

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 121 (1995)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Physique des constructions: le point sur douze sujets controversés  
**Autor:** Barde, Olivier  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78616>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

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

# Physique des constructions

## Le point sur douze sujets controversés

Par Olivier Barde,  
ingénieur SIA,  
ingénieur-conseil  
en thermique  
du bâtiment,  
Bd des Promenades 4  
1227 Carouge/GE

Dans cet article, l'auteur met le doigt sur certains aspects importants de la «thermique de la construction», qui sont contestés ou ne sont pas reconnus officiellement. On peut espérer que des réactions venant du cercle de nos lecteurs permettront d'expliquer les raisons de ces refus et contribueront à développer ces sujets.

Rédaction

### Résumé

1. Bilan thermique dynamique des vitrages
2. Inefficacité des faibles épaisseurs d'isolant pour les tuyaux
3. Importance donnée au coefficient  $k$  de transmission thermique
4. Manque de comparaisons entre les «calculs» et les «mesures»
5. Nécessité des «barrières de vapeur»
6. Inexistence de «degrés-jours-solaires»
7. Insuffisance de la ventilation des appartements en Suisse
8. Réalité des déperditions par les «ponts thermiques géométriques»
9. Prise en compte des «températures de rayonnement»
10. Importance des protections extérieures des vitrages
11. Utilisation de «soupapes» extérieures pour les doubles vitrages
12. Reconnaissance du «graphique énergétique» sur le plan suisse

Les réalités techniques sont toujours assez complexes et il est souvent nécessaire de les présenter de façon simplifiée. Dans certains cas cependant, ces simplifications vont trop loin, et il peut être utile de le signaler. Tel est le but de cet article, dont la conclusion pourrait être: *rien n'est simple!*

### 1. Bilan thermique dynamique des vitrages

De jour, grâce aux apports solaires diffus, les fenêtres ne sont à l'origine d'aucune déperdition thermique. Ce fait est établi même au mois de décembre, en façade nord.

Cette constatation étonnante provient d'un rapport officiel du LESO, le Laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment de l'EPFL, projet NEFF 48 de 1982, intitulé «Bilan ther-

mique dynamique des fenêtres». Le coefficient  $k$  des fenêtres se limite donc à une variable applicable aux heures de nuit seulement. Il est dès lors évident que l'on peut imposer des doubles vitrages ordinaires, mais que l'utilité de vitrages à haute isolation est discutable. Or on parle actuellement de fenêtres avec un coefficient  $k$  inférieur à 1,0 et même de quadruples vitrages... Il est en outre étonnant que les milieux cherchant à propager l'énergie solaire n'aient pas relevé l'importance des apports diffus, en vertu de ce rapport qui n'a, à notre connaissance, jamais été contesté, quand bien même il n'est jamais mentionné. Relevons encore qu'à Genève il existe des centaines d'immeubles qui sont uniquement pourvus de simples vitrages en façade sud. Or ils sont considérés comme parfaitement confortables et leurs indices de consommation d'énergie se situent dans la normale.

### 2. Inefficacité des faibles épaisseurs d'isolant pour les tuyaux d'eau

Une faible épaisseur d'isolation thermique des tuyaux des installations de chauffage et d'eau chaude peut avoir pour effet, avec les petits diamètres, d'augmenter les déperditions. Il convient donc d'indiquer l'épaisseur minimale à utiliser.

Cette constatation importante a été faite par H. P. Weiss, ingénieur à Zurich, qui l'a décrite dans un article intitulé «Weniger für mehr bei der Rohrisolierung»<sup>1</sup>. Dans sa contribution, il cite l'exemple du tuyau de 12 mm de diamètre, dont l'épaisseur minimale d'isolation devrait être d'au moins 27 mm. Or les directives actuelles ne tiennent pas compte de cette réalité.

