN COMPRESSEUR AUDIO

Dans un compresseur audio, la réduction de dynamique s'opère par variation du gain d'un amplificateur commandé lorsque le niveau d'entrée dépasse un seuil réglable. Ce fonctionnement est en partie obtenu à l'aide d'un amplificateur détecteur dont la tension de sortie contrôle le gain de l'amplificateur commandé. On étudie ci-après, et isolément, le fonctionnement électronique d'un amplificateur détecteur.

### 4.1 - Étude en régime statique

On donne ci-après le schéma simplifié de l'amplificateur détecteur étudié.



L'amplificateur opérationnel  $A_1$  est supposé parfait et fonctionnant en régime linéaire, la diode  $D$  sera considérée comme idéale.

4.1.1 - Établir  $V_{(E-)}$  en fonction de  $U_P$ ,  $U_1$ ,  $R_1$  et  $R_2$ , puis en fonction de  $U_a$ .

4.1.2 - Montrer que  $U_1$  peut s'écrire :  $U_1 = K_c \cdot (U_a - U_0)$  où l'on déterminera  $K_c$  en fonction de  $R_1$  et  $R_2$ , puis  $U_0$  en fonction de  $U_P$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

Les valeurs des résistances sont les suivantes :  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 280 \text{ k}\Omega$ ,  $P_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $P_2 = 10 \text{ k}\Omega$ .

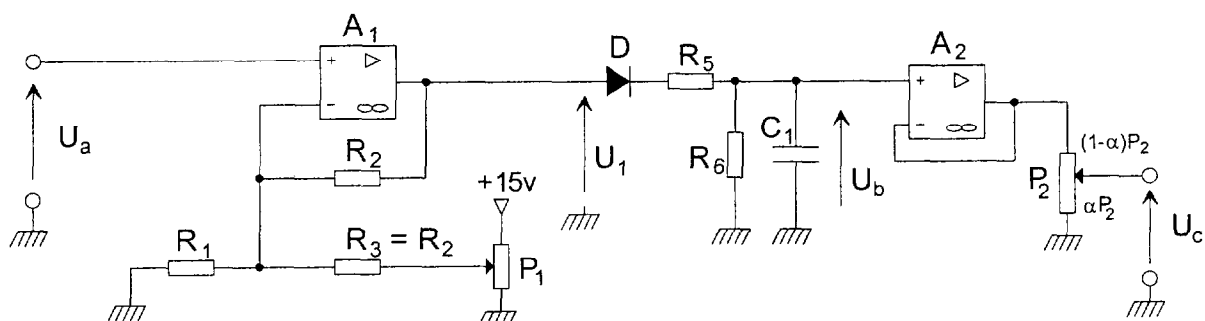
4.1.3 - Calculer  $K_c$  ainsi que les valeurs extrêmes de  $U_0$  réglables par  $P_1$ .

4.1.4 - Déterminer, pour  $U_a > U_0$ , l'expression de  $U_c$  en fonction de  $U_1$  et  $\alpha$  (réglage de  $P_2$ ), puis en fonction de  $U_a$ ,  $U_0$ ,  $K_c$  et  $\alpha$ .

4.1.5 - Que vaut  $U_c$  si  $U_a < U_0$ .

### 4.2 - Étude en régime dynamique

On s'intéresse à l'évolution de la tension  $U_c$  pour des variations temporelles de la tension  $U_a$ . On distinguera deux types de variations caractéristiques: la hausse et la baisse du niveau d'entrée. Le montage réel de l'amplificateur détecteur est donné ci-après.



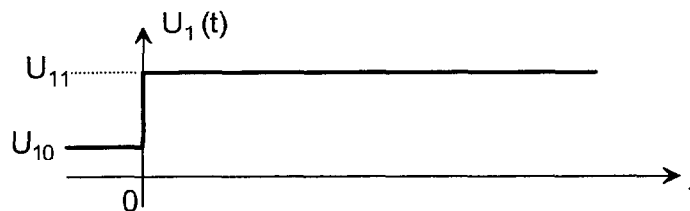
Les amplificateurs opérationnels  $A_1$  et  $A_2$  sont supposés parfaits et fonctionnant toujours en régime linéaire, la diode  $D$  est idéale. On suppose  $U_1 > 0$  pour toute la suite.

