

# 1 Enveloppe

---



## Check-list

Page

### Étanchéité de l'enveloppe

Améliorer l'étanchéité des fenêtres et des entrées :

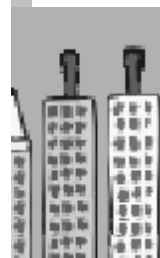
- 1.1. Améliorer l'étanchéité des châssis de fenêtre. 21
- 1.2. Assurer la fermeture des portes et fenêtres 23

### Isolation de l'enveloppe

- 1.3. Isoler les allèges derrière les radiateurs 25

### Protections solaires

- 1.4. Sensibiliser les occupants à l'utilisation des protections solaires 27



# 1 Enveloppe

---

# 1 Enveloppe

## 1 Améliorer l'étanchéité des châssis de fenêtre

### LA MESURE

- Refaire les joints entre les châssis de fenêtres et la maçonnerie.
- Placer (ou remplacer) des joints souples entre le dormant et l'ouvrant des châssis de fenêtres.

### L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

La diminution du taux d'infiltration du bâtiment de 0,1 vol/heure permet d'économiser de l'ordre de 6 kWh/an par m<sup>2</sup> chauffé.

### LA MISE EN OEUVRE

#### ◆ Refaire les joints entre les châssis de fenêtres et la maçonnerie

1. Retirer complètement le joint existant (y compris l'éventuel fond de joint), qu'il soit en mortier ou en mastic.
2. Nettoyer et dégraisser le joint, aussi bien côté châssis que côté mur.
3. Si l'espace vide est suffisant, réaliser un fond de joint en plaçant, par exemple, un préformé de bourrage à cellules fermées. L'injection de mousse de polyuréthane est déconseillée car c'est un matériau fortement expansif. Il se place donc difficilement, ce qui peut engendrer des détériorations comme des arrachements, ou des taches d'humidité.
4. Appliquer sur ce fond de joint un mastic élastique (thiokol, mastic polyuréthane ou mastic silicone) en veillant à assurer un bon contact avec, d'une part, le châssis, et d'autre part, le mur.

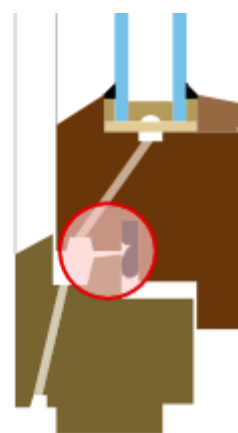


#### ◆ Placer (ou remplacer) des joints souples entre le dormant et l'ouvrant des châssis de fenêtres

Le joint peut être réalisé en mousse compressible, en néoprène ou en silicone épousant la forme des châssis. L'essentiel est que le joint soit continu et reste dans un même plan sur tout le pourtour de l'ouvrant.

Le joint se place généralement sur la frappe la plus intérieure de l'ouvrant ou éventuellement, pour les châssis plus récents (à trois frappes), sur la deuxième frappe.

Si un joint existe déjà mais qu'il est durci ou fissuré, il convient de le remplacer.



**⚠** S'il n'y a pas de ventilation organisée, et si de la buée apparaît de temps en temps sur les vitres (le phénomène apparaît plutôt avec du simple vitrage, dans des locaux fort occupés, dans un dortoir, par exemple), il n'est pas conseillé d'améliorer l'étanchéité des châssis : en diminuant la ventilation du local, on risque d'augmenter le taux d'humidité de l'air et donc d'amplifier le phénomène, avec des risques de tâches d'humidité persistantes, de champignons, etc.

Dans ce cas, pour améliorer la situation, il faudrait installer un système de ventilation mécanique réglable avant d'améliorer l'étanchéité des châssis.

# 1 Enveloppe

## 1 Améliorer l'étanchéité des châssis de fenêtre

### LA JUSTIFICATION

Le taux d'infiltration d'un bâtiment peut varier entre 0,3 vol/heure pour un bâtiment récent bien étanche, jusqu'à 1 vol/heure pour un bâtiment ancien très peu étanche.

S'il n'y a pas de ventilation mécanique organisée, ces infiltrations permettent la ventilation des locaux.

