

<b>Zeitschrift:</b>	Ingénieurs et architectes suisses
<b>Band:</b>	106 (1980)
<b>Heft:</b>	26
<b>Artikel:</b>	Isolations thermiques poussées: problématique et adéquation à l'énergie utilisée
<b>Autor:</b>	Barde, Olivier
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-74001">https://doi.org/10.5169/seals-74001</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Isolations thermiques poussées

## Problématique et adéquation à l'énergie utilisée

par Olivier Barde, Carouge-Genève

Depuis quelques années, l'évolution du prix du pétrole et l'attention accrue apportée à la préservation de l'environnement ont, entre autres conséquences, conduit à considérer l'isolation thermique des immeubles sous un angle entièrement nouveau.

Sur le plan technique, la nouvelle rédaction de la Recommandation SIA 180/1 et la création de règlements introduisant le principe, sinon les modalités de l'isolation obligatoire ont créé une situation nouvelle, génératrice d'insécurité. Il est peu à peu apparu que l'isolation thermique n'était pas seulement liée à des données quantitatives, mais aussi à la qualité de sa conception et de son exécution. Face à ces problèmes nouveaux, peu de spécialistes vraiment qualifiés, d'où prolifération d'anecdotes plus ou moins fondées, relatant les déceptions de nombre de maîtres d'ouvrages: efficacité douteuse, dégradation rapide de bâtiments, coûts disproportionnés.

Après cette période l'exploration d'un ensemble de problèmes et de tâtonnements dans la recherche de solutions, le temps est venu d'une analyse plus nuancée, plus réaliste. Le praticien doit aujourd'hui se baser sur des expériences concrètes, compléments indispensables des leçons de la théorie. L'article qui suit éclaire mieux le rôle important de réflexions pragmatiques dans la conception de l'isolation thermique des immeubles en relation avec l'installation de chauffage.

### Rédaction

#### 1. Isolation poussée des éléments de l'enveloppe

##### 1.1 Définition des isolations poussées

Etablissons tout d'abord une distinction entre l'isolation des éléments de l'enveloppe d'une construction (par exemple les murs, la toiture ou les fenêtres) et l'«isolation» de la construction elle-même. Dans ce dernier cas, des mesures complémentaires sont prises, notamment en ce qui concerne le renouvellement de l'air.

A propos d'isolation thermique, on trouve souvent dans la littérature technique des graphiques basés sur le coefficient  $k$  et dont l'échelle correspondante se présente comme le montre la figure 1.

Pour les petites valeurs du coefficient  $k$ , cette présentation n'est pas réaliste et il faut introduire les «résistances thermiques totales» (inverses des coefficients  $k$ ).

La même échelle devient donc, avec l'indication complémentaire, celle de la figure 2.

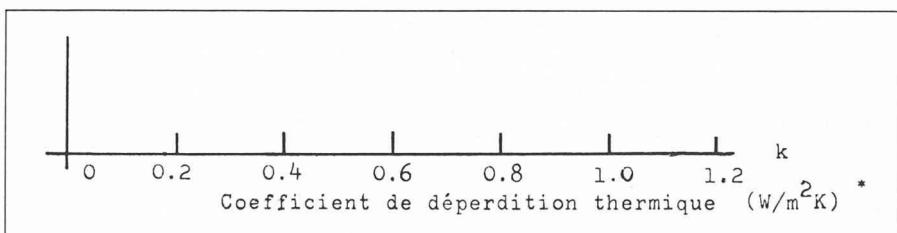


Fig. 1. — Echelle du coefficient  $k$  ( $k$  correspond à  $C^\circ$  de l'ancienne notation).

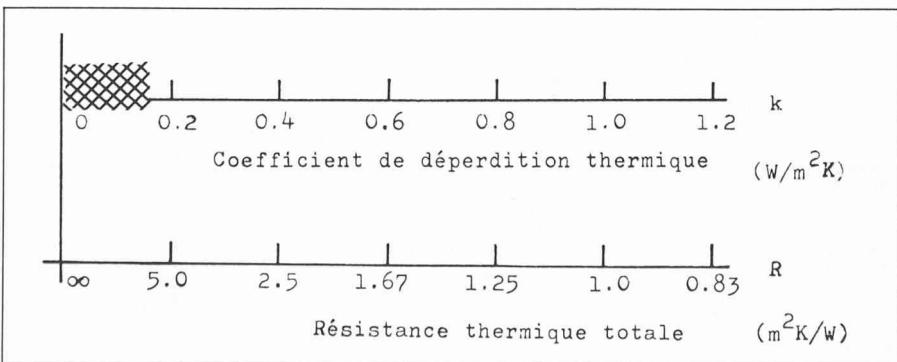


Fig. 2. — Comparaison entre l'échelle du coefficient  $k$  et celle des résistances thermiques  $R$ .

### Résumé

Le renforcement des exigences d'isolation thermique prescrit par la SIA ainsi que les mesures visant à créer des surfaces vitrées plus grandes, notamment au sud, vont conduire à des épaisseurs d'isolant importantes.

Il s'agit de savoir jusqu'à quel point la chose est possible et si ces exigences poussées sont justifiées.

Une distinction doit être faite entre une isolation poussée visant à réduire la puissance des installations de chauffage et une isolation qui serait telle que les consommations annuelles de combustibles soient réduites à un minimum. Contrairement à ce que l'on croit généralement, ces deux isolations ne sont pas forcément identiques. Il s'agit donc de choisir la plus adéquate, en fonction de l'énergie utilisée.

Cette recherche est faite selon des critères purement techniques et elle permet une approche du dimensionnement de l'isolation différente de celle des calculs dits «économiques».

En reportant en abscisse les résistances thermiques, on obtient le diagramme de la figure 3.

