

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »**EXERCICE B – Isolation thermique**

Mots-clés : flux thermique ; résistance thermique ; loi de Newton.

Depuis le 1^{er} Janvier 2021, une loi sur les nouvelles habitations est rentrée en vigueur : la loi RT 2020 qui remplace la loi RT 2012.

« L'objectif de la RT 2020 est fixé : toute nouvelle construction devra produire davantage d'énergie qu'elle n'en consomme. Cet objectif repose sur le principe des bâtiments à énergie positive (BEPOS). Ces logements affichent une consommation énergétique minimale qui sera, par la suite, compensée par le recours aux ressources renouvelables. Cette RT 2020 cible le zéro gaspillage énergétique et la production d'énergie. »

Extrait de <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/reglementation-thermique-2012/lobjectif-de-la-reglementation-thermique-2020/>

Pour satisfaire à la loi RT 2020, il faut se poser la question des matériaux utilisés tant pour limiter l'émission de gaz à effet de serre que pour isoler correctement les habitations par exemple.

Une pièce de rangement d'une maison en bois possède un pan de mur extérieur de 10,0 m² sans fenêtre. On souhaite maintenir la température de cette pièce à 18 °C. La température extérieure est de 10 °C.

Données :

- la résistance thermique R_{th} d'une paroi est liée aux grandeurs e , λ et S par la relation :

$$R_{th} = \frac{e}{S \times \lambda} ;$$

R_{th} : résistance thermique en $K \cdot W^{-1}$

λ : conductivité thermique du matériau en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

e : épaisseur de la paroi en m

S : surface de la paroi en m²

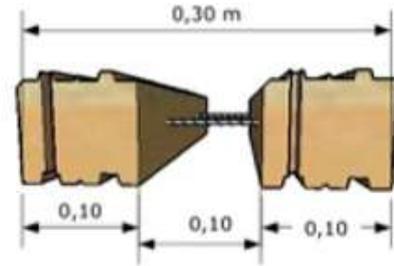
- La résistance thermique minimale d'un mur de 10 m² pour respecter la loi RT 2020 est de 0,4 K · W⁻¹.
- Caractéristiques de divers matériaux :

Matériau	Conductivité thermique λ (W · m ⁻¹ · K ⁻¹)	Épaisseur e (mm)
Bois massif pin douglas (PBM)	0,13	100
Panneau laine de bois (LB)	0,038	100

Parpaings en bois massif (PBM)

Les parpaings en bois massif font 10 cm d'épaisseur. L'espace de 10 cm entre les PBM est prévu pour la pose d'une isolation en laine de bois.

d'après www.pbmbloc.com



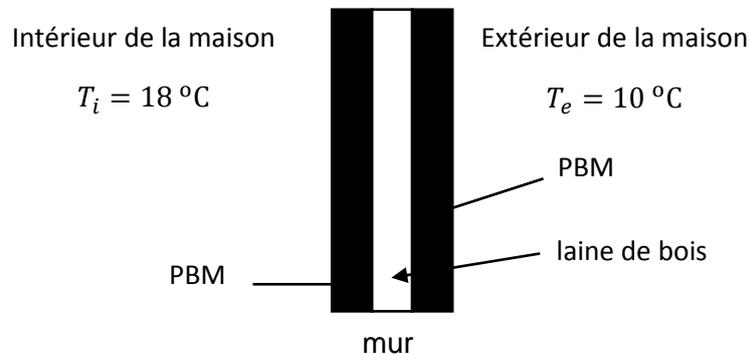
Un modèle thermique du mur en PBM

Dans le cas d'une paroi formée de plusieurs couches de matériaux différents, la résistance thermique totale est la somme des résistances des différentes couches



Dans ce modèle, seuls les échanges thermiques par conduction interviennent.

1. Reproduire et compléter le schéma suivant en indiquant le sens du transfert thermique à travers le mur. Justifier.



2. Vérifier la cohérence des unités dans l'expression de la résistance thermique fournie.
3. En ne considérant, pour simplifier, que les transferts thermiques par conduction, évaluer le flux thermique ϕ_1 sortant de la pièce. Comparer la valeur à celle obtenue en considérant les PBM sans la couche de laine de bois.

En plus de la conduction étudiée ci-dessus, on doit tenir compte des échanges thermiques superficiels convectifs entre le bois et l'air.

4. Une surface de bois d'aire S , à la température T_{bois} , échange avec l'air le flux thermique : $\phi = h S (T_{\text{bois}} - T_{\text{air}})$. Établir que la résistance thermique introduite par ces échanges superficiels convectifs a pour expression : $R_{th \text{ air}} = \frac{1}{h S}$.
5. Soit $h_e = 17 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ le coefficient d'échange convectif entre le bois et l'air extérieur et $h_i = 9,1 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ le coefficient d'échange convectif entre le bois et l'air intérieur.

Évaluer le flux thermique ϕ_2 sortant de la pièce.

Calculer $\phi_1 - \phi_2$. Commenter.

6. Le constructeur indique que cette paroi respecte la loi RT 2020. Commenter cette affirmation.