### Zusammenfassung

1. Dynamische Wärmebilanz der Verglasungen
2. Ineffizienz der kleinen Isolationsdicken für Rohre
3. Dem  $k$ -Wert zugewiesene Bedeutung
4. Fehlende Vergleiche zwischen Berechnungen und Messungen
5. Notwendigkeit der Dampfsperren
6. Fehlen von Sonnen-Grad-Tagen
7. Ungenügende Lüftung der Schweizer Wohnungen
8. Realität der Verluste durch geometrische Kältebrücken
9. Berücksichtigung der Strahlungstemperatur
10. Bedeutung des äusseren Schutzes der Verglasung
11. Anwendung von äusseren Ventilen bei Doppelverglasung
12. Anerkennung der Energiegraphik auf schweizerischem Niveau

Die technischen Realitäten sind immer ziemlich komplex und oft ist es nötig, sie vereinfacht darzustellen. In einigen Fällen allerdings gehen die Vereinfachungen zu weit, was wieder einmal gesagt sein muss. Das ist der Zweck dieses Beitrages, dessen Credo sein könnte: *nichts ist einfach!*

### 3. Importance donnée au coefficient $k$ de transmission thermique

Le coefficient  $k$  de transmission thermique ne tient pas compte de l'inertie thermique spécifique de l'élément qu'il est censé qualifier. La position de l'isolant (s'il y en a), devant ou derrière l'élément porteur, n'est pas prise en compte.

Plus de vingt ans après la crise énergétique de 1973, il n'est pas possible de maintenir ce coefficient comme critère unique dans presque toutes les réglementations. Car des valeurs prescrites de 0,20 voire 0,15 (W/m<sup>2</sup> K), qui correspondent à des épaisseurs d'isolant de plus de 20 cm, donc excessives, deviennent courantes.

Les réglementations devraient donc considérer les différents types de murs en fonction de leur efficacité thermique – et phonique – et laisser au coefficient  $k$  la seule fonction du dimensionnement de l'installation de chauffage.

<sup>1</sup>Schweizer Ingenieur und Architekt 4/1982

De ce point de vue, il convient encore de saluer la loi genevoise, qui mentionne – depuis 1976 – l'isolation et l'inertie thermique des murs!

#### 4. Manque de comparaison entre les «calculs» et les «résultats»

*Les possibilités de calcul sur ordinateur, grâce à des logiciels performants, sont devenues telles, que depuis au moins une décennie, il n'y a pratiquement plus de corrélation entre calculs et résultats effectifs.*

Pourquoi mesurer alors qu'on peut calculer?

L'exemple le plus frappant est celui des «indices de dépense d'énergie». A leur création, en 1980, une application systématique a commencé et pendant plusieurs années, des statistiques ont été publiées. Puis, elles ont cessé et il devient impossible de les obtenir. Une explication pourrait résider dans le fait que les résultats ne se soient pas avérés aussi bons que prévu!

Un autre exemple est celui de l'observation des températures pour des bâtiments non chauffés. Pourquoi se donner cette peine, alors qu'on peut calculer ces températures?<sup>2</sup>

#### 5. Nécessité des «barrières de vapeur»

*S'agissant d'isolation thermique rapportée à l'intérieur d'un mur, la réglementation suisse impose de prévoir une «barrière de vapeur».*

Dans un article paru en 1982<sup>3</sup>, l'auteur avait émis des doutes sur cette obligation. Ses expériences continuent à lui confirmer que dans bien des cas, ces barrières créent plus de problèmes qu'elles n'en résolvent. Il

constate que si elles sont encore obligatoires en Suisse et en Allemagne, ce n'est pas le cas en France, et que l'on ne signale pas de problèmes de condensation. L'aspect «étanchéité à l'air», qui concerne un autre problème, n'est que rarement mentionné et l'on constate de nombreux dégâts en toiture, dus au fait que cette condition n'est pas respectée<sup>4</sup>.

La seule solution, pour la Suisse, serait de faire une enquête dans tous les cantons, afin de savoir si cette directive est encore appliquée et quels en sont les résultats.

#### 6. Inexistence des «degrés-jours-solaires»

*Les températures de l'air permettant d'établir les «degrés-jours» sont relevées sous abri, autrement dit en façade nord. Il serait utile de disposer aussi des températures correspondant à la façade sud.*

L'auteur a enregistré pendant une année les températures de l'air dans une boîte noire disposée en plein air. Il lui fut objecté – à l'époque – que c'était inutile, car on pouvait facilement cal-

<sup>4</sup>BARDE O.: «Comment en finir avec les barrières de vapeur et rester crédible», IAS 26/1983