Nous appellerons *isolations poussées* celles qui correspondent à des coefficients  $k$  entre 0,4 et 0,2 ( $\text{W/m}^2 \text{K}$ ) et *hyperisolations* celles qui correspondent à des coefficients  $K < 0,2$  ( $\text{W/m}^2 \text{K}$ ).

A l'heure actuelle, les règlements en Suisse et dans certains pays étrangers, où les conditions de climat sont équivalentes, conduisent à des coefficients de déperdition thermique minimaux de l'ordre de:

$$k = 0,6 \text{ à } 0,4 \text{ (W/m}^2 \text{K)}$$

que nous pourrons appeler *isolation normale* correspondant à des épaisseurs d'isolant de 6 à 8 cm, exceptionnellement 10 cm.

#### 1.2 Réalisation théorique des isolations poussées

Pour une paroi courante, à laquelle on ajoute (à l'extérieur ou à l'intérieur) un isolant spécifique<sup>1</sup>, on trouve les valeurs indicatives de la figure 4.

Il suffit donc, théoriquement, de prévoir des épaisseurs d'isolant plus fortes pour obtenir des isolations poussées, voire des hyperisolations. Cela ne va cependant pas sans soulever certaines difficultés, que nous allons essayer de cerner.

Elles sont pratiquement toutes liées à la position de l'isolant<sup>2</sup>, qui peut être à l'intérieur ou à l'extérieur de la construction.

Lorsque l'isolant est placé à l'intérieur d'une construction, il se crée des discontinuités appelées «ponts thermiques».

<sup>1</sup> Avec un coefficient de transmission  $\lambda = 0,04$  ( $\text{W/m K}$ ) environ.

<sup>2</sup> Si l'isolation est répartie (par exemple béton léger), les problèmes se posent différemment.

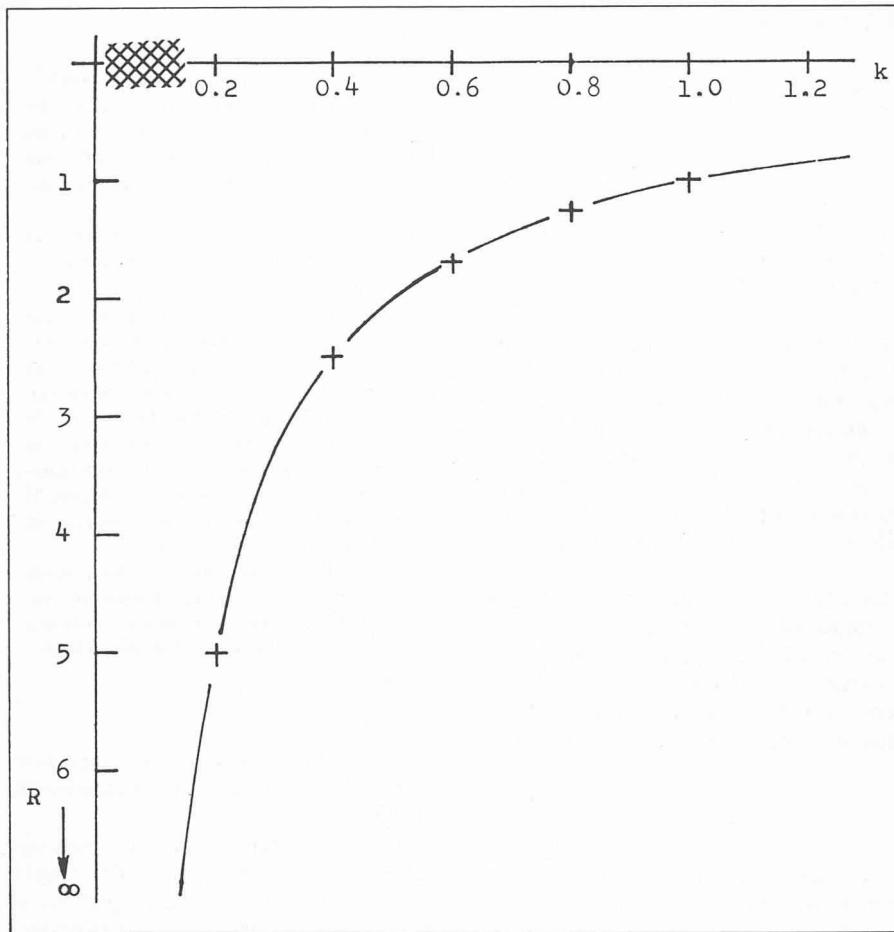


Fig. 3. — Relation entre le coefficient  $k$  et la résistance thermique. On remarque que certaines isolations ne sont simplement pas réalisables en pratique.

	Epaisseur de l'isolant (cm)	Coefficient $k$ de déperdition environ: (W/m <sup>2</sup> K)
Isolation normale	6	0,50
	8	0,40
Isolation poussée	10	0,35
	12	0,30
	16	0,22
Hyperisolation	20	0,18
	30	0,12

Fig. 4. — Influence de l'isolation sur le coefficient de déperdition thermique.

### 1.3 Influence des ponts thermiques

La réalité des «pertes singulières» dues à des discontinuités de la construction, lorsqu'elle n'est pas recouverte par l'isolant (appui des dalles, murs de refends, etc.), que l'on appelle «ponts thermiques», n'est pas encore suffisamment reconnue<sup>3</sup>.

Les analyses thermographiques que l'on peut maintenant faire facilement illustrent ces déperditions de façon très explicite.

Il était possible de négliger ces pertes dans les constructions anciennes en maçonnerie épaisse et lourde.

Il peut encore être concevable de ne pas en tenir compte avec des «isolations normales». Par contre, il n'est simplement pas possible de parler d'«isolation poussée» sans en calculer l'incidence.

