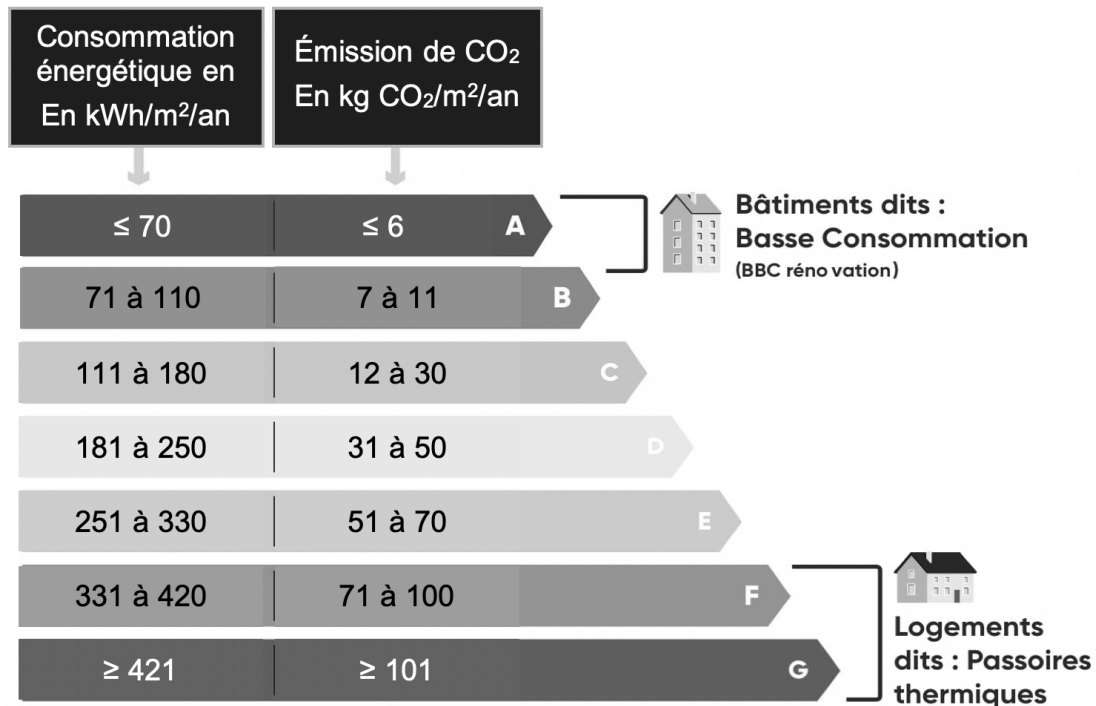


EXERCICE 2 (5 points) (physique-chimie)

Classe énergétique d'un logement

On souhaite étudier la possibilité d'améliorer la performance énergétique d'une habitation de classe énergétique B, en installant une pompe à chaleur géothermique. Le document 1 ci-dessous précise certaines caractéristiques des différentes classes énergétiques de logements.



Document 1 – Classement énergétique des logements (source effy.fr)

Pour cette étude, on commence par calculer l'énergie électrique consommée annuellement pour le chauffage de l'habitation et pour la production d'eau chaude sanitaire.

Données :

- surface habitable de l'habitation : 80 m² ;
- les murs de l'habitation sont composés de fibres de bois ;
- surface totale des murs : $S_{\text{murs}} = 90 \text{ m}^2$;
- conductivité thermique de la fibre de bois : $\lambda_{\text{fibre}} = 0,038 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$;
- température à l'intérieur de la maison : $T_{\text{int}} = 19^\circ\text{C}$;
- température moyenne à l'extérieur de la maison en hiver : $T_{\text{ext}} = 5^\circ\text{C}$;
- durée annuelle d'utilisation du chauffage : 180 jours ;
- épaisseur des murs : $e = 200 \text{ mm}$.

- La résistance thermique R_{th} d'une paroi d'épaisseur e , de surface S , constituée d'un matériau de conductivité thermique λ est donnée par la relation :

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

- Le flux thermique Φ à travers une paroi de résistance thermique R_{th} est proportionnel à la différence de température ΔT entre les deux côtés de la paroi selon la relation :

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

Énergie consommée pour chauffer l'habitation

Q1. Calculer la résistance thermique $R_{th,murs}$ de la surface totale des murs de l'habitation.

Q2. Calculer la valeur du flux thermique correspondant à la perte d'énergie au travers l'ensemble des murs.

Le flux thermique total perdu au travers de l'ensemble des limites de l'habitation, sols et plafonds inclus, a une valeur de 910 W. Ce flux thermique est égal au flux thermique que l'on doit fournir pour maintenir la température du logement à 19°C lorsque la température extérieure vaut 5°C.

Q3. Montrer que la résistance globale $R_{th,glob}$ entre l'intérieur du logement et l'extérieur est voisine de $1,5 \times 10^{-2} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$.

Q4. Calculer, en wattheure (Wh), l'énergie thermique totale à fournir pour maintenir la température du logement à 19°C pendant la période de chauffage.

On rappelle que : $1 \text{ Wh} = 3,6 \times 10^3 \text{ J}$.

Énergie consommée pour chauffer l'eau chaude sanitaire

Le volume d'eau chaude consommé chaque jour dans le logement a une valeur de 130 L.

Données :

- température de l'eau froide : $\theta_f = 15^\circ\text{C}$;
- température de l'eau chaude : $\theta_c = 55^\circ\text{C}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$;
- capacité thermique massique de l'eau : $c_{eau} = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$;

Q5. Montrer que l'énergie thermique Q_{eau} nécessaire au chauffage de l'eau consommée sur une année, soit 365 jours, a pour valeur $2,2 \times 10^6 \text{ Wh}$.

Q6. Montrer que l'énergie thermique totale consommée pour chauffer l'habitation et l'eau sanitaire pendant une année a une valeur voisine de $6,0 \times 10^6 \text{ Wh}$.

Apport de la pompe à chaleur

Une pompe à chaleur est un dispositif qui peut fournir à l'air intérieur de l'habitation une énergie thermique supérieure à l'énergie électrique consommée.

Le coefficient de performance énergétique (COP) d'une pompe à chaleur correspond au rapport entre l'énergie thermique restituée et l'énergie électrique consommée par celle-ci :

$$\text{COP} = \frac{\text{Énergie thermique fournie par la pompe à chaleur}}{\text{Énergie électrique consommée par la pompe à chaleur}}$$

Q7. Montrer que l'énergie électrique que consommerait une pompe à chaleur géothermique dont le COP vaut 4,0 pour chauffer annuellement l'habitation et l'eau sanitaire vaut environ $1,5 \times 10^6$ Wh.

Q8. En déduire la classe énergétique de l'habitation équipée de cette pompe à chaleur. Indiquer si la classe énergétique du logement est améliorée grâce à l'utilisation de cette pompe à chaleur.

Q9. Proposer une autre solution permettant d'améliorer la classe énergétique du logement.