Par contre si une ventilation mécanique est organisée, l'air qui s'infiltré dans les locaux par les châssis (joints châssis/murs, joints entre ouvrant et dormant des châssis) génère une surconsommation : il n'est pas utile, il doit être réchauffé en hiver et refroidi en été pour être amené à la température ambiante.

Il convient donc de limiter ces infiltrations autant que possible.

#### Un ordre de grandeur des quantités d'énergie en jeu :

Considérons un bâtiment de 1000 m<sup>2</sup> ayant une hauteur sous plafond moyenne de 3 m. Le volume du bâtiment est donc de 3 000 m<sup>3</sup>.

Si l'amélioration des joints des châssis permet de diminuer le taux d'infiltration de 0,1 vol/heure, le débit d'air infiltré diminue de

$$0,1 \text{ vol/h} \times 3\,000 \text{ m}^3 = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cette diminution du débit d'air neuf introduit permet d'économiser, en période de chauffe, pour chaque m<sup>2</sup> chauffé :

$$300 \text{ m}^3/\text{h} \times 5\,800 \text{ h} \times 0,34 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K} \times (15^\circ - 6^\circ) / 0,84 \times 1\,000 =$$

$$6\,340 \text{ kWh/an}$$

où :

- 5 800 est le nombre d'heures de la saison de chauffe
- 0,34 Wh/m<sup>3</sup>.K est la capacité thermique de l'air.
- 15° est la température moyenne intérieure, tenant compte d'un abaissement nocturne et d'un apport équivalent de 3° par les apports "gratuits",
- 6° est la température moyenne extérieure hivernale dans le centre de la Belgique,
- 0,84 est le rendement de production et de distribution du chauffage.

Soit un équivalent de 635 litres de fuel par an, ou +/- 150 € par an si la chaleur est fournie par du combustible fuel à 0,24 €/litre.

# 1 Enveloppe

## 2 Assurer la fermeture des portes et fenêtres

### LA MESURE

- Sensibiliser les occupants à la fermeture des portes;
- Equiper les portes d'un dispositif assurant la fermeture automatique après passage;
- Eviter l'installation de climatiseurs avec fenêtre ouverte.

### LA RENTABILITE

Toute infiltration d'air par une porte ou fenêtre ouverte génère une consommation supplémentaire de chaleur en hiver, de froid en été. La quantité d'énergie gaspillée dépend de la grandeur d'ouverture, et du temps pendant lequel elle est ouverte.

Une ouverture permanente (une vitre cassée, par exemple) génère une consommation de chauffage de 1 500 € / m<sup>2</sup>/ an.

Ce type de gaspillage peut être évité à peu de frais!

### LA MISE EN OEUVRE

- **Sensibiliser les occupants à la fermeture des portes**

Cette sensibilisation peut être réalisée par des affiches, courriers, notes de service,...



*Exemple d'affiche de sensibilisation*

- **Équiper les portes d'accès d'un dispositif assurant la fermeture automatique après passage**



Ce type de dispositif sera intéressant pour les portes extérieures utilisées très fréquemment (porte d'entrée principale, par exemple); et particulièrement s'il y a beaucoup de passage de personnes étrangères au bâtiment (dans des administrations, par exemple).



# 1 Enveloppe

## 2 Assurer la fermeture des portes et fenêtres

- Eviter ce type d'installation :



Certains climatiseurs de local, installés dans l'urgence, évacuent la chaleur au condenseur en faisant passer soit le manchon d'air, soit les conduits de fluide frigorigène, par un coin de la fenêtre... qui de ce fait reste entrouverte !

Cette solution est peu onéreuse à l'installation, mais très peu efficace à l'utilisation : en été, comme un serpent qui se mord la queue, la climatisation se fatigue à refroidir l'air chaud ... dont elle a favorisé l'entrée par la fenêtre ouverte !

## LA JUSTIFICATION

Toute ouverture de porte ou de fenêtre génère une consommation supplémentaire : cet air extérieur qui entre dans le local et qui remplace de l'air à température ambiante doit être réchauffé en hiver et refroidi en été pour que la température intérieure soit maintenue.

### Exemple

Une porte reste entrouverte en permanence de 10 cm. La section de passage de l'air extérieur est d'environ  $0,10 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 0,2 \text{ m}^2$ .

