

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 98 (1972)
Heft: 3

Sonstiges

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: 28.01.2026

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

Congrès

Hydrotechnique des liquides industriels

Paris, 6-8 juin 1972

C'est le thème des 12^{es} Journées de l'hydraulique organisées par la Société hydrotechnique de France.

Lors des séances de travail, 66 mémoires groupés sous cinq questions seront présentés et discutés.

I. *L'eau à moyenne et à haute température* (13 rapports)

II. *Métaux liquides*

a) Sodium (13 rapports)

b) Autres métaux (8 rapports)

III. *Fluides cryogéniques et frigorigènes* (9 rapports)

IV. *Solutions salines, suspensions diverses, produits pâteux* (10 rapports)

V. *Liquides organiques* (1 rapport).

Les participants au *Voyage d'étude* « Grenoble - Jarrie - Pont-de-Claix » (9 et 10 juin 1972) visiteront le Centre d'études nucléaires de Grenoble ; le Complexe de fabrications chimiques de Jarrie - Pont-de-Claix (usines des sociétés Progil et Ugine-Kuhlman) ; la Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques (SO.GR.E.A.H.) et l'Usine de Beauvert de la Société Alsthom-Division Neyric.

Renseignements et inscriptions : Société hydrotechnique de France, 199, rue de Grenelle - Paris 7^e, tél. : 551.13.37.

Communications SVIA

Etude du marché de la construction dans le canton de Vaud

Depuis 1968, la Fédération vaudoise des Entrepreneurs et la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes se sont préoccupées des problèmes relatifs aux nouvelles formes d'entreprises qui apparaissent sur le marché, des modifications qu'elles apportent sur les différents plans : des relations avec les maîtres d'ouvrages, de la responsabilité générale de l'exécution (coût — délais — qualité), de la mise en cause des formes traditionnelles encore en vigueur et des positions respectives des différents partenaires (maîtres d'ouvrages, bureaux d'études, entreprises).

La volonté d'une étude commune de ces problèmes a abouti, dans le courant de 1968 à la création de la « Commission paritaire FVE/SVIA pour l'étude des problèmes des nouvelles formes d'entreprises ».

Il est rapidement apparu que le problème de la « forme » sera en partie conditionné par l'évolution du volume de la « demande » de construction.

C'est dans ce cadre que la FVE et la SVIA, représentées par leur « Commission paritaire », ont chargé M. J.-P. Hausmann, lic. HEC, à Lausanne, de procéder à une « Etude du marché de la construction dans le canton de Vaud ».

Cette étude, bien que divisée en six chapitres, procède en réalité en *trois étapes* bien distinctes.

La première établit d'une part *un inventaire de la construction de 1950 à nos jours*, et d'autre part *un inventaire des entreprises et bureaux techniques*, dont l'essentiel repose sur les résultats du questionnaire envoyé aux membres des deux associations intéressées.

La deuxième cherche à définir les besoins futurs du canton et les moyens souhaitables dont les entreprises et les bureaux techniques devraient pouvoir se doter à l'avenir.

La troisième enfin se veut le reflet des réflexions sur l'avenir des entreprises et bureaux techniques au travers des questionnaires.

La comparaison de certains renseignements et chiffres statistiques a été rendue parfois difficile. Bien que traitant un même problème, ils étaient fréquemment présentés de manière différente, tant au point de vue de la classification que de la terminologie.

Par principe et pour la clarté de la lecture, l'auteur de cette étude a cherché le maximum de faits quantifiables sous forme de tableaux et de graphiques.

Si les commentaires et conclusions qui les accompagnent n'ont pas la prétention de donner une réponse formelle aux préoccupations de la commission paritaire FVE/SVIA pour l'étude des problèmes des nouvelles formes d'entreprises, ils constituent néanmoins des éléments extrêmement valables susceptibles de permettre aux architectes et entrepreneurs de se rendre compte de l'importance que prendra ce problème à l'avenir.

Un exemplaire de cette étude peut être obtenu auprès de notre secrétariat, contre paiement de :

Fr. 100.— pour les membres ayant répondu à l'enquête
Fr. 150.— pour ceux n'y ayant pas répondu.

En souscription jusqu'au 15 février 1972.