Un seul exemple devrait illustrer ce propos:

Soit le «pont thermique» constitué par l'appui d'une dalle. Avec une isolation extérieure (fig. 5), la déperdition par le

pont thermique correspond à celle de la partie courante du mur. Il suffit donc de compter la paroi en plein. Par contre, avec une isolation intérieure (fig. 6), la déperdition par mètre courant de pont thermique correspond dans ce cas à celle de 2 m<sup>2</sup> de la partie courante de la façade! Pour les cas usuels, le coefficient  $k$  de la façade devient, en introduisant les tranches de murs et de dalle<sup>4</sup>:

$$k \text{ effectif} = 1 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

en lieu et place du coefficient nominal  
 $k \text{ paroi} = 0,3 \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$

Cet exemple montre à l'évidence qu'il n'est pas possible de parler d'isolation poussée sans introduire les ponts thermiques.

### 1.4 Prise en compte de l'inertie thermique

Il est maintenant généralement admis que le coefficient  $k^5$  de déperdition de l'enveloppe n'est plus suffisant pour qualifier le comportement thermique d'un bâtiment. Pour aborder cette «analyse dynamique», nous commencerons par établir une distinction entre:

- les caractéristiques d'inertie thermique d'une paroi, c'est-à-dire l'aptitude à transmettre et à amortir les variations extérieures de température et de rayonnement solaire;
- la capacité de stockage interne de chaleur, qui fait intervenir non seulement la paroi extérieure mais aussi tous les constituants du local.

<sup>3</sup> Seule la France y attache une grande importance. Les publications DTU-K77 permettent de chiffrer ces déperditions.

<sup>4</sup> Il n'est cependant pas évident que les formules françaises s'appliquent exactement avec des épaisseurs d'isolants très grandes.

<sup>5</sup> Souvent maintenant appelé  $K \infty$ .

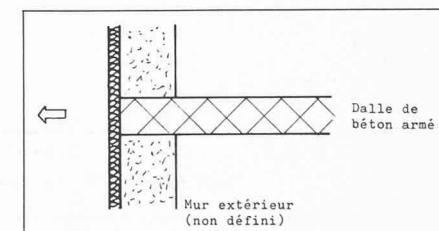


Fig. 5. — Situation avec l'isolation extérieure.

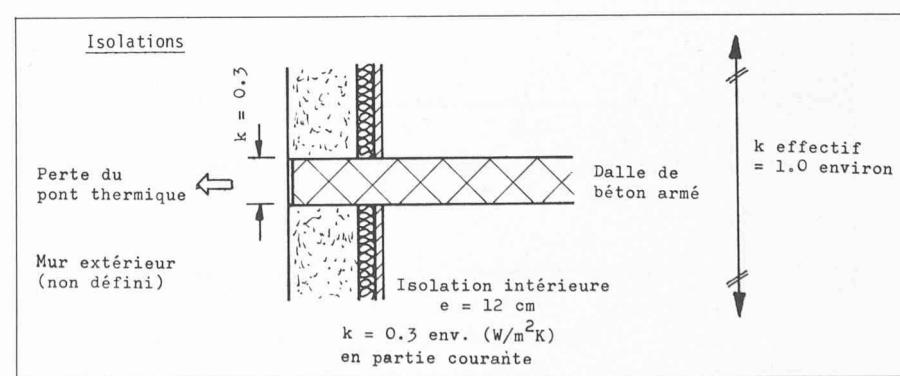


Fig. 6. — Prise en compte du pont thermique constitué par la dalle.

### a) Caractéristique d'inertie thermique d'une paroi

Ce n'est que depuis quelques années que divers chercheurs ont publié des résultats dans ce domaine. On ne dispose pas encore d'une méthode générale admise par tous.

L'action d'une paroi sur une sollicitation extérieure s'exerce de deux façons. Le schéma de la figure 7 en donne une représentation.

L'amplitude extérieure ( $A$ ) de la sollicitation se retrouve à l'intérieur ( $a$ ), diminuée dans une certaine proportion. On appelle *amortissement d'amplitude* le rapport

$$v = \frac{\text{Amplitude extérieure}}{\text{Amplitude intérieure}} = \frac{A}{a}$$

L'heure où la sollicitation à l'intérieur est maximale est décalée par rapport à l'heure où la sollicitation était maximale à l'extérieur. On appelle *déphasage* cette différence de temps.

Diverses méthodes permettent de calculer ces valeurs, que l'on appelle «valeurs caractéristiques de l'inertie thermique d'une paroi». C'est l'amortissement d'amplitude  $v$  qui donne les indications les plus utiles.

L'exemple de la figure 8 illustre ces constatations.

En calculant selon Heindl, pour une paroi courante en béton local non thermostaté, on trouve:

Isolation Amortissement intérieure	Isolation extérieure
d'amplitude	$v = 30$

$$v = 110$$

Une comparaison peut être faite avec un mur témoin en maçonnerie de pierre, de 50 cm d'épaisseur, que l'on retrouve dans toutes les constructions anciennes (fig. 9).

On peut constater:

- la grande importance que prend la position de l'isolant;
- les valeurs d'amortissement très importantes atteintes avec les isolations poussées, notamment extérieures.

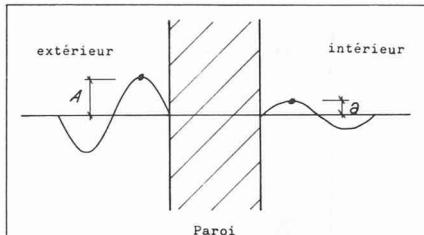


Fig. 7. — Schéma de l'amortissement d'amplitude.

### b) Capacité de stockage de la chaleur dans le local

Pour le mur formant enveloppe, il est évident que l'isolation extérieure permet de bénéficier de toute la masse pour accumuler la chaleur et former ainsi un volant de régulation.