**4.2.1** - En régime continu, établir l'expression de  $U_c$  en fonction de  $U_1$ ,  $\alpha$ ,  $R_5$  et  $R_6$ . Préciser le rôle de l'amplificateur  $A_2$ .

On suppose  $R_6 \gg R_5$ . Que vaut alors  $U_c$  ?

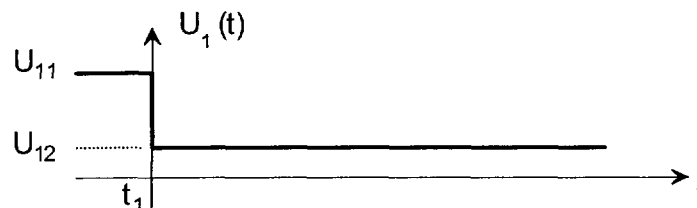
**4.2.2** - Le fonctionnement du montage est-il différent de celui du montage précédent (question **4.1.4**) ? Justifier votre réponse.

A l'instant  $t = 0$ , on suppose une augmentation instantanée de la tension  $U_1$  qui était constante auparavant (figure suivante).



**4.2.3** - Pour  $t \geq 0$ , déterminer le sens du courant dans  $C_1$  puis tracer l'allure temporelle de  $U_b$ . Préciser le circuit de charge de  $C_1$  (faire un schéma partiel) et déterminer la constante de temps de charge  $\tau_c$  en fonction des valeurs des composants.  $R_6$  étant toujours très supérieur à  $R_5$ .

On suppose maintenant, à  $t = t_1$ , une diminution instantanée de la tension  $U_1$  également supposée constante auparavant (figure suivante).

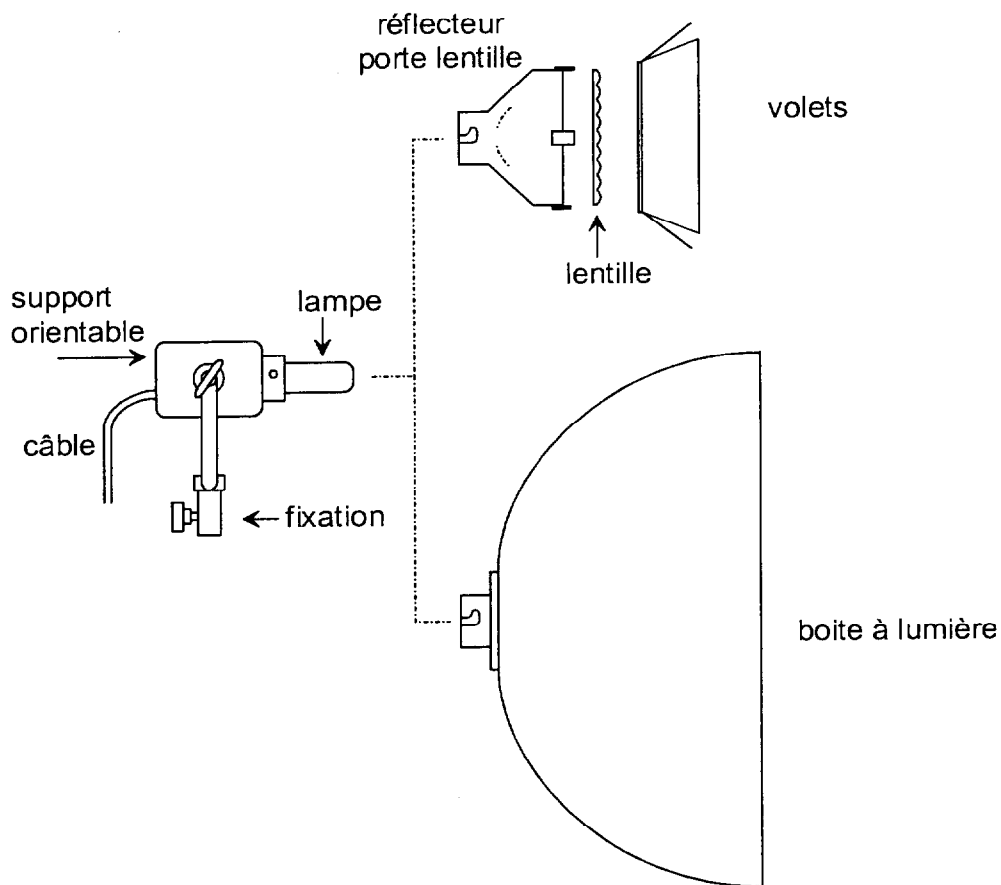


**4.2.4** - Pour  $t \geq t_1$ , déterminer à nouveau le sens du courant dans  $C_1$  puis tracer l'allure temporelle de  $U_b$ . Préciser également le circuit de décharge de  $C_1$  et déterminer la constante de temps  $\tau_d$  de décharge en fonction des valeurs des composants.