Rédacteur: F. VERMEILLE, Ingénieur

DOCUMENTATION GÉNÉRALE

Voir pages 9 et 10 des annonces

DOCUMENTATION DU BATIMENT

Voir pages 4 et 11 des annonces

Informations diverses

Le confort et la qualité thermiques des logements¹

Les divers aspects du problème de la « qualité thermique » ou du « confort thermique » des logements soulèvent de nombreuses questions ; nous croyons utile de présenter une vision d'ensemble qui touche de nombreux aspects d'ordre technique, économique et physiologique.

Pour l'essentiel, ces problèmes sont connus. Assurer la « qualité thermique » et surtout « le confort thermique » du logement est une obligation pour les responsables du projet et de l'exécution de logements.

La présente synthèse, qui se propose d'embrasser aussi bien les aspects en cause que leurs interdépendances, est donc destinée à tous ceux dont l'activité est liée à l'étude et à la construction de logements. Ils y trouveront un résumé d'explications d'ordre technique ou plutôt thermo-économique, avec indication des quelques règlements en vigueur (en France).

Pour que tout ce qui sera exprimé par la suite soit mieux compris à tous les échelons et niveaux professionnels, nous sommes conduits à rappeler quelques définitions ou bases théoriques de la thermique du Bâtiment.

Le « confort thermique » du logement

C'est d'abord la sensation de bien-être des individus, aussi bien en hiver qu'en été, et pendant les périodes de transition entre les deux saisons. Il y a là une première difficulté : la différence d'âge et d'habitudes, les diverses exigences particulières des membres d'une famille, la densité tellement variable de l'occupation des locaux, l'utilisation qui est faite des différentes pièces de l'habitation, les conditions atmosphériques qui sont fonction de la région, de la saison, de l'heure et du temps, font qu'il ne peut pas y avoir un confort « standard » convenant à tous et partout.

¹ Condensé de l'article publié dans le *Moniteur des travaux publics et du bâtiment* (à Paris), n° 24 du 12 juin 1971, par M. AUREL SAXONE, ingénieur-conseil.

A partir de certaines études, il a été nécessaire d'établir des valeurs conventionnelles à prendre en considération pour l'établissement des paramètres dont dépend le confort thermique.

a) Les conditions extérieures

Les températures extérieures « de base »² prises en considération pour les calculs divers sont fonction de la « région climatique »³ et de l'altitude⁴. Ensuite, ce sont le site⁵ et les vents⁶, l'ensoleillement⁷ et l'orientation.

En situant dans l'espace et dans son environnement l'immeuble en cause d'après ces paramètres, il est facile de déterminer les valeurs conventionnelles correspondant aux conditions extérieures. Cela ne présente pas de difficultés pourvu qu'on ait choisi avec objectivité les valeurs en cause.

b) Les conditions intérieures

Les choses sont ici un peu plus compliquées. Car le « bien-être » des individus est la résultante variable de plusieurs influences qui s'exercent sur la sensibilité humaine : la température « superficielle » des parois qui, par rayonnement, « tire » des calories du corps (en hiver) ou y provoque parfois un surchauffement (en été) ; ou bien le contact direct avec le sol qui canalise la chaleur humaine, ce qui produit une sensation plus ou moins désagréable, ou encore les courants d'air provoqués par la ventilation du logement ou par le chauffage ou par les écarts des températures superficielles des parois vitrées et opaques, et par le rapport de la superficie de ces parois.

Il convient de s'arrêter un peu sur ces aspects pour indiquer comment devrait s'exercer le choix du phénomène à examiner et celui des mesures à appliquer. Rappelons que presque aucun de ces paramètres internes ne peut être considéré isolément, car une interférence assez compliquée joue ici un rôle prépondérant. Il existe des éléments « fixes », telle, par exemple, la « qualité thermique de la construction », et des éléments « mouvants », dus aux installations de chauffage et de ventilation.

La construction, une fois terminée, doit servir, de par son caractère statique, de coquille protectrice, aussi bien en hiver qu'en été. Il n'est pas difficile de déterminer dans quelles conditions peut être assurée cette protection thermique. Le chauffage ne sert qu'en périodes froides et de transition ; des régulations adéquates (pourvu qu'elles existent) seraient absolument nécessaires pour maintenir un équilibre convenable pour le confort humain.