Par contre, tous les éléments du local (murs de refend, plafond et dalle) pour autant qu'ils ne soient pas revêtus, contribuent aussi à cet effet. L'action du mur extérieur peut donc n'être que secondaire<sup>6</sup>.

C'est par des considérations concernant l'inertie thermique que l'on pourra déterminer la faculté de bénéficier des apports extérieurs et obtenir ainsi des constructions économiques au point de vue consommation de combustible.

#### 1.5 Autres problèmes liés aux isolations poussées

La mise en œuvre d'épaisseurs importantes d'isolant pose un certain nombre de problèmes qui ne sont pas résolus à l'heure actuelle.

Tout d'abord, on ne sait pas dans quelle mesure l'hypothèse de l'addition proportionnelle des déperditions est vérifiée en pratique. En d'autres termes, est-il possible de compenser une paroi vitrée ( $k = 3$ ) par une paroi munie d'une isolation poussée ( $k = 0,3$ )?

A partir d'une certaine épaisseur, le gain marginal en énergie peut ne plus compenser l'énergie nécessaire à l'obtention de l'isolant lui-même.

En ce qui concerne les toitures, les isolations poussées présentent peu de problèmes d'exécution et sont déjà appliquées dans certains cas. Il faut faire la distinction entre les toitures avec inertie thermique (par exemple les dalles en béton) et celles sans inertie (toitures en tuiles).

Les fabricants de vitrages s'efforcent d'améliorer le coefficient  $k$  de ceux-ci avec, par exemple, des triples vitrages. On a tendance à oublier que la conséquence en est une diminution notable des apports dus au rayonnement solaire. A un vitrage très isolant correspondent des apports réduits et le bilan peut ne pas être positif. On voit dans ce cas que la recherche d'une isolation poussée n'est pas forcément concomitante à une consommation moindre.

Les vitrages teintés ont été développés pour diminuer la charge thermique des

locaux climatisés. Il est donc hors de question de les utiliser pour les bâtiments d'habitation courants. Par contre, un double système de protection solaire est hautement souhaitable, avec une protection intérieure pour l'hiver (effet de serre) et une protection extérieure pour assurer un climat satisfaisant en été.

## 2. «Isolation thermique» de la construction elle-même

### 2.1 «Isolation thermique» de la construction elle-même

Nous avons établi, au début de cet article, une distinction entre l'isolation des éléments de l'enveloppe (mur, toiture, fenêtres) et l'«isolation» de la construction elle-même. C'est sans doute par un abus de langage que l'on en est venu à parler de façon générale de «renforcer l'isolation» d'un bâtiment au lieu de mentionner les «mesures visant à réduire les consommations d'énergie». Il est bien entendu que, si l'on veut améliorer thermiquement une construction, on peut commencer par examiner l'enveloppe, comme nous l'avons vu ci-dessus. Il existe cependant toute une série d'autres mesures pour atteindre le but visé.

#### Contrôle du renouvellement d'air

Cet aspect très important est encore sous-estimé. L'«étanchéité à l'air» n'est mentionnée que pour les vitrages. Dans les autres cas elle est sous-entendue. La pratique montre qu'il s'agit souvent du défaut principal de beaucoup de constructions.

On sait aussi maintenant qu'il n'est pas souhaitable, pour des raisons d'hygiène, de réduire l'apport d'air frais en dessous d'un certain taux (0,5 à 0,7 volume à l'heure). Par contre on ne sait pas encore comment assurer cet échange en toute circonstance, sans devoir recourir à la coûteuse solution du double flux de ventilation.

#### Amélioration de l'installation de chauffage

Il n'entre pas dans le cadre de cet article d'énumérer les nombreux aspects de cette question. Notons cependant que l'expérience montre — à l'évidence — qu'il s'agit du point le plus important, à traiter en priorité si l'on veut assainir thermiquement une construction dans le but de réduire les consommations.

#### Récupération de la chaleur sur l'air extrait

Un système de récupération de la chaleur sensible de l'air extrait est un aspect important d'une recherche d'«isolation» poussée. Il sous-entend l'introduction d'une ventilation à double flux et fournit un argument supplémentaire pour ce dispositif que nous venons de mentionner à propos du renouvellement d'air.

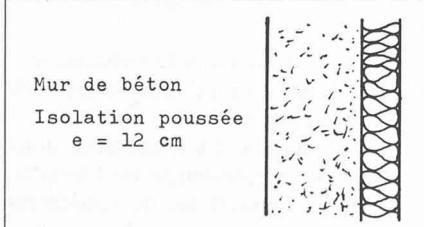


Fig. 8. — Isolation poussée d'un mur de béton.

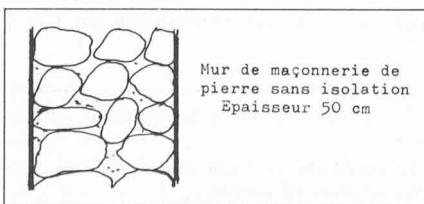


Fig. 9. — Mur de maçonnerie à l'ancienne ( $v = 12$ ).

6 Par exemple avec une façade sud très vitrée.

### Introduction du pompage thermique

Lorsqu'il est possible de tirer de l'environnement (voire d'y stocker) de la chaleur «gratuite», l'introduction d'une pompe thermique peut permettre une certaine économie d'énergie.

### 2.2 Coefficient «G» de déperdition

En appliquant à une construction donnée (existante ou en projet) les différentes mesures d'«isolation thermique» que nous avons mentionnées concernant les déperditions, on peut calculer ce coefficient en divisant la somme des déperditions spécifiques (compris le renouvellement d'air) par le volume.