Si on considère un passage d'air à la vitesse moyenne de 1 m/s, le débit d'air qui s'échappe par cette porte entrouverte est de

$$0,2 \text{ m}^3/\text{s} \times 3\,600 \text{ s/h} = 720 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ce débit d'air neuf inutile va entraîner une consommation hivernale de :

$$720 \text{ m}^3/\text{h} \times 1\,920 \text{ h} \times 0,34 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K} \times (15^\circ - 6^\circ) / 0,84 \times 1\,000 = 5\,035 \text{ kWh/an}$$

où :

- 1 920 est le nombre d'heures ouvrables pendant les 8 mois de la saison de chauffe
- $0,34 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K}$  est la capacité thermique de l'air.
- $15^\circ$  est la température moyenne intérieure, tenant compte d'un abaissement nocturne et d'un apport équivalent de  $3^\circ$  par les apports "gratuits",
- $6^\circ$  est la température moyenne extérieure hivernale dans le centre de la Belgique,
- 0,84 est le rendement de production et de distribution du chauffage.

Soit un équivalent de 500 litres de fuel par an, ou +/- 120 € par an si la chaleur est fournie par du combustible fuel à 0,24 €/litre.

# 1 Enveloppe

## 3 Isoler les allèges derrière les radiateurs

### LA MESURE

S'il y a des radiateurs en allège de fenêtre,

- placer un film isolant/réfléchissant derrière les radiateurs
- si les allèges sont vitrées, remplacer le vitrage par un panneau opaque isolé.

### L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Cette mesure est d'autant plus intéressante que l'isolation des murs au départ est médiocre voire nulle.

L'économie potentielle est de l'ordre de **200 kWh/an**, soit environ 5 €/an, par m<sup>2</sup> d'allège isolée derrière un radiateur, ce qui rentabilise rapidement l'investissement consenti.

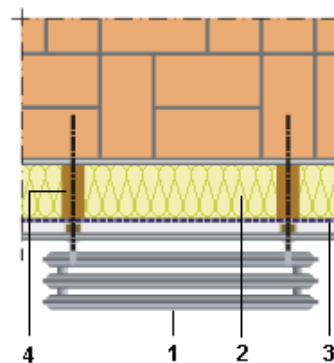
### LA MISE EN OEUVRE

S'il y a des radiateurs en allège de fenêtres, il est assez facile de coller une plaque isolante de faible épaisseur derrière les radiateurs. Un isolant d'une épaisseur de 2 cm apporte déjà une amélioration considérable!

Ce panneau isolant doit être recouvert d'un film pare-vapeur pour éviter la condensation de l'humidité de l'air entre l'isolant et la maçonnerie. Ce film pare-vapeur peut être un matériau réfléchissant (aluminium, par exemple), afin de renvoyer la partie radiative de l'émission du radiateur vers l'intérieur de la pièce.

Il faut laisser un espace de 3 cm entre le radiateur et la finition du mur. Si l'épaisseur de l'isolant est plus conséquente, le radiateur sera plus éloigné du mur, et les fixations des radiateurs doivent être renforcées.

Remarque : cette mesure concerne aussi les murs déjà isolés, mais elle est impérative pour les murs non isolés!



1. Radiateur
2. Isolant collé à la maçonnerie
3. Pare-vapeur
4. Fixations (éventuellement renforcées) du radiateur

Si les allèges sont vitrées, il est possible de remplacer le vitrage de l'allège par un panneau opaque isolé.

L'intervention sera d'autant plus intéressante s'il s'agit de simple vitrage.



# 1 Enveloppe

## 3 Isoler les allèges derrière les radiateurs

### LA JUSTIFICATION

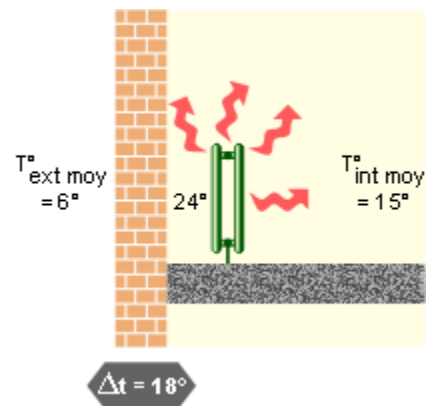
Entre le radiateur et le mur, la température est plus élevée que dans l'ambiance. On peut montrer que la perte de chaleur au travers d'une paroi extérieure est multipliée par 2 si elle se trouve derrière un radiateur. On a donc intérêt à augmenter l'isolation de cette partie de paroi.

