

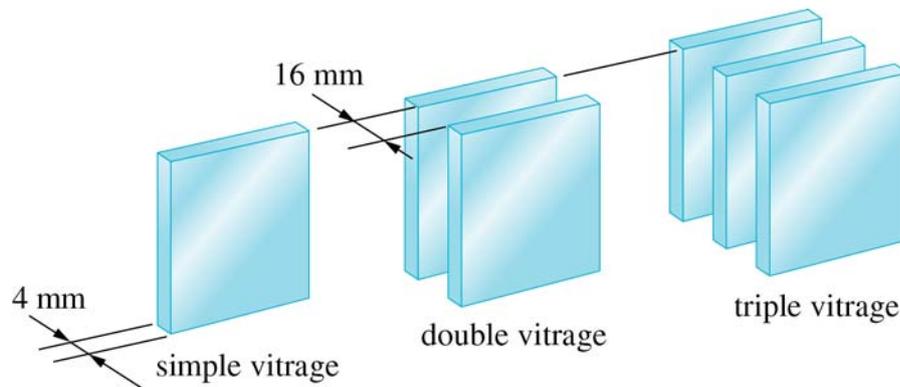
Chapitre 21 – Enjeux énergétiques et environnementaux

Corrigés des parcours en autonomie

Préparer l'évaluation – 1 – 3 – 7

1 Quel isolant thermique choisir ?

1. L'unité SI de la résistance thermique est en $K \cdot W^{-1}$.
2. a. Un bon isolant thermique s'oppose au transfert thermique (R_{th} grande, λ faible), il nécessite peu d'énergie grise pour sa fabrication et a un faible impact environnemental.
- b. Laine de verre > polystyrène expansé > ouate de cellulose > paille > air.
- c. Laine de verre \approx polystyrène expansé > ouate de cellulose > air > paille.
3. Schéma du triple vitrage (4-16-4-16-4) :



Calculons la résistance thermique pour 1 m^2 de vitrage :

– Double vitrage (4-16-4) :

$$R_{th} = R_{th}(\text{verre}) + R_{th}(\text{air}) + R_{th}(\text{verre}) = 2 R_{th}(\text{verre}) + R_{th}(\text{air})$$

$$R_{th} = 2 \times \frac{4,0 \times 10^{-3}}{1,2} + \frac{16 \times 10^{-3}}{0,026} = 0,62 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

– Triple vitrage (4-16-4-16-4) :

$$R_{th} = 3R_{th}(\text{verre}) + 2R_{th}(\text{air}) = 1,24 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Le triple vitrage offre bien une meilleure isolation puisque la résistance thermique R_{th} est plus élevée.

3 Le diagnostic de performance énergétique

1. Équivalent CO_2 : il existe plusieurs gaz à effet de serre. Le dioxyde de carbone (CO_2) est le plus connu et le plus courant, il sert de référence. Par exemple, 1 kg de méthane agit comme l'équivalent de 21 kg de CO_2 .
2. Une maison individuelle de surface habitable égale à 110 m^2 consomme par an $3,5 \times 10^{10} \text{ J}$ pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

L'énergie consommée en kWh vaut :

$$\% = \frac{3,5 \times 10^{10}}{3,6 \times 10^6} = 9\,722 \text{ kWh}$$

Soit une énergie consommée de $9,7 \times 10^3$ kWh par an et pour une maison de 110 m^2 .

On préfère utiliser cette unité plutôt que le joule car cela donne des valeurs plus appréhendables et c'est une unité plus facile à utiliser.

Il s'agit d'une énergie finale car utilisée par le consommateur.

La maison consomme une énergie finale de $9,7 \times 10^3$ kWh par an et pour une surface de 110 m^2 :

$$\text{soit } \frac{9,7 \times 10^3}{110} \text{ kWh par m}^2 \text{ et par an, c'est-à-dire } 88 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$$

a. Tout électrique.

Pour que l'utilisateur dispose de 1 kWh d'énergie électrique, il faut qu'une centrale électrique produise 2,58 kWh.

$$\frac{9,7 \times 10^3}{110} \times 2,58 = 227 = 2,3 \times 10^2 \text{ soit } 2,3 \times 10^2 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$$

Soit une consommation d'énergie primaire de $227 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$, correspondant à un classement D.

b. D'une chaudière à gaz.

Soit une consommation d'énergie primaire de $88 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$, correspondant à un classement B.

c. D'un chauffage au bois.

Soit une consommation d'énergie primaire de $88 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$, correspondant à un classement B.

Pour le classement relatif à l'émission de gaz à effet de serre, on utilise l'équivalence entre la quantité de CO_2 émise par un combustible et la consommation d'énergie primaire.

a. Tout électrique.

$227 \times 90 = 20\,430 \text{ g} = 20 \text{ kg}$ soit 20 kg de $\text{CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ correspondant à un classement C.

b. D'une chaudière à gaz.

$88 \times 234 = 20\,592 \text{ g} = 21 \text{ kg}$ soit 21 kg de $\text{CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ correspondant à un classement D.

c. D'un chauffage au bois.