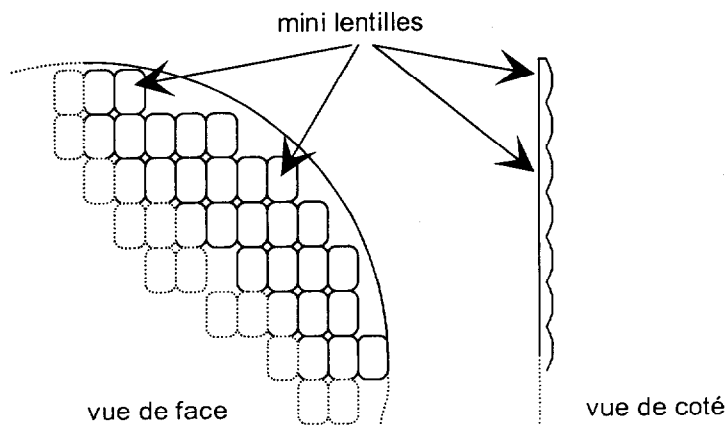
**4.2.5** - Sachant que  $R_5 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_6 = 1\text{ M}\Omega$  et  $C_1 = 4,7\ \mu\text{F}$ , calculer les constantes de temps  $\tau_c$  et  $\tau_d$  régissant le comportement dynamique du montage.

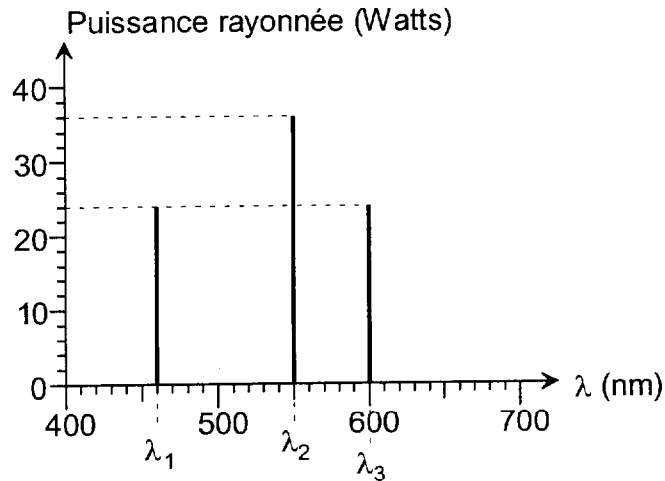
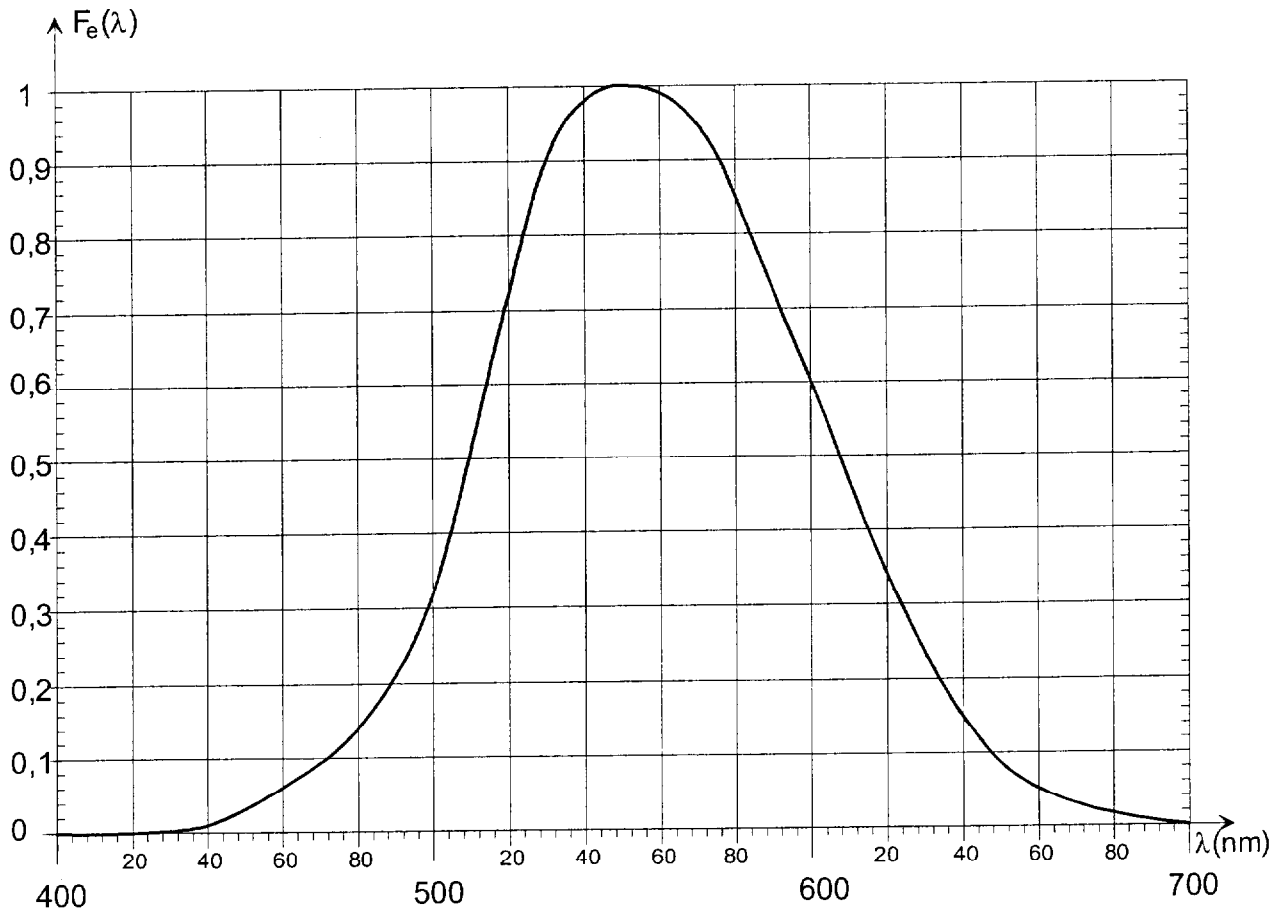
### Annexe 1

