



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV](#)®

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

**Les deux parties du sujet sont indépendantes.**

### **PRÉSENTATION DU SUJET :**

Le directeur d'un musée d'art et traditions a décidé de créer un département « instruments de musiques ». Pour cela un espace sera réservé à l'exposition des instruments, un autre aménagé en petit auditorium. Le **cahier des charges** contient les descriptions ci-dessous :

➤ **L'auditorium :**

Le volume du local est  $V = 200 \text{ m}^3$ . La hauteur sous plafond est  $h = 4 \text{ m}$ .

Les murs de surface totale  $120 \text{ m}^2$ , sont recouverts d'un matériau absorbant de coefficient  $\alpha_m$  qui doit permettre d'obtenir un temps de réverbération  $T$  compris entre  $0,3 \text{ s}$  et  $0,5 \text{ s}$ .

Le plafond est déjà recouvert de dalles dont le coefficient d'absorption est  $\alpha_p = 0,05$ .

Le coefficient d'absorption du plancher est  $\alpha_s = 0,08$ . Les sièges, au nombre de  $n = 25$ , occupés ou non, ont une aire d'absorption équivalente  $A_{\text{siège}} = 0,50 \text{ m}^2$  chacun.

➤ **L'exposition :**

La surface de la salle est  $S_s = 250 \text{ m}^2$ , sa largeur est  $l = 10 \text{ m}$  et sa longueur  $L = 25 \text{ m}$ . La hauteur sous plafond est  $h = 4 \text{ m}$ .

Les vitrines où sont exposés les instruments nécessitent un éclairage  $E = 600 \text{ lx}$  au moins pour les mettre en valeur. Ces vitrines « basses » sont des parallélépipèdes en verre de  $1 \text{ m}$  sur  $1 \text{ m}$  de côtés et de hauteur  $h_v = 1,50 \text{ m}$ . Elles sont posées sur le sol. Il y a 25 vitrines.

On utilisera des spots placés au plafond de puissance  $P = 250 \text{ W}$  pour éclairer les instruments placés dans des vitrines basses de hauteur  $h_v$ . On admettra que l'éclairage requis doit être celui de la surface horizontale supérieure de cette vitrine. Les spots produisent un cône de lumière d'angle solide  $\Omega = \pi/2 \text{ sr}$ , et ils possèdent une efficacité lumineuse  $k = 15 \text{ lm.W}^{-1}$ .

La température du local doit être maintenue à  $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  pour des raisons de conservation. La température extérieure peut atteindre  $\theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Le chauffage électrique se fait grâce à de nombreux convecteurs de faible puissance afin de favoriser l'homogénéité de la température dans la pièce. Les déperditions thermiques à travers les parois latérales (murs et fenêtres) ont été évaluées à  $D = 25 \text{ W.m}^{-2}$ . On peut négliger les déperditions thermiques par le sol et par le plafond car il s'agit d'un étage intermédiaire.

## PARTIE 1 : ÉTUDE ACOUSTIQUE DE L'AUDITORIUM (8 points)

- 1) La formule de Sabine est :  $T = 0,16 \frac{V}{A}$   
Rappeler la signification de chacun des termes de cette formule en précisant leur unité.
- 2) Etablir l'expression littérale de A en fonction des différentes données de l'énoncé (coefficients d'absorption, surfaces, aire d'absorption équivalente par siège, etc...).
- 3) En utilisant le *tableau 1*, indiquer quel matériau vous choisiriez afin de favoriser la qualité acoustique de l'auditorium tout en respectant le cahier des charges concernant le temps de réverbération.
- 4) Indiquer maintenant quel serait votre choix toujours en respectant le cahier des charges.

**Tableau 1 :**

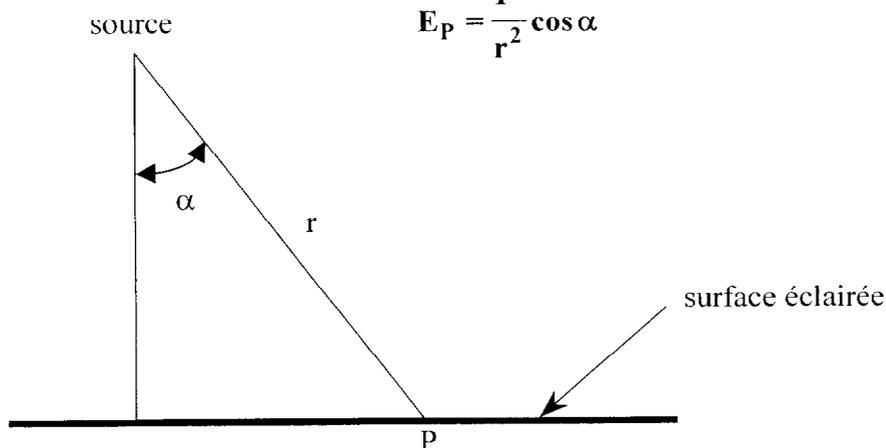
Isolant n°	$\alpha_m$	Longueur (en m) des rouleaux de même largeur	Prix par rouleau (en euros)
1	0,27	12,5	250
2	0,54	12,5	425
3	0,79	25	900
4	0,73	25	850