$88 \times 13 = 1\,144 \text{ g} = 1,1 \text{ kg}$ soit $1,1 \text{ kg}$ de $\text{CO}_{\text{eq}} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ correspondant à un classement A.

C'est le chauffage au bois qui a la meilleure performance énergétique.

7 Économie d'atomes

a. $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Na}) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Br}) = 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

b. Le produit d'intérêt est C_4H_8 : $M(\text{C}_4\text{H}_8) = 4M(\text{C}) + 8M(\text{H}) = (48 + 8) = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Les réactifs :

$M(\text{C}_4\text{BrH}_9) = 4M(\text{C}) + 9M(\text{H}) + M(\text{Br}) = (48 + 9 + 80) = 137 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$M(\text{NaOC}_2\text{H}_5) = 2M(\text{C}) + M(\text{Na}) + 5M(\text{H}) + M(\text{O}) = 24 + 23 + 5 + 16 = 68 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$E_{\text{at}} = \frac{M(\text{C}_4\text{H}_8)}{M(\text{NaOC}_2\text{H}_5) + M(\text{C}_4\text{BrH}_9)} = 0,27$$

c. Cette synthèse n'est pas économe en atomes car E_{at} doit être proche de 1 pour que la synthèse soit économe.

$$d. E_{at} = \frac{M(C_4H_8)}{M(C_4H_9Br)} = 0,41$$

Cette synthèse est plus économe en atomes que la précédente, mais elle n'est pas économe en énergie thermique, c'est pourquoi elle n'est pas intéressante du point de vue de la chimie durable.

Approfondir – 2 – 5 – 13

2 Tour Élithis

a. Chauffage, ascenseurs, éclairage...

b. La consommation d'énergie théorique est de 15,1 kWep/m²/an alors que la consommation réelle est de 49,6 kWep/m²/an. Les mesures montrent une différence de 34,5 kWep/m²/an soit une consommation réelle environ trois fois plus grande que celle estimée. Si l'on compare poste par poste, on s'aperçoit que la consommation réelle :

- du chauffage est environ 3 fois plus grande ;
- des pompes et auxiliaires est environ 2 fois plus grande ;
- de l'activité professionnelle est environ 2 fois plus grande.

La différence s'explique par une consommation d'énergie excessive au niveau de ces postes.

Par contre, certains postes consomment moins ou sont conformes aux prévisions.

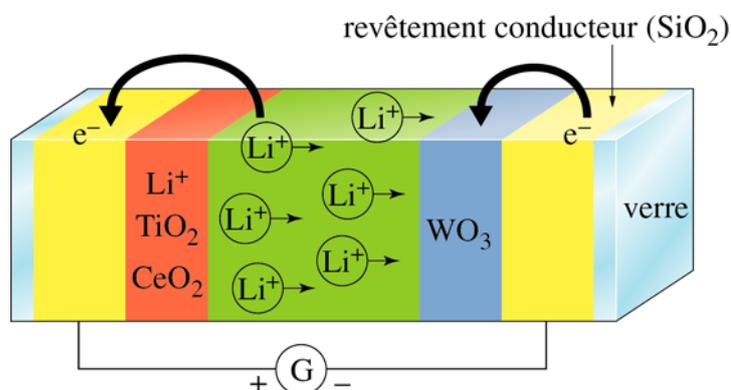
Quant à la production d'énergie photovoltaïque, elle est aussi conforme aux estimations.

Le comportement des usagers permettra de réduire les consommations et les dépenses énergétiques. Le bâtiment sera peut-être alors considéré comme à « énergie positive ».

5 Vitres électrochromes

a. La réaction de formation du « bronze de tungstène » est une réduction car c'est un gain d'électrons. WO₃ oxydant.

b.



c. Ces vitrages permettent d'économiser sur la climatisation sans rien perdre au niveau de l'éclairage et du chauffage. Par conséquent, ils permettent de faire des économies d'énergie.

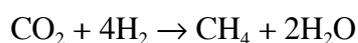
13 Valorisation du CO₂ par hydrogénation

a. Les conditions opératoires (catalyseur, température et pression) ne sont pas mentionnées.

b. Le méthanol est utilisé essentiellement dans la production de produits chimiques et comme combustible (carburant : pile à combustible au méthanol). C'est un bon solvant. Il est utilisé de plus en plus dans le traitement des eaux usées et dans la production du biodiesel.

Le méthanol intervient dans la production du formaldéhyde, de l'acide acétique et de toute une gamme de produits intermédiaires qui serviront à créer d'autres dérivés chimiques (estérification...). Ces dérivés sont utilisés dans un vaste éventail de produits dont le contreplaqué, les panneaux de particules, les mousses, les résines et les plastiques.

c. Méthode de Sabatier :



Une température et une pression élevées sont nécessaires, ce qui rend la synthèse coûteuse énergétiquement. Le catalyseur (nickel) est un métal rare et coûteux.

d. Cette synthèse du méthane nécessite de l'énergie électrique.

e. Le monoxyde de carbone permet de synthétiser des hydrocarbures autres que le méthane.