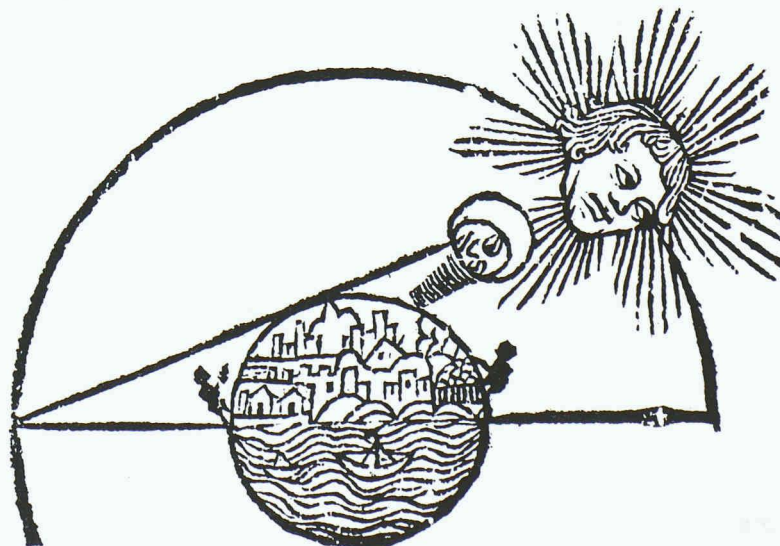
#### Summary

Positions and comments on twelve controversial subjects

1. An assessment of the thermal dynamics of glazing
2. The inefficiency of thin wall pipe insulation
3. The importance given to the *U* coefficient in thermal transmission
4. The lack of comparison between calculated and measured values
5. The necessity of vapour barriers
6. The lack of sun-degree-days
7. The insufficiency of ventilation in Swiss apartments
8. The reality of losses through geometric heat bridges
9. Accounting for radiation temperature
10. The importance of protecting glazing externally
11. The use of external valves for double glazing
12. Recognition of the energy diagram on a national level

The realities of technology are always very complex and it is often necessary to present them in a simplified form. However, it should be well noted that, in certain cases there is a tendency towards over-simplification. This reminder was the aim of the present article, whose conclusion could be: *nothing is simple!*

culer les effets de l'insolation. Il n'empêche qu'un climat serait mieux caractérisé par deux températures de l'air. Relevons qu'une corrélation des statistiques des indices de dépense



Eclipse (Bâle, 1545; document BPU Genève. Archives Nicolas Bouvier, Carouge/GE)

<sup>2</sup>«Temperature without heating of buildings», SCTC Uni, Liège, 1979. Les statistiques du *Energie Fachbuch* de 1995 sont celles de 1988!

<sup>3</sup>BARDE O.: «Le rayonnement infra-rouge diurne et nocturne», IAS 24/1991

d'énergie avait fait apparaître que les consommations d'énergie en altitude ne correspondaient pas à la température de l'air, sans doute parce que les effets de l'ensoleillement n'étaient pas pris en compte. Il conviendrait aussi de décomposer les «degrés-jours 24 h» en «degrés-jour<sub>jour</sub>» et «degrés-jour<sub>nuit</sub>».

### 7. La ventilation de nos appartements en Suisse est insuffisante

*En Suisse, avec des vitrages super-étanches et une consigne officielle correspondant à la formule «kurz und kräftig lüften», irréaliste et inapplicable, il n'est pas exagéré de dire que nos appartements sont sous-ventilés.*

A Genève, depuis 1989, une directive impose une bouche d'arrivée d'air dans chaque pièce. Dans la mesure où la ventilation

fonctionne 24 h sur 24, on peut dire que les conditions de ventilation sont suffisantes. A l'heure actuelle c'est le seul canton où cette directive est appliquée. En France, elle est généralisée depuis plus de vingt ans.

La norme SIA 384/2 pour le dimensionnement des installations de chauffage requiert un taux de renouvellement d'air de 0,3 h<sup>-1</sup>, alors qu'un taux de 0,5 devrait être le minimum.

Il a été proposé de vérifier les conditions de ventilation lorsqu'un indice de dépense d'énergie est établi. En effet, dans bien des cas, ces indices sont établis pour des immeubles sous-ventilés et ne sont donc pas réalistes.

Les problèmes de la pollution de l'air ne sont pas encore reconnus. Une ventilation de 24 h sur 24 est souvent critiquée.