Somme des déperditions spécifiques =

$$\sum k \cdot A + n \cdot V \cdot c_{\text{air}} \quad [\text{W/K}]$$

avec:

$k$  = coefficient de déperdition

$A$  = surface de l'enveloppe

$n$  = nombre de renouvellement d'air par heure ( $\text{h}^{-1}$ )

$V$  = volume du bâtiment  $\text{m}^3$

$C_{\text{air}}$  = chaleur spécifique de l'air =  $0,34 \text{ Wh/K m}^3$

Coefficient de déperdition volumique

$$G = \frac{\sum \text{déperditions spécifiques}}{\text{volume de la construction}} \quad (\text{Unité: W/m}^3 \cdot \text{K})$$

### 2.3 Détermination de la puissance à installer

La puissance nécessaire pour l'installation de chauffage peut alors être directement déterminée par l'introduction — bien connue — de l'écart maximal de température du lieu et du volume de la construction. Les différents coefficients de majoration et minoration seront introduits par le thermicien (fig. 10).

Il est donc toujours possible, en fonction d'une situation donnée (bâtiment existant ou étude d'un projet), de modifier certains éléments pour améliorer le coefficient  $G$  et d'obtenir ainsi une puissance plus faible.

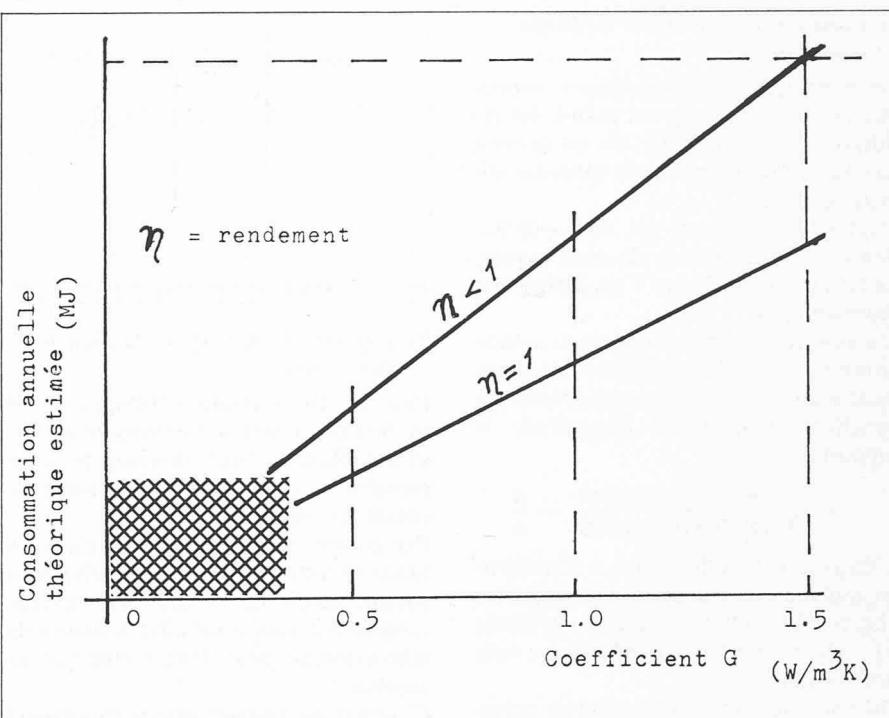


Fig. 11. — Détermination théorique de la consommation annuelle de combustible.

La question qui se pose est de savoir dans quelle mesure les moyens utilisés vont aussi réduire la consommation de combustible.

### 2.4 Détermination de la consommation de combustible

On peut estimer la consommation de combustible pendant une année en utilisant la formule suivante, qui fait intervenir les degrés-jours<sup>7</sup>, le volume du bâtiment et le rendement de l'installation de chauffage<sup>8</sup> (fig. 11).

Consommation annuelle estimée =

$$Q = \frac{G \cdot V \cdot DJ \cdot 24}{v \cdot P_c} \quad [\text{MJ}]$$

avec:

$v$  = rendement de l'installation

$P_c$  = pouvoir calorifique.

Les thermiciens utilisent généralement une formule empirique basée sur la

puissance installée et un nombre d'heures de marche à plein régime. La toute nouvelle Recommandation SIA 180/3 «Détermination de la consommation» est aussi une approche théorique. De toute façon la courbe des consommations, estimée par rapport à la puissance spécifique, a toujours l'allure donnée par la figure 11.

Qu'en est-il en réalité?

Depuis quelques années que l'on analyse les consommations effectives des bâtiments existants et que l'on observe les résultats de mesures d'amélioration thermique<sup>9</sup>, on s'aperçoit que l'allure de la courbe est sans doute différente et qu'elle est beaucoup plus aplatie. Il est prématûr de tirer des conclusions, mais on peut penser qu'elle se rapproche du schéma de la figure 12 que l'on peut admettre comme modèle.

Le résultat d'une amélioration thermique, au point de vue des consommations, peut maintenant se représenter comme montré par la figure 13.

Soit:

- A — la situation avant l'amélioration
- B — la situation avec l'amélioration de l'enveloppe
- C — la situation d'arrivée, avec amélioration simultanée de l'installation de chauffage, du rendement  $\eta_1$  au rendement  $\eta_2$  (plus grand!).

L'amélioration de l'enveloppe a réduit le coefficient  $G$  de la valeur  $G1$  à la valeur  $G2$  et la consommation de  $C1$  à  $C2$ .

<sup>7</sup> Somme des écarts de température journalière.

<sup>8</sup> Le problème de l'eau chaude ne sera pas évoqué dans cet article.

<sup>9</sup> Voir notamment les publications de la SAGES, citées dans la bibliographie.

