

Isolation thermique par l'extérieur (ITE) et acoustique d'une maison individuelle

Soucieux du réchauffement climatique de la planète, un particulier souhaite renforcer l'isolation thermique de sa maison afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

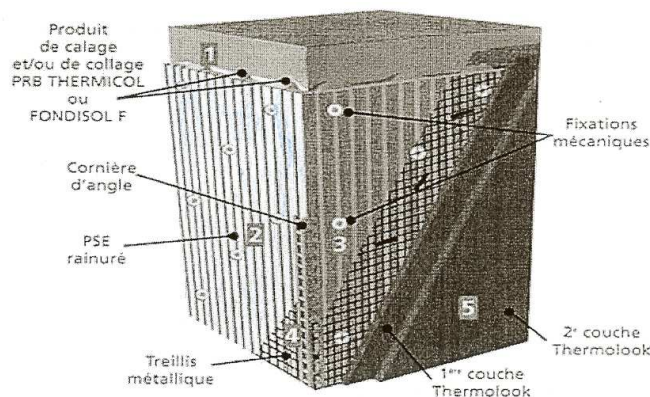
Il décide alors de consulter une entreprise d'aménagements et finitions.

D'après le diagnostic thermique réalisé lors de l'achat de la maison, les causes essentielles des pertes de chaleur sont dues à différents ponts thermiques.

Pour réduire ces pertes de chaleur, l'entreprise d'aménagement et finition propose un concept dit « mur manteau » : *Système PRB Thertmolook GM*.

Description du Système PRB Thertmolook GM :

C'est un système d'isolation thermique extérieur constitué d'un enduit épais à base de liant hydraulique en granulométrie GM (grains moyens) armé d'un treillis métallique (ou treillis en fibre de verre) et appliqué directement sur des plaques de polystyrène expansé, collées ou fixées mécaniquement par des chevilles sur le mur support.



Le mur existant avant l'isolation par l'extérieur (avant ITE) est constitué, de l'extérieur vers l'intérieur de la paroi, de :

- 2 cm de mortier d'enduit
- 20 cm de parpaing
- 4 cm de polystyrène expansé
- 5 cm de carreaux de plâtre

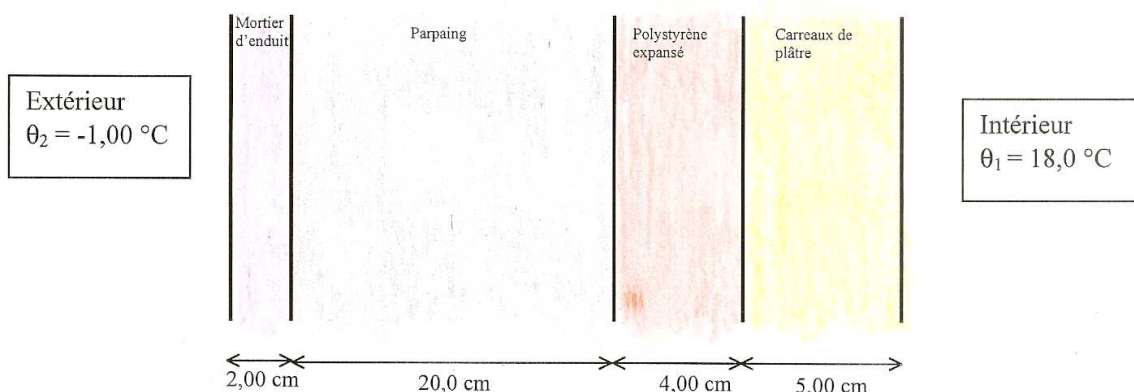
Données

- Conductivité thermique de différents matériaux λ

Nature du matériau	Polystyrène expansé	Mortier d'enduit	Parpaing	Carreaux de plâtre
λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	0,0390	1,15	1,15	0,350

- On prendra pour les calculs $r_{si} + r_{se} = 0,170 m^2.K.W^{-1}$

- Coupe schématique du mur avant ITE



Thermique

Données

- surface du mur à isoler : $S = 250 \text{ m}^2$
- températures intérieure et extérieure : $\theta_i = 18,0^\circ\text{C}$ et $\theta_e = -1,00^\circ\text{C}$

Etude du mur avant l'ITE

- 1) a- Calculer la résistance thermique surfacique r_1 du mur.
 - b- Calculer le flux thermique surfacique perdu à travers le mur.
- En déduire la puissance thermique perdue.