#### Exemple

Un mur plein de 24 cm d'épaisseur (ancienne construction) situé derrière un radiateur de 1 m<sup>2</sup> perd sur la saison de chauffe :

$$2,6 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1 \text{ m}^2 \times (24 - 6) \text{ K} \times 5\,800 \text{ h/an} / 0,7 =$$

**388 kWh/an** soit 39 litres fuel ou m<sup>3</sup> gaz/an



où :

- 2,6 W/m<sup>2</sup>K est coefficient de transmission thermique (k) du mur de brique
- 24°C est la température moyenne intérieure au dos du radiateur durant la saison de chauffe
- 6°C est la température moyenne extérieure durant la saison de chauffe
- 5 800 h/an est la durée de la saison de chauffe
- 0,7 est le rendement global de l'installation de chauffage existante

Si on place un isolant de 2 cm au dos du radiateur, le coefficient de transmission thermique (k) du mur passe à 1,1 W/m<sup>2</sup>K et la perte devient :

$$1,1 \text{ W/m}^2\text{K} \times 1 \text{ m}^2 \times (24 - 6) \text{ K} \times 5\,800 \text{ h/an} / 0,7 = 164 \text{ kWh/an}$$

L'économie est donc de **224 kWh/an**, soit environ 22 litres de fuel ou 5 €/an par m<sup>2</sup> d'allège, ce qui rentabilise rapidement l'investissement consenti



# 1 Enveloppe

## 4 Sensibiliser les occupants à l'utilisation des protections solaires

### LA MESURE

Sensibiliser les occupants à

- utiliser les protections solaires extérieures plutôt que les stores intérieurs
- baisser les protections solaires dès le matin

### LA RENTABILITE

Les apports solaires dans un local peuvent s'élever jusqu'à 400 W par m<sup>2</sup> de vitrage pour un local orienté à l'ouest, par une journée ensoleillée de juillet.

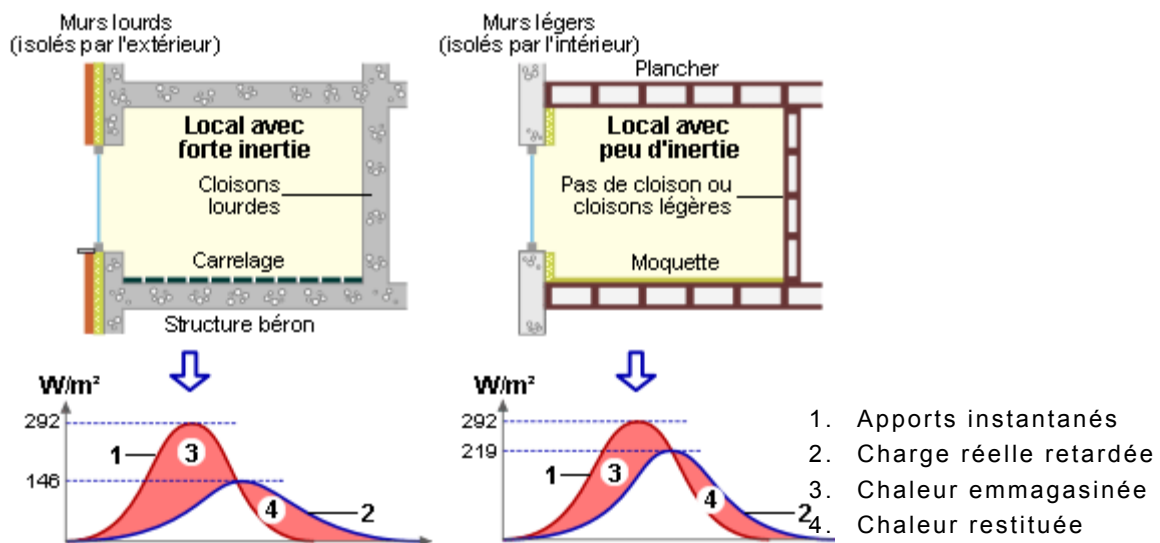
L'utilisation des protections solaires permet d'éviter (ou de limiter) ces apports et donc de diminuer, sans aucun investissement, la demande de froid du local.