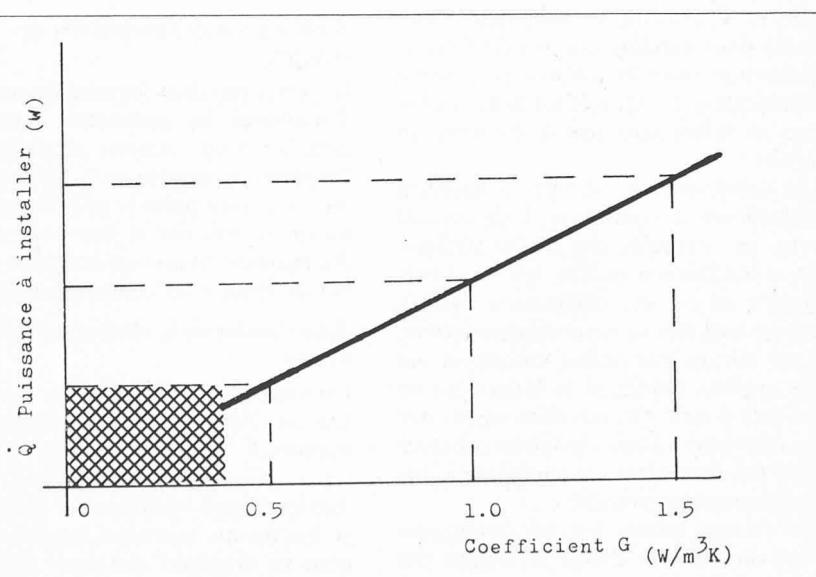


Fig. 10. — Détermination de la puissance de chauffage à installer:  $Q = G \cdot V \cdot \Delta T$  (en W).

L'amélioration de l'installation a réduit la consommation de la valeur  $C_2$  à la valeur  $C_3$ .

On illustre ainsi le fait connu que le gain dû à l'amélioration de l'enveloppe est souvent plus faible que celui dû à l'amélioration du chauffage!

### 3. Adéquation de l'isolation au genre de combustible utilisé

#### 3.1 Considération concernant le modèle de la courbe de consommation effective

Revenons à notre modèle d'une courbe aplatie, pour un coefficient de rendement de l'installation donné (fig. 14).

Il est encore possible de diminuer la consommation annuelle en introduisant des moyens «actifs» de substitution de l'énergie. Vu le faible rendement de ceux-ci, il est bien entendu qu'ils ne peuvent être mis en action que si une «isolation» poussée est elle-même donnée au bâtiment. C'est donc dans la partie gauche de notre courbe que cette diminution sera apparente.

En ce qui concerne les «moyens passifs», c'est déjà leur action qui fait que la courbe est très aplatie. Des gains supplémentaires sont peut-être possibles, dans la partie droite de la courbe.

On peut maintenant superposer le modèle de la courbe des consommations effectives avec la courbe des consommations estimées, dont l'allure est parallèle à la courbe de puissance (fig. 15).

On remarque que, pour les coefficients  $G$  correspondant à une isolation peu poussée, il y a une grande différence entre la consommation effective et la consommation estimée. Cette partie correspond à une puissance relativement grande.

Dans la partie centrale du diagramme, la consommation réelle se rapproche de la consommation estimée et la puissance est réduite.

La partie de gauche est indiquée en pointillés, car on ne connaît pas encore assez d'exemples des consommations de construction très isolées. Par contre, la puissance installée est minimale.

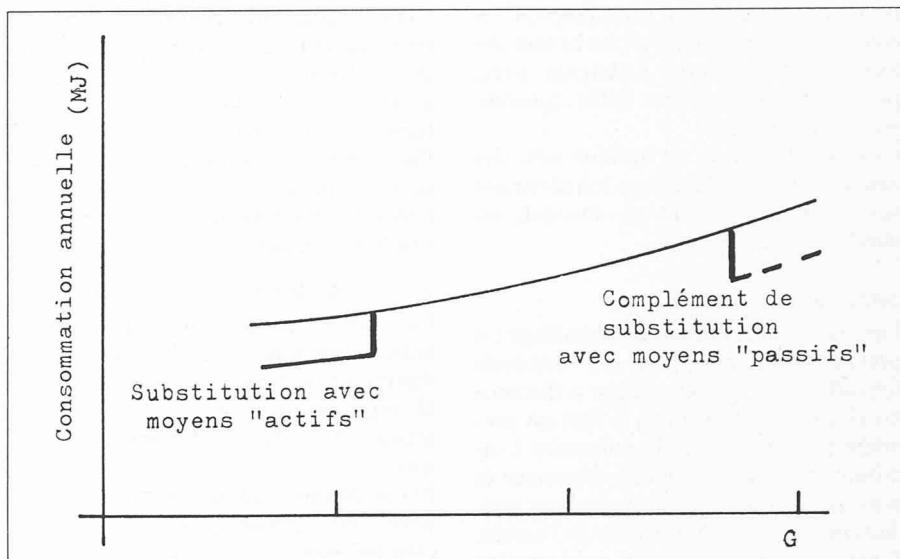


Fig. 14. — Influence des mesures prises sur la consommation effective.