**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 AVESP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

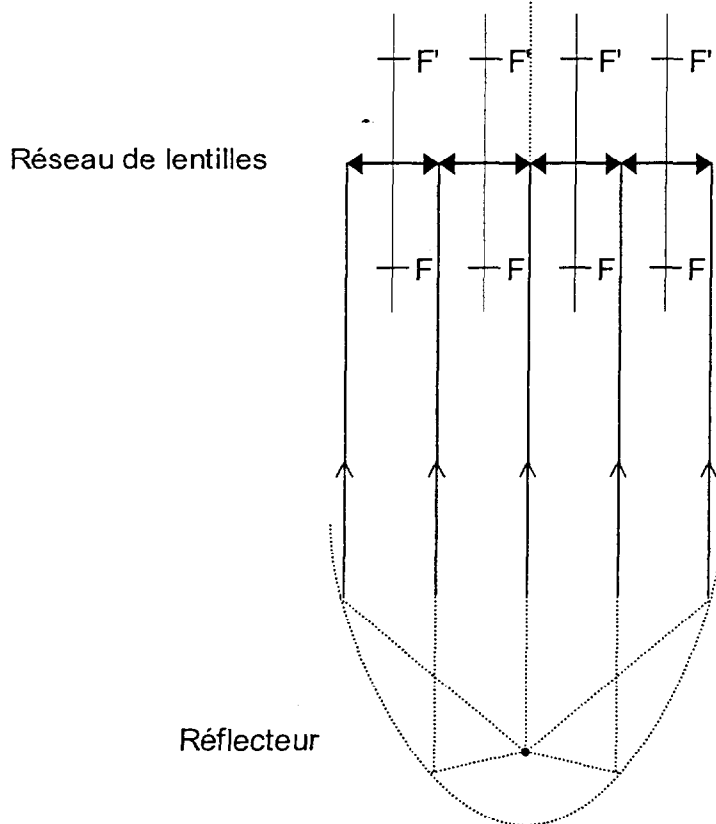
Page : 8/9

OPTION EXPLOITATION

Coefficient 2

Document réponse n°1

Plan P





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 AVESP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

