

## Chauffage d'une voiture TGV (d'après Centrale TSI 2019)

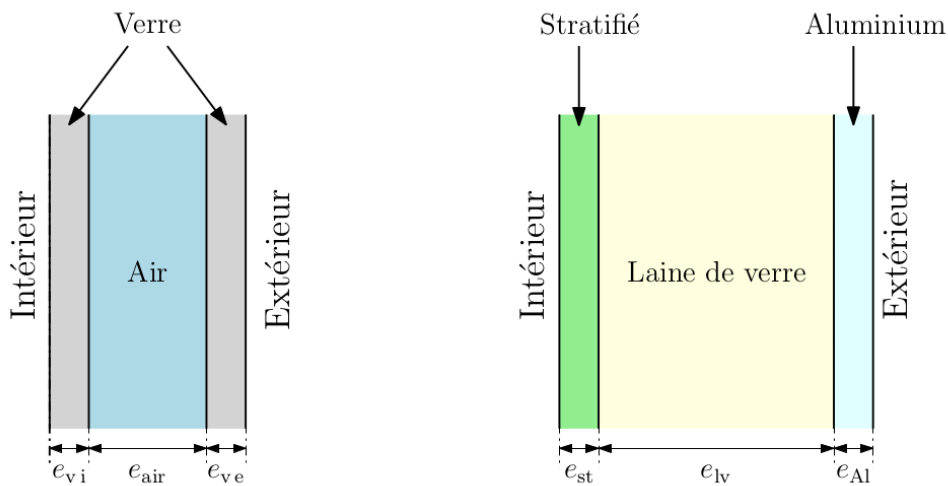
Pour dimensionner le chauffage d'une voiture TGV, il est nécessaire d'évaluer d'abord les pertes thermiques. C'est ce qu'on se propose d'évaluer dans ce problème.

On considère une voiture de TGV dans des conditions hivernales. La température extérieure est constante et égale à  $T_{\text{ext}} = -4^\circ\text{C}$ . On cherche à estimer les pertes thermiques pour une température intérieure constante et égale à  $T_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$ .

On fait les hypothèses suivantes :

- le régime est stationnaire ;
- les vitres et le reste des parois (latérales, sol et toit) sont constituées de plusieurs couches comme schématisé sur la figure 1 ;
- les vitres sont par ailleurs le siège de phénomènes conducto-convectifs côté intérieur (coefficient  $h_i$ ) et côté extérieur (coefficient  $h_e$ ) ;

Les données numériques utiles sont fournies en fin d'énoncé.



(a) Constitution d'une vitre

(b) Constitution des parois

**FIGURE 1 : constitution des parois des vitres**

1. Pourquoi les valeurs des coefficients conducto-convectif verre / air sont-elles différentes ( $h_i$  et  $h_e$ ) pour l'extérieur et l'intérieur de la voiture ?
2. En précisant toutes les étapes du raisonnement et des calculs, estimer la valeur de la résistance thermique équivalente totale de la voiture ( $R_{\text{tot}}$ ).
3. En déduire une estimation de la valeur de la puissance thermique  $\mathcal{P}_{\text{th}}$  cédée à l'extérieur.

Voiture	$L$ (longueur)	22500 mm
	$\ell$ (largeur)	2780 mm
	$h$ (hauteur)	2100 mm
	$e_{Al}$	4 mm
	$e_{lv}$	24 mm
	$e_{st}$	4 mm
	Nombre de places assises	50
Vitres	Nombre par voiture	12
	$L_v$ (largeur)	2000 mm
	$H_v$ (hauteur)	840 mm
	$e_{air}$	12 mm
	$e_{vi}$	4 mm
	$e_{ve}$	4 mm
Conductivités thermiques	$\lambda_{Al}$	$237 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
	$\lambda_{lv}$	$0,051 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
	$\lambda_{st}$	$1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
	$\lambda_{air}$	$0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
	$\lambda_v$	$1,15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Masse volumique de l'air	$\rho_{air}$	$1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Puissance thermique moyenne dégagée par un passager	$\mathcal{P}_{pass}$	60 W
Autres données	$h_i$	$8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
	$h_e$	$25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
	$D_V$	$2100 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
	$c_p$	$1000 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$