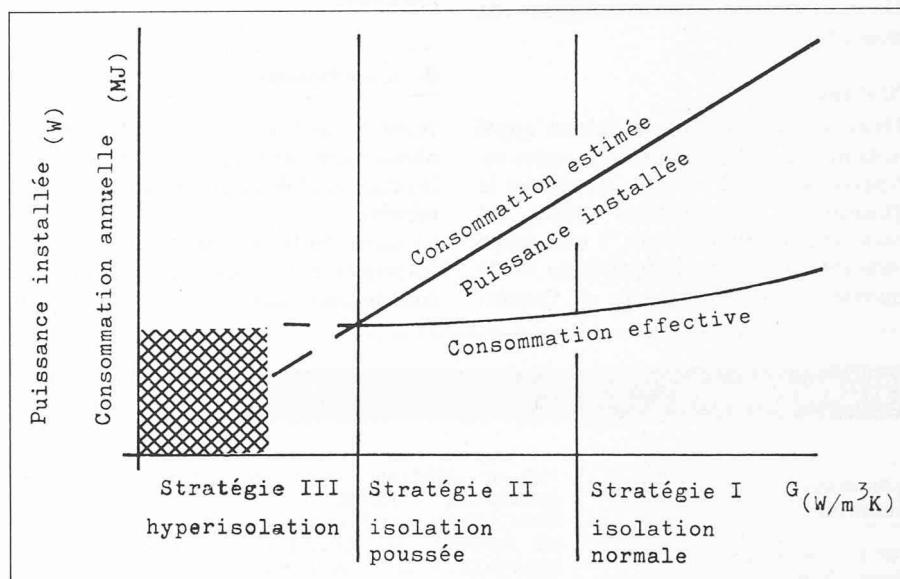


Fig. 15. — Comparaison entre courbes de consommation estimée et de consommation réelle: stratégies à adopter.

#### 3.2 Stratégie d'isolation: adéquation au genre de combustible utilisé

Le schéma de la figure 15 permet de distinguer trois stratégies d'isolation.

##### Stratégie n° 1

Une «isolation» relativement faible permet une recherche de consommation annuelle minimale aux dépens de la

puissance. Celle-ci n'a qu'une importance financière relativement secondaire, compte tenu de la durée de vie de la construction<sup>10</sup>.

On peut donc admettre des déperditions relativement grandes pendant les «nuits

<sup>10</sup> En d'autres termes, pour une villa, une installation de 30 000 Kcal/h ne coûte guère plus cher qu'une de 20 000 Kcal/h.

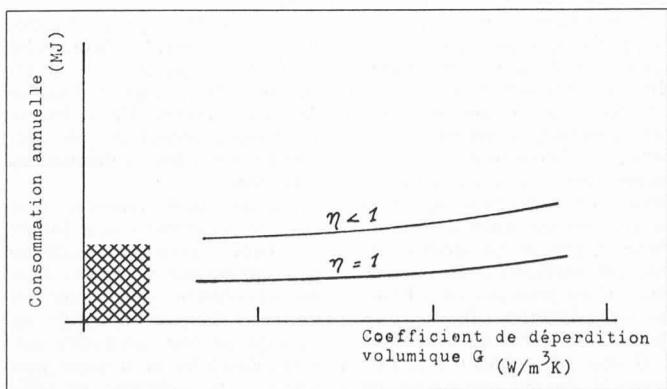


Fig. 12. — Consommation annuelle de combustible observée.

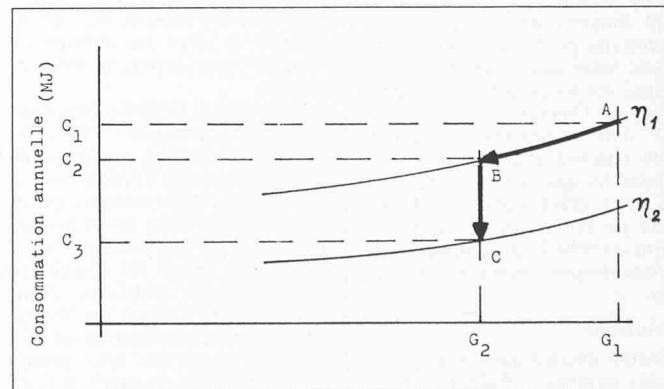


Fig. 13. — Consommation annuelle avant et après une amélioration thermique.

froides de décembre», pour pouvoir, en contrepartie, bénéficier d'une bonne utilisation des apports extérieurs avec, pour conséquence, une faible consommation annuelle.

Ce type d'isolation est indiqué avec des installations de chauffage fonctionnant sur stock, c'est-à-dire au mazout, au charbon ou au bois.

### Stratégie n° 2

Lorsqu'une installation de chauffage est prévue avec un apport par conduite (chauffage au gaz, chauffage à distance ou chauffage électrique), il faut en première priorité réduire la puissance à un minimum, afin de pouvoir alimenter le plus grand nombre d'installations pendant la période la plus froide de l'année. Cette isolation poussée a évidemment pour conséquence de réduire les apports extérieurs, d'où la courbe très aplatie. Dans ce cas, on parle d'isolation « de puissance ».

### Stratégie n° 3

Dans des cas particuliers, faisant appel notamment à des sources d'énergies renouvelables, il est essentiel de réduire la puissance à un minimum absolu. On peut penser, par exemple, à une ferme utilisant du biogaz, disponible en faible quantité, mais tout au long de l'année.

Cette isolation très poussée (hyperisolation) va sans doute pratiquement supprimer les apports extérieurs et conduire à des consommations effectives supérieures à celles estimées.

Par contre, la faible puissance nécessaire permettra de s'affranchir d'un apport extérieur pendant la période la plus froide de l'année.

### 3.3 Considérations économiques

Les calculs économiques utilisés actuellement ont pour hypothèse un régime thermique stationnaire de déperdition. Ils négligent presque tous les apports extérieurs et l'influence de l'inertie thermique.

Nous pensons qu'une approche différente est possible, en visant une consommation annuelle minimale et tout en respectant des contraintes de dimensionnement de l'installation de chauffage.

## 4. Conclusions

Nous avons tenté, au cours de cette démonstration, de rapprocher la théorie et la pratique et de discerner nos véritables intérêts.

La chose est relativement facile avec les constructions telles que nous les connaissons actuellement. On peut

comparer les consommations que nous estimons et celle que nous trouvons en réalité, en prenant la peine d'établir des statistiques.