Etude thermique du mur après l'ITE

- 2) Quelle condition, sur le choix des matériaux, permet au particulier de bénéficier du crédit d'impôt dédié au développement durable ?

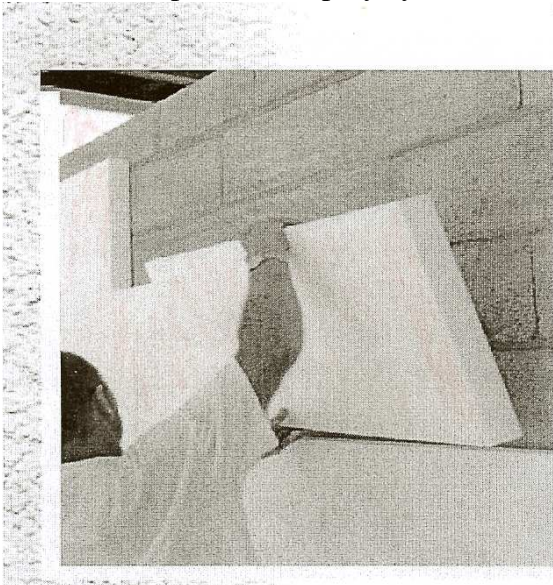
Données : caractéristiques thermiques des matériaux éligibles au crédit d'impôt

Matériaux d'isolation thermique des parois opaques	Caractéristiques et performances
Planchers bas et sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert Murs en façade ou en pignon	$r \geq 2,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Toitures terrasses	$r \geq 3,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Planchers de combles, rampants de toitures, plafonds de combles	$r \geq 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

3) Choix de l'épaisseur de l'isolant à utiliser pour l'ITE

- a- Calculer la résistance thermique surfacique du polystyrène à utiliser, sachant que la résistance thermique surfacique du mur, après rénovation, doit être au minimum de $2,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.
- (On prendra comme valeur r_h de la résistance thermique surfacique de l'enduit hydraulique : $r_h = 0,0200 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)

- b- En déduire l'épaisseur de polystyrène à utiliser.



Panneaux isolants :

- Panneaux en Polystyrène Expandé. $1,10 \text{ m}^2$ pour $1,00 \text{ m}^2$
- Dimensions des panneaux : $1,00 \times 0,50 \text{ m}$ ou $0,833 \times 0,60 \text{ m}$ en épaisseur de 40 à 300 mm.
- Classement de réaction au Feu : M1 PV n° RA 99-629
- Certification ACERMI : Certificat N° 01/B/81/633.

RESISTANCE THERMIQUE SURFACIQUE							
Epaisseur (mm)	40	60	80	100	120	150	200
r ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)	1.00	1.50	2.05	2.55	3.05	3.80	5.05

- c- Calculer le flux thermique surfacique perdu à travers le mur.
- En déduire la puissance thermique perdue.

4) Economie d'énergie

Donnée : la durée de chauffage sur une année est de 210 jours.

- a- Calculer l'économie d'énergie (en kWh) réalisée avec ITE sur une année.
- b- En déduire l'économie budgétaire réalisée par le particulier, sachant que le prix du kWh est de 0,08 €.

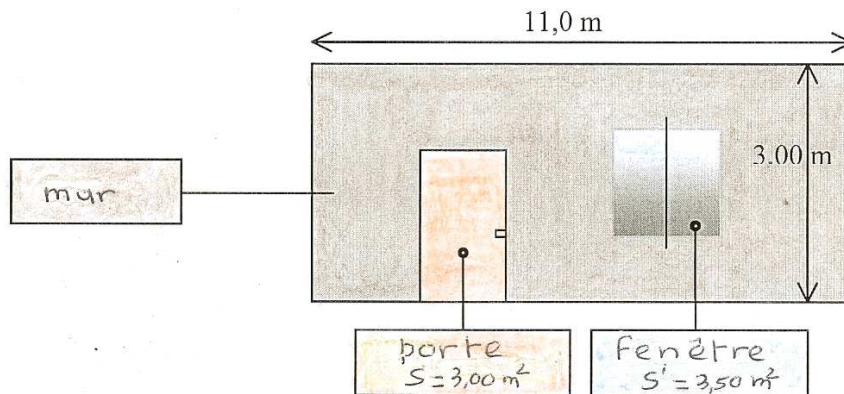
Acoustique

Les dimensions de la façade de la maison sont les suivantes :

Hauteur : $H = 3,00$ m et longueur : $\ell = 11,0$ m.