La ventilation, pouvant être « naturelle » ou « mécanique », doit fonctionner en permanence et servir des débits d'air variables et, l'hiver, à une certaine température harmonisée avec celle à réaliser par le chauffage.

La « qualité thermique » de la construction

La qualité thermique d'une construction se mesure à l'isolation offerte par la totalité des parois extérieures ainsi que par les sols ou parois qui séparent le logement des endroits non ou moins chauffés (caves, garages, grenier...).

Le critère acquis pour la valeur de l'isolation d'une paroi est le coefficient K de transmission thermique utile, en $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$. C'est la notion la plus importante, déjà assez bien enracinée dans les esprits. Rappelons la formule :

$$1/K = (1/h_i + 1/h_e) + \sum \frac{e}{\lambda}$$

Le terme $(h_i + h_e)$ représente les échanges superficiels de la paroi avec le milieu ambiant des deux côtés de la paroi.

Des valeurs conventionnelles, donc généralement obligatoires, ont été fixées pour h_i et h_e pour les parois « extérieures » et « intérieures », suivant la position de la paroi (verticale, horizontale ou inclinée) et suivant la direction du « flux de chaleur » (toujours à considérer dans le sens du côté chaud vers le côté froid). Dans le DTU déjà cité en note 2, on trouve les valeurs à mettre dans la formule citée pour $(\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e})$. Ces valeurs

² Voir le Document technique unifié (DTU). « Règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction et des déperditions de base des bâtiments », deuxième mise à jour (1967), éditions CSTB, Paris.

³ Voir la « Notice technique pour faciliter l'application du Règlement de construction. Titre V - Exigences hydrothermiques. Nouvelle rédaction avril 1970 » (Cahiers du CSTB).

⁴ Voir le DTU (I) en page 59, § 1.

⁵ Voir le DTU (I) en page 59-60, § 1.

⁶ Voir le DTU : « Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions », Règles N.V., pages 46-47.

⁷ Voir le Cahier 351 du CSTB de la livraison 44 de juin 1960 : « Données météorologiques concernant l'ensoleillement et l'éclairage naturel. »

varient entre 0,17 et 0,28, sauf pour la paroi horizontale au « flux ascendant » (0,40).

Le facteur $\frac{e}{\lambda}$ (dénommé la « résistance thermique » de la paroi) est déterminant pour le degré d'isolation d'une paroi : e représente l'épaisseur (en mètres) de chaque constituant d'une paroi composite et homogène ; λ est la *conductivité* correspondant à chaque constituant de la paroi composite (mentionnons que, très souvent, on rencontre pour λ des définitions d'emprunt, telles que « *conductibilité* » ou « *coefficient de conduction* », etc., qu'il faut éviter, car elles ne sont pas conventionnelles).

Après avoir choisi un matériau, c'est par la variation de son épaisseur qu'on peut faire varier sa puissance isolante.

Pour pouvoir illustrer l'ordre de grandeur que représente la valeur isolante des matériaux de construction, choisissons deux extrêmes : le béton lourd possède une conductivité $\lambda = 1,5$; le polystyrène expansé — un excellent isolant — possède un λ de 0,032 pour une densité entre 10 et 25 kg/m^3 .

Le rapport est d'environ 1/50, ce qui signifie que pour égaler l'effet isolant, soit « la résistance thermique » de 1 cm de polystyrène (ayant un poids moyen de 0,2 kg/m^3), il faudrait mettre en œuvre 50 cm de béton lourd (dont le poids serait de 1100 kg/m^3). Voilà donc l'incontestable intérêt de faire usage de matériaux « isolants », en combinant un élément lourd de résistance (et dont l'épaisseur en œuvre ne compte que peu pour K) avec un isolant léger supérieur (dont l'épaisseur, quoique réduite, compte beaucoup pour K).

Un tel isolant est forcément léger, car son effet isolant est basé, pour l'essentiel, sur son contenu en cellules d'air minuscules et non intercommunicantes.

a) Influence de l'humidité

Une condition de base s'impose pour assurer une conductivité minimale : le degré d'humidité du matériau (masse + air) doit rester en permanence au minimum pratiquement réalisable. Ceci s'explique par le fait que la cellule d'air à l'état sec offre une conductivité, en moyenne, de $\lambda = 0,02$, tandis que, remplie d'eau, elle atteindrait 0,50 (c'est la conductivité de l'eau).