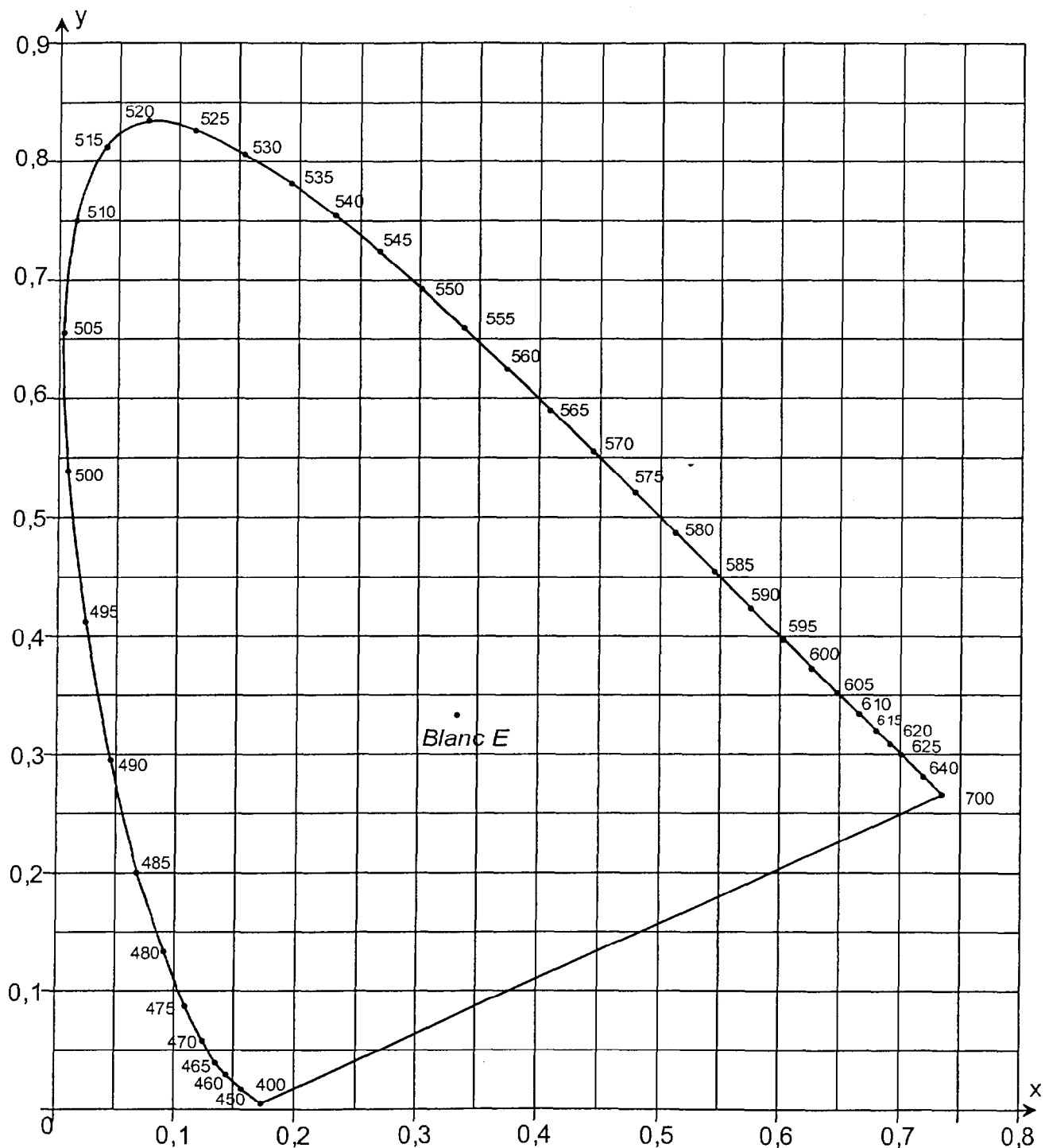
Page : 9/9

OPTION EXPLOITATION

Coefficient 2

Document réponse n°2

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



B.T.S. AUDIOVISUEL