Cette façade est face à l'autoroute et la distance qui la sépare de l'autoroute est $d = 60,0$ m.

La façade comporte une porte et une fenêtre en double vitrage.



Données : indices d'affaiblissement acoustique R des éléments de la façade

Support	Mur avant ITE	Mur après ITE	Fenêtre	Porte
R (dB)	30,0	54,0	38,0	22,0

- 1) On s'intéresse à l'indice d'affaiblissement de la façade :
 - a- Calculer les indices d'affaiblissement de la façade avant et après l'ITE.
 - b- Qu'en déduisez-vous ?
- 2) On s'intéresse maintenant au niveau sonore devant la maison (côté autoroute).

On place pour cela un sonomètre à 10,0 m de l'autoroute, celui-ci indique 100 dB au passage d'un poids lourd que l'on assimilera à une source ponctuelle omnidirectionnelle.

 - a- Vérifier que la puissance acoustique émise par le poids lourd est d'environ 12,6 W.
 - b- Calculer alors le niveau sonore au niveau de la façade de la maison, située à 60,0 m de l'autoroute.

On veut obtenir, après ITE, un niveau sonore de 46,0 dB sur la façade intérieure de la maison.

 - c- Calculer l'atténuation acoustique de la façade.

Chimie organique : estimation de la taxe carbone relative au système de chauffage

Le système de chauffage utilisé pour chauffer la maison est une chaudière au fioul.

Le particulier veut estimer la taxe carbone qui serait due à l'utilisation de ce système de chauffage.

On admet que le fioul est assimilable à de l'heptane, de formule brute C_7H_{16} .

On va étudier la combustion du fioul dans la chaudière.

- 1) A quelle famille d'hydrocarbures appartient l'heptane ?
- 2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de combustion complète de l'heptane dans le dioxygène de l'air.

- 3) Calculer la masse d'heptane (en kg) consommée en un an, sachant que le volume total de fioul consommé est de 1500 L.
- 4) Calculer la masse molaire M de l'heptane (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$).

- 5) Calculer la quantité de matière (n), en mol, d'heptane consommé en un an.
- 6) En déduire la quantité de matière, en mol, de dioxyde de carbone produit par combustion en un an.
- 7) Déterminer la masse, en kg, de dioxyde de carbone produit en un an.
- 8) En déduire le montant de la taxe carbone que devrait payer le particulier, si cette dernière était fixée à 17,0 € par tonne de dioxyde de carbone rejeté.

Donnée

Masse volumique de l'heptane : $\rho = 780 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

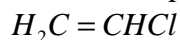
Chimie organique : étude des menuiseries

Actuellement la maison possède des menuiseries en bois qui reviennent chères et demandent de l'entretien.

On remplace ces menuiseries par des fenêtres et des portes fenêtres en PVC.

Ce matériau possède une faible conductivité thermique et en nécessite pas d'entretien.

On dispose d'un échantillon de PVC qui est un polymère obtenu par polyaddition de chlorure de vinyle (chloroéthène) dont la formule semi-développée est la suivante :



- 1) Donner la formule développée du chlorure de vinyle.
 - 2) Ecrire l'équation de la réaction de polymérisation du chlorure de vinyle.
 - 3) Calculer l'indice de polymérisation de cet échantillon si la masse molaire est de $12400 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- On admet que toutes les liaisons $C - C$ (*Carbone - Carbone*) sont alignés et que la longueur d'une liaison $C - C$ est environ de 10^{-10} m .
- 4) Quelle serait la longueur d'une molécule (macromolécule) de ce polymère ?