L'humidité « naturelle », celle à laquelle sont soumis tous les matériaux en contact avec l'atmosphère, varie dans des limites qui n'entraînent pas une montée en flèche de la conductivité, surtout pour les isolants qualifiés, à condition qu'ils ne soient pas hygroscopiques de leur constitution.

Il faut de toute façon protéger l'isolant contre l'humidité ou l'eau, aussi bien en œuvre que pendant le transport, le magasinage et les manutentions, condition à caractère *sine qua non*.

b) Lutte contre la diffusion de la vapeur

Il nous faut préciser qu'en œuvre l'isolant pourrait être exposé à la « diffusion de la vapeur ». C'est un processus qui se produit surtout en hiver à cause de l'écart (évalué à environ 35°C) entre les températures intérieure et extérieure.

En fonction du degré d'humidité relative de l'ambiance, de l'écart de températures mentionné et de la résistivité à la diffusion de la vapeur des différentes couches composant une paroi, la vapeur, qui pourrait effectivement traverser, avec le temps, toute la paroi, devrait provoquer l'humidification partielle ou totale de l'isolant encastré *si* celui-ci se trouvait devant une couche étanche ou très peu perméable à la vapeur (comme, par exemple, le béton dense).

Ces phénomènes se produisent pratiquement lorsque les conditions hydrothermiques sont très défavorables, d'abord à l'intérieur, puis à l'extérieur, c'est-à-dire lorsque l'humidité relative à l'intérieur des pièces se situe au-dessus de 60 %.

Pour échapper à tout risque, il vaut mieux intercaler un « pare-vapeur » du côté intérieur de l'isolant ; soit directement devant celui-ci, soit, en avant, entre les autres couches constitutantes de la paroi, à condition que la vapeur, qui ainsi pourrait s'accumuler sur la face intérieure du pare-vapeur, ne puisse pas nuire aux matériaux mêmes qui précèdent ce pare-vapeur vers l'intérieur. Une peinture résistant à l'humidité ou un carrelage correct (cas des cuisines et des salles d'eau) offrent une bonne protection contre la diffusion de la vapeur à travers les parois.

On peut se dispenser du pare-vapeur, placé comme indiqué ci-dessus, si, entre l'isolant et la paroi extérieure, est pratiquée une « lame d'air », désignée habituellement sous le nom de « *vide* ». La vapeur qui pourrait traverser les autres couches de la paroi, y compris l'isolant, touche en fin de course la face intérieure de la couche extérieure (béton, briques ou métal) et s'y condense. Le contact avec l'isolant étant interrompu par la couche d'air, l'isolant ne sera plus exposé à l'humidification.

Cette lame d'air ne peut pas constituer à elle seule une isolation suffisante (deux lames d'air, séparées par une paroi adé-

quate et durable, équivaudraient à 1 cm de polystyrène). Du point de vue constructif et thermotechnique, il est donc toujours préférable de faire usage d'un véritable isolant thermique, en ayant soin de le protéger selon le cas, comme on l'a dit plus haut, par un pare-vapeur efficace et durable (la feuille de polyéthylène est peu coûteuse et serait bien indiquée).

c) Utilité du revêtement intérieur des parois extérieures

La température superficielle des parois extérieures peut provoquer une sensation désagréable en raison du rayonnement du corps humain. Analysons maintenant les causes et les effets de ce phénomène parfois mal interprété.

Supposons qu'à l'intérieur de la pièce la température de l'air soit de 20°C et que la température superficielle intérieure des murs (de façade ou de pignon) soit par exemple de 14°C.

Tout d'abord des condensations pourraient se former sur cette surface si le degré d'humidité relative de l'air à l'intérieur dépassait 70 %. Car le « point de rosée » se situerait dans ce cas à 14°C. En second lieu, le corps humain, avec ses 37°C environ, situé à proximité d'une telle paroi « froide », subira un rayonnement qui, d'habitude, provoque — surtout chez des gens sensibles — une sensation de refroidissement désagréable. Si des circonstances locales permettaient que cette paroi soit touchée par le corps, la sensation serait d'autant plus désagréable que la conductivité de la matière touchée serait plus grande.