### 8. Réalité des déperditions par les «ponts thermiques géométriques»

*Les températures de surface dans les angles des pièces sont plus basses qu'en pleine paroi, ce qui s'explique de deux façons:*

- soit par des pertes thermiques supplémentaires, ce qui est la version officielle,
- soit par le fait que ces zones ne sont pas chauffées par la convection de l'air et correspondent donc en fait à des diminutions des pertes thermiques, ce qui est la version non officielle.

En réalité, le phénomène est plus complexe et il est possible d'améliorer la température de surface de ces angles en modifiant l'isolation, mais la réalité de ces déperditions supplémentaires demeure discutable.

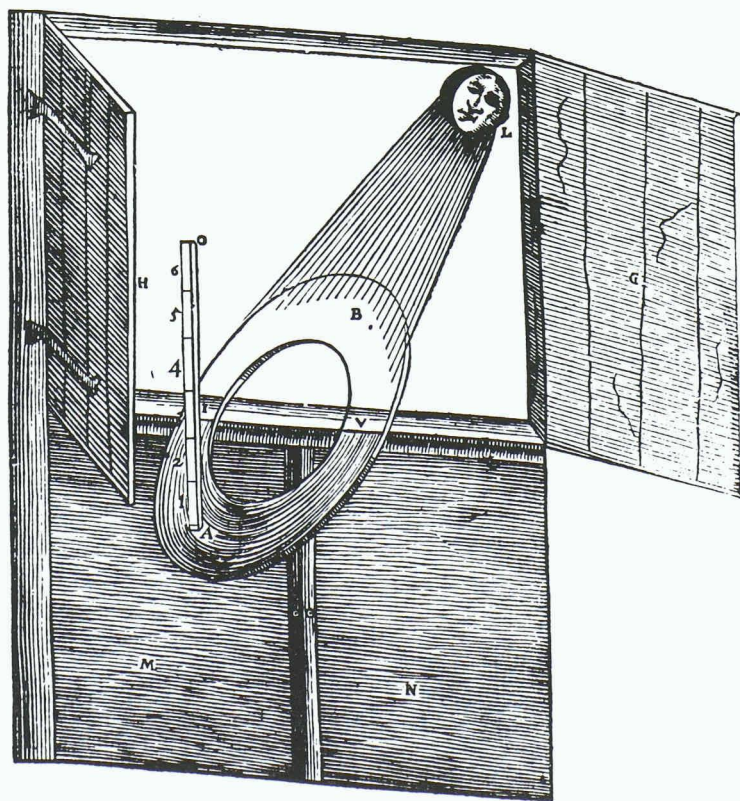
Dans ce domaine, mentionnons l'anomalie des «ponts thermiques négatifs», qui correspondent à des apports de chaleur<sup>5</sup>.

### 9. Prise en compte des «températures de rayonnement»

*A l'heure actuelle, le «thermomètre classique» à bulbe argenté est l'instrument de base utilisé pour définir un climat intérieur par la température de l'air. La température ressentie par un individu tient cependant compte du rayonnement des parois. Il conviendrait donc d'utiliser un «thermomètre à bulbe noir», qui intègre les températures de rayonnement.*

Un autre phénomène important de rayonnement est aussi méconnu: il s'agit du «rayonnement nocturne infrarouge» du ciel, qui se produit par nuit claire<sup>6</sup>. Il est bien manifeste sous la

## 10 PHYSIOLOGIA KIRCHERIANA



### EXPERIMENTUM III.

| altissimo sui incremento, & pili hujus ani.

*Influence du soleil sur la température. Physiologie d'Athanase Kircher, jésuite, XVII<sup>e</sup> siècle. (Document Nicolas Bouvier, Carouge/GE)*

<sup>5</sup>MAINKE & PASCHER «Wärmebrücken Katalog», B. G. Teubner, 1985  
BRUNNER ET NÄNNI: «Wärmebrücken-katalog 1, 2 et 3», Doc. SIA  
<sup>6</sup>BARDE O.: «Le rayonnement infra-rouge diurne et nocturne», IAS 24/1991

forme de la rosée et du givre que l'on trouve le matin. Or les phénomènes de condensation sous les couvertures des bâtiments peuvent causer des dégâts importants, tout comme le verglas en matière de circulation. Notons que les rapports de la météo ne mentionnent pas ces phénomènes.

