



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)

Étude d'une salle de restaurant située à l'angle d'un immeuble au rez-de-chaussée.

La salle de ce restaurant a la forme d'un parallélépipède rectangle de longueur  $L = 15$  m, de largeur  $l = 10$  m et de hauteur  $h = 3$  m. La grande face (de longueur  $L = 15$  m) donnant sur l'extérieur est équipée de deux baies vitrées rectangulaires de dimensions  $5$  m x  $1,8$  m chacune et d'une porte en verre épais de dimensions  $0,9$  m x  $2$  m. La petite face (de longueur  $l = 10$  m) donnant aussi sur l'extérieur est équipée d'une baie vitrée rectangulaire qui a pour dimensions  $5$  m x  $1,8$  m. Les deux autres faces sont à l'intérieur de l'immeuble.

### **PARTIE 1 : THERMODYNAMIQUE : Étude de la climatisation de la salle (6 points)**

On donne les coefficients de transmission surfacique :

- murs extérieurs bien isolés :  $U_1 = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- baies vitrées en double vitrage :  $U_2 = 2,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- verre épais de la porte :  $U_3 = 5,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

L'aération de cette salle, assurée par ventilation mécanique contrôlée, renouvelle l'air une fois par heure.

Sachant qu'il fait  $35^\circ\text{C}$  dans la rue, on désire que la température de la salle soit de  $22^\circ\text{C}$ .

1. Rappeler en quoi consistent les transferts thermiques par conduction d'une part et par convection d'autre part.
2. Calculer le flux thermique  $\Phi_1$  entrant dans la salle par conduction. Seule sera considérée l'énergie thermique pénétrant par les faces extérieures ; l'énergie thermique échangée par les autres parois, plafond, sol et faces intérieures, étant négligée. On présentera les calculs dans le tableau donné en Annexe 1 après les avoir correctement justifiés. Ne pas oublier de noter les relations utilisées et les unités des différentes grandeurs.
3. Calculer l'énergie thermique  $Q_2$  gagnée en une heure à cause de la ventilation forcée, l'air frais rejeté étant remplacé par de l'air chaud provenant de la rue.  
En déduire le flux thermique  $\Phi_2$  entrant dans la salle à cause de l'aération.  
On donne : - masse volumique de l'air :  $\rho_{\text{air}} = 1,30 \text{ kg.m}^{-3}$   
- capacité thermique massique de l'air :  $c_{\text{air}} = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
4. En déduire quelle doit être la puissance  $P$  de la climatisation pour assurer une température intérieure de  $22^\circ\text{C}$ . ( $P$  représente la puissance thermique qui doit être absorbée par l'appareil)
5. Pour assurer le meilleur refroidissement, doit-on placer la source froide au bas ou bien en haut du local ? Justifier correctement la réponse.

## **PARTIE 2 : ACOUSTIQUE : Étude de la réverbération et de la sonorisation (7,5 points)**

### **1. Étude de la réverbération**

- 1.1. Expliquer ce qu'on entend par "phénomène de réverbération d'un local" et indiquer à quoi il est dû.
- 1.2. Donner la définition du temps de réverbération  $T_R$  d'un local.
- 1.3. Calcul du temps de réverbération  $T_0$  à 1 kHz de cette salle de restaurant meublée. On donne les coefficients d'absorption  $\alpha_i$  à la fréquence de 1 kHz des matériaux revêtant les surfaces de la salle :
  - Murs recouverts de moquette murale :  $\alpha_1 = 0,30$
  - Sol en dalles thermoplastiques :  $\alpha_2 = 0,04$
  - Plafond en plâtre peint :  $\alpha_3 = 0,03$
  - Vitres (porte et baies vitrées) :  $\alpha_4 = 0,12$L'aire d'absorption équivalente  $A_m$  du mobilier est égale à  $5 \text{ m}^2$ .
- 1.3.1. Calculer l'aire d'absorption équivalente  $A_0$  de cette salle de restaurant meublée. Le calcul sera présenté dans le tableau donné en Annexe 2.
- 1.3.2. En appliquant la formule de Sabine  $T_R = 0,16 \frac{V}{A}$ , en déduire le temps de réverbération  $T_0$  à 1 kHz de cette salle de restaurant meublée.
- 1.4. Le temps de réverbération  $T_0$  étant jugé trop important, on désire le corriger pour obtenir une valeur proche de  $T_1 = 0,7 \text{ s}$  en appliquant sur le plafond des dalles acoustiques décoratives. Calculer la valeur minimale  $\alpha'_3$  du coefficient d'absorption acoustique que doivent présenter ces dalles.