## PARTIE 2 : ÉTUDE DE L'ESPACE EXPOSITION (12 points)

### A. Éclairage des vitrines basses (7 points)

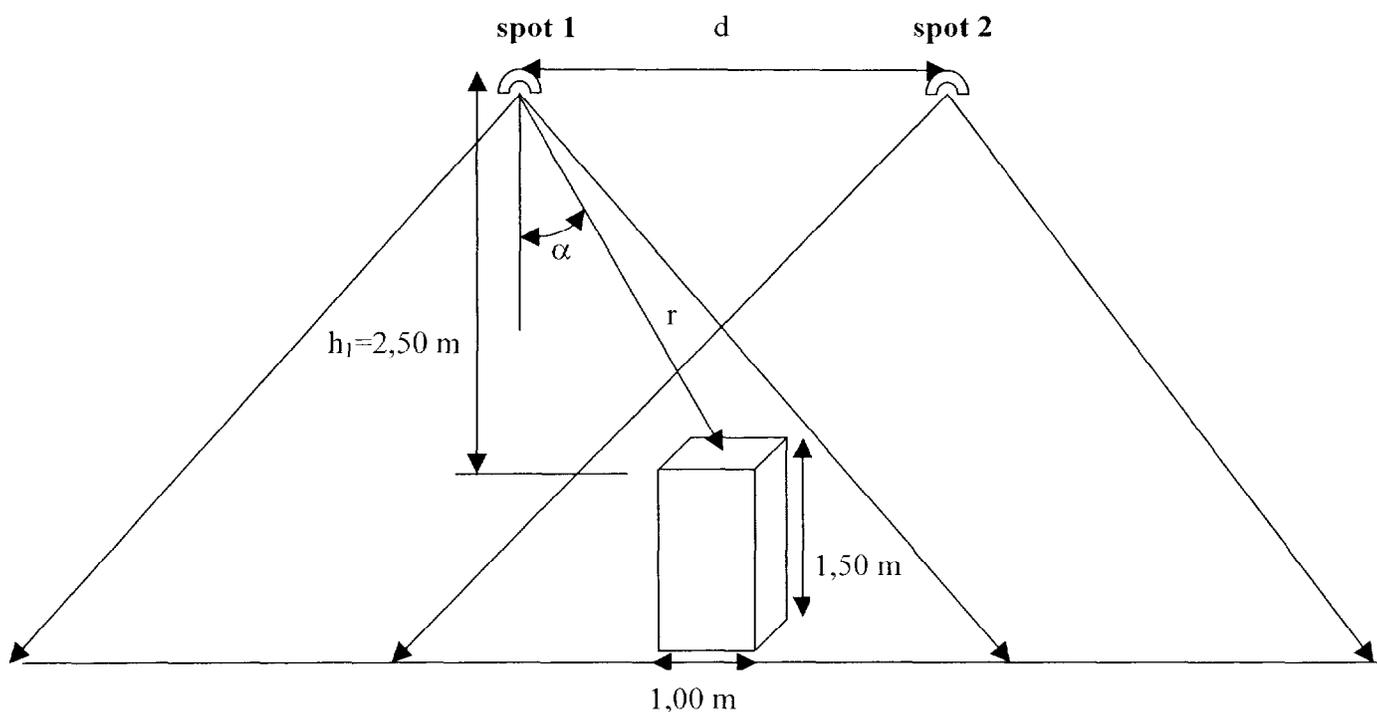
Rappel : l'éclairement en un point P de la surface éclairée est donné par :

$$E_P = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$$



- 1) On considère un spot placé à la verticale du centre d'une vitrine. L'éclairage est-il suffisant pour respecter le cahier des charges ? Justifier la réponse en calculant l'intensité de la lumière émise par un spot puis l'éclairement de la vitrine au centre de la partie carrée supérieure.
- 2) Maintenant on considère deux spots placés de façon symétrique, à la distance  $d$  l'un de l'autre (voir **figure 1** qui n'est pas à l'échelle). A quelle distance maximale  $d$  doit-on placer les deux spots pour obtenir au moins l'éclairement souhaité au centre de la surface supérieure de la vitrine ? Les cônes de lumière se superposent comme indiqué sur la figure 1. On négligera tout phénomène de réflexion.

**Figure 1 :**



### **B. Chauffage du local d'exposition (5 points)**

- 1) Quelle est la puissance totale des convecteurs à installer ?
- 2) Quel est le nombre de convecteurs à installer si on veut les faire fonctionner à une puissance de 500 W au maximum ?
- 3) Pour limiter le nombre de convecteurs à 10, on souhaite améliorer l'isolation thermique de cette salle.  
Pour cela on envisage de remplacer les 10 fenêtres de surface totale  $40 \text{ m}^2$  et de coefficient de transmission surfacique  $K_1 = 4,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  par des fenêtres de type double vitrage de coefficient  $K_2 = 2,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ .  
Quelle est la **diminution** de la puissance de chauffage nécessaire résultant de cette opération ?  
Que peut-on en conclure quant au nombre de convecteurs ?