### LA MISE EN OEUVRE

Rappeler aux occupants que :

- **les protections solaires extérieures sont plus efficaces que les stores intérieurs.** Ces derniers sont très efficaces pour éviter d'être ébloui par le soleil, mais ils laissent rentrer la chaleur contrairement aux stores extérieurs qui arrêtent une grande partie de la chaleur avant qu'elle ne pénètre dans le local.
- pendant les périodes chaudes, lorsque la climatisation fonctionne une bonne partie de la journée, ou, dans les bâtiments non climatisés, lorsqu'il fait trop chaud l'après-midi, il est conseillé de **baisser les stores extérieurs dès que le soleil frappe les fenêtres.**

En effet, le flux solaire ne contribue pas instantanément à l'élévation de la température ambiante d'un local. Il est d'abord absorbé par les matériaux constituant le local. Ensuite, au fur et à mesure de l'accumulation, la capacité d'absorption des matériaux diminue. Au début, la chaleur réellement cédée au local est donc nettement inférieure aux apports instantanés par ensoleillement. La chaleur cédée au local augmente ensuite progressivement pour devenir maximale au bout d'un certain temps. Lorsque l'ensoleillement a cessé, toute la chaleur emmagasinée par les parois est progressivement restituée.



Plus le bâtiment aura une grande inertie thermique, c'est-à-dire une structure lourde (pas de faux-plafond, pas de faux-plancher ni de moquette, cloisons intérieures lourdes plutôt qu'en plaques de plâtre), plus la chaleur cédée au local sera répartie dans le temps.

# 1 Enveloppe

## 4 Sensibiliser les occupants à l'utilisation des protections solaires

Si une bonne gestion manuelle des stores est efficace, elle a néanmoins ses limites :

1. La plupart des protections solaires ne peuvent rester baissées lorsqu'il y a trop de vent, elles risqueraient de se déchirer ou de s'abîmer.

Dans ces conditions, les protections doivent être remontées en fin de journée. Les bureaux orientés à l'ouest continuent donc à emmagasiner la chaleur apportée par le soleil en fin de journée, chaleur qui contribue à la surchauffe le lendemain matin.

2. Elle n'est efficace que lorsque l'occupant est présent dans son local. S'il est à l'extérieur pendant la matinée, il ne pourra protéger son local des apports solaires.

L'automatisation des protections solaires mobiles permet de suppléer à l'absence des occupants ou à leurs carences en matière de gestion des apports énergétiques extérieurs. Si elle peut être envisagée, cette solution est préférable à la gestion manuelle.

### LA JUSTIFICATION

Une partie de la consommation de refroidissement des locaux ou de l'inconfort lié à leur surchauffe est due aux apports solaires.

Certains bâtiments sont équipés de protections solaires extérieures efficaces pour se prémunir de ces apports solaires. Mais, lorsque leur gestion est manuelle, il faut que les occupants décident de les abaisser lorsque c'est nécessaire pour qu'elles soient efficaces.

Voici un ordre de grandeur de la puissance maximale des apports solaires pour 1 m<sup>2</sup> de vitrage clair (simple vitrage), par une journée ensoleillée de juillet (en W/m<sup>2</sup>) :

Orientation du vitrage	Puissance instantanée transmise au travers du vitrage	Puissance maximale restituée au local	
		Bâtiment léger	Bâtiment lourd
est	515	391	273
sud	187	182	143
ouest	515	396	288



Sachant que l'occupant d'un bureau à 22°C fournit 85 Watts de chaleur gratuite, les apports solaires dans un bureau orienté à l'est, munis de 2 m<sup>2</sup> de vitrage, sont équivalents à la présence de 7 à 9 personnes supplémentaires dans le local, selon l'inertie du bâtiment.