Par contre, la chose est beaucoup plus difficile avec les constructions où la recherche d'économie est poussée à l'extrême. Nous n'avons donc pu proposer qu'une hypothèse pour ce cas.

Cette approche nouvelle du dimensionnement de l'«isolation» devrait permettre d'obtenir, sous certaines conditions, une consommation annuelle minimale. Celle-ci peut ne pas dépendre du coût de l'énergie, ni de celui de l'isolation.

### Bibliographie

Pour l'isolation thermique:

H. H. HAURI, *Praktische Berechnung des instationären Wärmeflusses durch ein- und mehrschichtige Wände*, Institut für Hochbautechnik ETH, Zurich.

Pour les consommations d'énergie, voir les publications de la SAGES, Secrétariat ETH, Rämistrasse, Zurich.

### Adresse de l'auteur:

Olivier Barde, ing. EPF-SIA  
Conseil en thermique de la construction  
Boulevard des Promenades 4  
1227 Carouge-Genève

## Bibliographie

### Connaissance des énergies du bâtiment

par C. Gaillard. 1 vol. A4 de 112 pages. Editions Salubritis, Genève 1980. Prix: relié Fr. 38.—.

Cet ouvrage est le quatrième d'une série consacrée aux techniques du bâtiment. Ces livres sont d'une conception nouvelle: on a remplacé, partout où c'était possible et indiqué, un texte fastidieux par des dessins clairs et précis. Tous les tableaux et schémas ont été établis sur la base des normes les plus récentes.

La crise du pétrole, avec la menace de paralysie qu'elle fait planer sur les pays consommateurs, alerte d'autant plus l'opinion publique qu'elle touche aux importants secteurs de l'habitation et des moyens de transport. Personne ne peut rester indifférent, dans notre pays, aux débats engagés sur les possibilités de production d'énergie.

Ce livre permettra de trouver une réponse claire et précise à toutes les questions qui peuvent se poser, grâce à plus de 200 dessins de construction, dont certains à l'échelle, accompagnés de textes simples, directs et condensés.

### Sommaire

Besoins énergétiques; énergie solaire; pompes à chaleur; biogaz, biométhane; énergie éolienne; les différents gaz; notions de cal-

culs de chauffage; cheminées (généralités); chauffage à distance; énergie et électricité; énergie nucléaire; les installations électriques; les économies d'énergie; planification énergie et sanitaires.

### Guide des comités d'hygiène et de sécurité

par J. Boisselier et G. Boué. — Un vol. 15,5 x 24 cm, broché, 256 pages. Edit. d'organisation, Paris 1980.

L'efficacité de la lutte contre les accidents du travail et des maladies professionnelles passe par le bon fonctionnement du Comité d'hygiène et de sécurité, obligatoire dans les entreprises industrielles et agricoles de plus de 50 salariés et dans les entreprises commerciales de plus de 300 personnes.

J. Boisselier et G. Boué, éminents spécialistes praticiens des problèmes de sécurité, ont présenté dans cet ouvrage l'institution du C.H.S., sa réglementation et les questions concrètes qui se posent pour le faire fonctionner: toute la seconde partie est constituée de documents pratiques pour aider le C.H.S. dans ses tâches techniques et administratives.

Après le succès des deux précédents ouvrages consacrés à l'organisation et à la gestion de la sécurité dans l'entreprise, ce

guide pratique des C.H.S. permet au lecteur de disposer d'un ensemble complet de grande qualité et immédiatement utilisable, pour résoudre les problèmes concrets dans un domaine vital pour l'entreprise: la sécurité de son personnel.

### Les lasers et leurs applications

par A. Orszag et G. Hepner. — Un vol. 16 x 24 cm, 316 pages, cartonné, Edit. Masson, Paris 1980.

La première partie de l'ouvrage a pour but de montrer de manière simple comment une étude désintéressée des propriétés optiques de certains corps a conduit à les utiliser dans les amplificateurs et générateurs de lumière nouveaux. Conjointement, on introduit, en le transposant au domaine optique, le concept de cavité résonnante, essentiel pour la compréhension des propriétés de cohérence de la lumière engendrée par émission stimulée.

On décrit ensuite quelques-unes des substances employées pour obtenir l'amplification lumineuse: rubis, verre au néodyme, néon, gaz carbonique, etc., puis la structure des lasers correspondants. L'exposé est surtout destiné aux étudiants et aux utilisateurs. C'est pourquoi on a limité les considérations de physique quantique à l'essentiel, tout en s'efforçant d'expliquer avec précision le rôle des paramètres qui sont à la disposition de l'expérimentateur, et d'illustrer la théorie

par de nombreux exemples numériques.

Dans la seconde partie sont exposées les techniques communes aux applications lasers: modulations, déflection, réception, optique non linéaire (changement de fréquence).

Enfin, le reste de l'ouvrage est consacré aux applications, particulièrement: métrologie, télémétrie, alignement et guidage, télécommunications, holographie, déformations et vibrations, stockage d'information (mémoires optiques, vidéodisque), spectroscopie, usinage et soudure, fusion nucléaire, domaine médical. Un dernier chapitre traite brièvement des dangers du laser (normes de sécurité).

On met l'accent sur les méthodes de calcul ou d'évaluation dans chacun des cas pour que ce livre puisse servir de référence technique aux ingénieurs et aux chercheurs.

De nombreux exemples et applications numériques illustrent les principaux chapitres, complétés par une bibliographie détaillée des sujets traités. Un index alphabétique permet de retrouver rapidement les informations recherchées.

Indiquons pour terminer que, dans de nombreux cas, la lecture du chapitre consacré à telle ou telle application peut être abordée séparément, sans revenir aux principes de base du laser; cet ouvrage est donc accessible aux non-spécialistes et à toute personne à la recherche de références concernant les applications des lasers.