### **2. Sonorisation.**

La diffusion d'une musique d'ambiance est assurée par 4 haut-parleurs disposés aux 4 angles de la salle à 2,5 m de hauteur, ces haut-parleurs étant dirigés vers le centre du local.

On se propose de calculer le niveau d'intensité sonore  $L_1$  du son reçu par un client assis à une table au centre de la salle, ses oreilles se trouvant à 1,20 m du sol.

- 2.1. Après avoir fait un schéma de situation, calculer la distance  $d$  séparant un haut-parleur et l'oreille du client.
- 2.2. La puissance acoustique de chaque haut-parleur étant  $P = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ W}$  et en admettant d'autre part que l'émission est uniforme dans le demi-espace avant (le son se répartit sur des demi-sphères centrées sur le haut-parleur), calculer l'intensité sonore directe  $I_1$  due à un seul haut-parleur.  
On donne la surface d'une sphère de rayon  $R$  :  $S = 4\pi R^2$
- 2.3. En réalité, une mesure faite avec un seul haut-parleur en fonctionnement indique  $I'_1 = 9,8 \cdot 10^{-10} \text{ W.m}^{-2}$  : calculer l'intensité sonore  $I$  puis le niveau d'intensité sonore  $L_1$  du son reçu par le client lorsque les 4 haut-parleurs fonctionnent.  
On donne l'intensité sonore de référence :  $I_0 = 1,00 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .
- 2.4. Le son reçu des haut-parleurs va-t-il gêner la conversation entre les deux personnes assises à la table au centre de la salle ? Justifier correctement la réponse.  
Le niveau sonore d'une conversation entre deux personnes est d'environ 50 dB.

### **PARTIE 3 : OPTIQUE : Étude de l'éclairage des tables (6,5 points)**

Chaque table carrée, qui mesure 90 cm de côté, est éclairée par une lampe halogène très basse tension 20 W - 12 V équipée d'un réflecteur de sorte que l'éclairage soit à peu près uniforme dans un cône d'angle au sommet  $\alpha = 60^\circ$ , tout le flux lumineux étant contenu dans ce cône. La lampe est placée à la verticale du centre de la table à une distance  $d = 1,40$  m au dessus de celle-ci.

L'efficacité des lampes utilisées est  $k = 18 \text{ lm.W}^{-1}$ .

1. La table sera-t-elle complètement éclairée par la lampe ?  
(On peut déterminer le diamètre de la tache lumineuse émise par la lampe à la distance de 1,40 m et le comparer avec la longueur de la diagonale de la table)
2. Calculer le flux lumineux  $F$  émis par chaque lampe.
3. Calculer l'intensité lumineuse  $I$  dans le cône d'émission de chaque lampe.  
On rappelle que l'angle solide  $\Omega$  d'un cône d'angle au sommet  $\alpha$  est donné par la relation :  
$$\Omega = 2\pi\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$
 avec  $\Omega$  exprimé en stéradian.
4. Calculer l'éclairage  $E_0$  au centre  $O$  de la table ainsi que l'éclairage  $E_1$  dans un angle de celle-ci.  
Peut-on dire que l'éclairage est uniforme ?  
On rappelle que  $E = \frac{I \cos\theta}{x^2}$  avec  $I$  intensité lumineuse de la source,  $\theta$  angle entre la normale à la surface réceptrice et la direction donnée par la source et le point considéré,  $x$  la distance entre la source et le point considéré.
5. La lumière émise par cette lampe, est-elle chaude ou plutôt froide ? Justifier votre réponse et indiquer la valeur approximative de la température de couleur de cette lumière.  
Que peut-on dire de la valeur de l'indice de rendu des couleurs d'une telle lampe ? En déduire si la vision des couleurs des objets est restituée correctement ou non.

## DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

### ANNEXE 1

Paroi	S (en .....)	U (en .....)	..... (en .....)	$\Phi = \dots\dots\dots$ (en ..... )
Porte				
Baies vitrées				
Murs				
Total : $\Phi_1 = \dots\dots\dots$				

### ANNEXE 2

Paroi	S (en .....)	$\alpha$	A= ..... (en .....)
Porte			
Baies vitrées			
Murs			
Sol			
Plafond			
Mobilier			
Total : $A_0 = \dots\dots\dots$			