Prenons le cas d'un refend en béton, sans enduit et sans papier peint : sa conductivité étant, on le sait, de 1,5, au moment du contact (par la main ou le pied ou le genou) la chaleur humaine sera extraite par ce « canal » à une vitesse accrue (il faut imaginer, par exemple, un contact avec une paroi métallique) et la sensation sera d'autant plus vive. La présence d'une couche même mince de plâtre ($\lambda = 0,40$) ou même de papier ($\lambda = 0,20$) provoquerait un tel retard dans l'écoulement de la chaleur extraite par le contact du corps, que la sensation serait réduite de beaucoup.

C'est pour cette raison que les surfaces des parois intérieures pouvant être approchées par le corps humain devraient toujours être recouvertes d'une couche, même mince, d'un matériau tel que le plâtre, le bois, le papier, le liège, dont la conductivité est réduite (donc d'un λ assez éloigné de celui du béton ou de la pierre).

Le même problème se pose pour le sol : il est bien connu que, posant le pied nu sur quelques millimètres seulement de tapis, de papier ou de liège, etc., de façon que le plat du pied n'ait pas de contact direct avec le sol en béton ou en pierre, la sensation désagréable de froid est notablement atténuée. Pourtant, si l'on calculait le coefficient K de l'ensemble de ce plancher, avec et sans cette couche « isolante » mais extrêmement mince, on constaterait que K ne diffère pratiquement pas.

Remarquons, à ce propos, qu'on trouve parfois dans des « notes de calcul » des chiffres pour K avec quatre ou cinq décimales, par exemple 1,2345. Or, la conductivité peut être mesurée — et s'entend conventionnellement — avec une tolérance de $\pm 10\%$, qui se répercute aussi sur la valeur de K . Il ne faut donc jamais dépasser deux à trois décimales pour λ et deux décimales pour K .

d) Détermination de λ et K

Et puisque nous parlons de chiffrer λ et K , que peut-on dire au sujet de leur détermination ?

Il est normal de penser que la base de K étant λ (voir la formule pour $1/K$), il serait nécessaire de mesurer, donc connaître, cette caractéristique de base de chaque matériau. Les spécialistes savent que pour déterminer le λ d'un matériau homogène, à sec évidemment, des dispositifs relativement simples existent, qui peuvent même être « bricolés ». Le processus ne demanderait que quelques heures (jusqu'à 24 heures tout au plus), l'état d'équilibre thermique étant nécessaire et réalisable dans un délai relativement court (fonction de l'épaisseur et de la conductivité du témoin examiné), le format utilisé dans ce but étant habituellement de 100×50 cm.

Pour des éléments non homogènes, par exemple des briques ou blocs creux, la détermination de la transmission d'une face à l'autre, puis le calcul de K obligent à faire des mesures sur un mur, à l'aide de la chambre double à conditionnement contrôlé, afin d'obtenir la résistance thermique moyenne de l'ensemble. Ce mur expérimental doit avoir des dimensions assez grandes ; l'état d'équilibre thermique et le processus peut demander plusieurs jours. C'est un processus délicat et difficile, mais on l'a réalisé.

Pourtant, ce qui primerait en ce qui concerne les matériaux courants et les isolants, qui presque tous sont des matières

homogènes, serait de pouvoir mesurer sans retard et correctement le λ afférent. Souvent, les chiffres fournis sont contradictoires. Seul un certificat émanant d'un laboratoire officiel et reconnu comme tel devrait fournir la valeur réelle en cause.

e) Comportement et conception des parois

Revenons maintenant à la notion de « qualité thermique de la construction ».

Les parois d'un immeuble qui subissent des pertes de chaleur sont constituées d'éléments opaques et vitrés, dont les surfaces sont très variables. Le coefficient K des vitres simples étant de 5,0 et celui des vitres doubles de 2,6...3,0, un écart considérable subsiste avec les coefficients K des parois opaques. Pour celles-ci, des valeurs sont recommandées (voir note 3) suivant l'implantation (la zone climatique) et la masse par m^2 de l'élément de construction.

Plus la paroi est lourde, moins grande peut être la valeur de K recommandée. Par exemple, pour un mur de façade en briques creuses de 25 cm et à 6 rangées d'alvéoles, avec enduit deux faces, dont la masse « équivalente » (voir le DTU) est de 290 kg/m^2 , le coefficient K est égal à $1,2 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$. La valeur recommandée est de 1,4 pour la zone B (en France).