### 10. Les protections extérieures des vitrages

*Les protections des vitrages, intérieures ou extérieures, ne sont pratiquement jamais mentionnées dans les règlements, ni dans les catalogues. Seuls les coefficients k de transmission thermique et g de transmission du rayonnement solaire sont évoqués. Une protection extérieure, un store pour ne pas parler de volet, permet cependant une nette diminution des pertes nocturnes. Voir ci-dessus le bilan thermique dynamique.*

Les protections des vitrages sont aussi nécessaires pour diminuer l'éblouissement en cas d'ensoleillement direct. En été, pour lutter contre la surchauffe, une protection extérieure est indispensable. En hiver, il est intéressant d'utiliser une protection intérieure pour bénéficier des apports solaires. De nuit, la combinaison des deux protections améliore sensiblement le coefficient k des vitrages.

Le soir, en admirant les façades illuminées de tous nos immeubles, on constate à l'évidence que nos concitoyens n'utilisent que très rarement de nuit les protections des vitrages.

### 11. Utilisation de «soupapes extérieures» pour les doubles vitrages

*Depuis plus de dix ans, un brevet concernant la pose de soupapes extérieures sur les doubles vitrages présentant des condensations internes, permet de les sauver et même de les nettoyer! On peut donc penser que l'utilisation systématique de*

*ces soupapes au moment de la pose permettrait d'augmenter considérablement la durabilité de ces doubles vitrages.*

La «ventilation sur l'extérieur», appliquée aux façades ventilées, est bien connue. Or les soupapes en question constituent une application similaire aux doubles vitrages. Leur inventeur, M. J. B. Boutarin, a acquis en France, en Suisse et en Allemagne, une expérience irremplaçable, depuis plus de dix ans<sup>7</sup>.

### 12. Reconnaissance sur le plan suisse du «Graphique énergétique»<sup>8</sup>

*Le graphique énergétique consiste à établir la relation entre la consommation d'énergie d'une construction et la température extérieure de l'air. Cette notion a été découverte par MM. Favre et Trachsel en 1980<sup>9</sup> et appliquée, depuis, à de nombreux bâtiments en Suisse romande. Il constitue un outil de diagnostic puissant et permet notamment de déterminer facilement la puissance maximale de chauffe.*

Pour des raisons inexplicables, la notion de graphique énergétique n'a pas passé la Sarine et demeure presque inconnue en Suisse alémanique. Aucune directive SIA ne lui a encore été consacrée.

#### Commentaire

Cette brève évocation de douze sujets ignorés ou controversés ne fait que mentionner les problèmes et un développement de chaque question serait nécessaire.

Il est évident que d'autres sujets encore restent ignorés ou con-

roversés, parmi lesquels on peut citer:

- la justification de l'interdiction de la climatisation, qui conduit à construire des bâtiments anti-passifs,
- la mise en garde quant aux problèmes de la mise en circulation des poussières de l'air des pièces, provoqués par des systèmes de chauffage inadéquats,
- la mise en garde contre l'utilisation des aspirateurs portatifs, qui produisent des quantités de poussières fines; la solution à appliquer étant celle d'une aspiration centralisée,
- l'inconvénient consistant à placer des meubles – bibliothèques, lits, armoires – contre les murs donnant sur l'extérieur,
- la justification de l'utilité de l'isolation contre le terrain,
- l'introduction de l'aspect «puissance» pour l'utilisation de l'énergie électrique (test du troisième mercredi),
- la description des problèmes de condensations estivales dans les sous-sols,
- l'introduction des problèmes de confort estival dans les appartements aménagés dans les combles et les immeubles sur-isolés,
- la justification de la contestation des «puits canadiens»,
- la reconnaissance de l'utilité des vitrages en façade nord pour l'éclairage,
- l'introduction de l'«axe héliothermique» indiquant la meilleure exposition de la façade sud,
- la justification de l'utilité de l'humidification de l'air des locaux en hiver,
- et, enfin, la mise en accusation de la complexité des nouvelles normes, qui les rend presque inutilisables, même pour les spécialistes!

<sup>7</sup>Renseignements: Brevet J.B., Miroiterie Cloux, Genève

<sup>8</sup>appelé aussi «Signature énergétique»

<sup>9</sup>FAVRE P. ET TRACHSEL CHR.: «La signature énergétique», EPFL, LESO, 1982