En supposant qu'en façade soient prévus des panneaux légers avec une masse équivalente de 50 kg/m^2 , la valeur recommandée dans les mêmes circonstances ne serait que de $1,0 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

En hiver, la masse des parois extérieures a de l'importance en tant que « volant thermique » si le chauffage n'est pas continu. Les fluctuations rapides des conditions météorologiques, avec, par exemple, de courts passages de ciel couvert et de temps ensoleillé, peuvent provoquer des inconvénients même si le chauffage permettait en soi une régulation adéquate.

On peut se demander si, en hiver, en disposant d'un chauffage réellement « souple », la masse des parois extérieures ne pourrait être plus légère. Dans ce cas, ces éléments minces et légers devraient fournir un K très favorable, par exemple, d'un maximum de 0,6.

En été, le problème se pose autrement. Evidemment, une climatisation efficace serait, à elle seule, suffisante, mais ce n'est pas encore le cas courant. Alors est-il donc nécessaire de choisir pour l'été des éléments lourds ? On dispose de moyens peu compliqués pour pouvoir accepter, là aussi, des éléments légers, par exemple en ménageant, entre ces éléments et une façade extérieure réfléchissante, une lame d'air ventilée.

L'avenir étant réservé, dit-on, à l'emploi d'éléments légers pour les parois extérieures, force est de faire quelques études et expériences *in situ* à base de connaissances théoriques et techniques déjà en grande partie acquises.

Mais pour l'instant il faut suivre les recommandations qui concernent la qualité thermique à assurer aux logements. Elle implique le choix d'éléments de construction dont le K , suivant leur poids, ne devrait pas dépasser les valeurs recommandées. Evidemment, pour pouvoir exercer son choix, il faudrait savoir calculer le coefficient K de chaque paroi, composite ou non.

Un procédé pour pouvoir déterminer le coefficient K sans calcul existe sous la forme de nomogrammes et fait l'objet d'un brevet (n° 1 474 872).

Les parois vitrées

Tous les arguments plaident, sans équivoque, pour les vitres doubles. La surface des parties vitrées des façades augmente et on va jusqu'à employer des allèges fixes en verre (vraisemblablement parce qu'elles sont moins coûteuses qu'un élément opaques habituel).

Si le K d'une baie vitrée double descend jusqu'à 2,6 (au lieu de 5 pour la vitre simple), les déperditions totales diminuent aussi considérablement. Par conséquent le chauffage est moins important et revient donc moins cher et le coût de l'exploitation pourrait ainsi être réduit considérablement. Si on voulait sacrifier quelques francs par m^2 pour prévoir à l'extérieur des verres « spéciaux », ce serait très avantageux en raison de l'influence considérable qu'ils exercent sur le confort d'été.

Il ne faut pas oublier que les coefficients K des parois (opaques et vitrées) déterminent la qualité thermique.

On entend dire parfois : « Pourquoi imposer un K réduit pour les éléments de façade, si leurs surfaces sont relativement réduites vis-à-vis de celles des baies vitrées, dont le K est 2,6 ou 5,0 ». Apparemment l'argument est juste, mais on oublie que le coefficient K d'une paroi opaque doit assurer une température superficielle intérieure minimale, afin qu'il n'y ait pas de formation de condensation.

Nous donnons, ci-après, des chiffres éloquents sur la participation des baies vitrées, simples et doubles, aux déperditions globales d'un immeuble de 60 logements sur cinq niveaux.

Dans le cas I, sont retenues des baies vitrées à surface considérée comme « normale » et dans le cas II, des baies vitrées à surface considérée comme « grande ».

Nature des vitres	Parois opaques	Cas I Baies « normales »	Cas II Baies « grandes »
<i>Vitres simples</i>			
Surface	90	10	—
Déperditions	73	27	—
Surface	77	—	23
Déperditions	52	—	48
<i>Vitres doubles</i>			
Surface	90	10	—
Déperditions	83	17	—
Surface	77	—	23
Déperditions	66	—	34

Le lecteur se rendra compte (pour le choix de vitres doubles et de surface raisonnable) du gain sur les déperditions, et, évidemment, sur le coût du chauffage.

Les « ponts thermiques »

Une construction, avec ses « liaisons » entre les façades, les refends et les planchers, offre forcément des ponts thermiques.

Ceux-ci sont considérés comme nuisibles du point de vue de la thermique s'il se produit une conduction excessive vers l'extérieur. Il en résulte une perte de calories, dans une certaine mesure inévitable, mais surtout une baisse de la température superficielle intérieure dans les angles afférents et donc un risque de formation de condensation, avec son corollaire les moisissures.

C'est pourquoi des « corrections thermiques » sont apportées dans ces emplacements qui consistent en une « coupure » des ponts thermiques, obtenue en intercalant une bande d'isolant thermique.

Il va de soi que le souci primordial demeure d'assurer des liaisons constructives résistant à toute épreuve. Dans les limites du possible et sans danger pour la résistance du nœud, une correction thermique doit être apportée. Si l'étude en est faite en temps utile, c'est-à-dire dès le début du projet, donc lors du choix des structures, on parvient toujours à trouver la solution juste, c'est-à-dire à éviter des ponts thermiques réellement nuisibles.

Il n'est pas possible de représenter par le coefficient K le flux de chaleur assez complexe à travers de tels ponts thermiques, étant basé sur la transmission calorifique d'une ambiance à l'autre, des deux côtés d'un élément, dans des conditions conventionnelles bien précises.

Dans les planchers sortant en façade (cas des loggias et balcons), il est évidemment bien difficile, presque impossible, de pratiquer une « coupure » thermique valable surtout en ce qui concerne la structure, voire la résistance. Pour les refends sortant en façades, des solutions existent, qui peuvent satisfaire aux deux conditions, mais elles sont coûteuses. Aussi y renoncent-on ou étudie-t-on des solutions constructives telles que le pont thermique soit coupé pour au moins les trois quarts environ. L'expérience a montré que, grâce à des solutions raffinées, le problème peut être résolu.

Quant aux « têtes de refends », une correction thermique est toujours possible à condition qu'on veuille la trouver.

Avec du bon sens, une solution, forcément de compromis, est toujours possible, mais jamais aux dépens de la structure de résistance. A quoi pourrait servir une solution « sur papier » si elle était difficilement réalisable et, par conséquent, vite oubliée ? Son caractère caché la soustrairait toujours à un contrôle efficace. Mieux vaut donc se mettre raisonnablement d'accord sur des solutions réellement constructives et réalisables.

Le chauffage

Une bonne isolation thermique de la construction est toujours handicapée par la présence d'un chauffage mal conçu ou mal exploité. Une solution appropriée — techniquement et économiquement — dépend de la compétence de l'auteur du projet de l'installation, ensuite de la mise en œuvre.

Que demande-t-on pour qu'un chauffage soit correct ? Tout d'abord, il faut calculer les déperditions globales de l'immeuble et de chaque logement. Ce calcul implique que toutes les sur-

faces qui subissent des transmissions de chaleur en perte soient affectées de coefficients K réels, correspondant à la constitution de chacune de ces parois. Nous avons montré comment y parvenir.

Pourtant si, à cette occasion, des erreurs étaient constatées, telles qu'une isolation insuffisante (comme par exemple des flancs de loggias constitués simplement par des refends en béton, ce qui devrait entraîner soit un déséquilibre, soit un gaspillage tant dans l'investissement que dans l'exploitation du chauffage), il conviendrait de signaler immédiatement ces erreurs pour que la correction nécessaire soit apportée en temps utile.

Lorsqu'il s'agit de choisir un mode de chauffage central, on constate que des différences appréciables existent aussi bien dans les moyens techniques que dans leur incidence économique sur l'investissement et surtout l'exploitation. Il serait difficile de vouloir les préciser dans le cadre de cet article ; en voici quelques aspects primordiaux.

Un « bon » système de chauffage doit permettre, dans chaque pièce, une émission de chaleur non pas « au voisinage » des parois froides opaques et surtout vitrées, mais, autant que possible, directement en face et en bas de telles surfaces.

L'emplacement idéal pour des radiateurs ou des convecteurs se situe en allège ; il est donc recommandé de prévoir de vraies niches, bien isolées.

Devant les portes-fenêtres, cet emplacement n'est pas possible ; un compromis serait de placer les corps de chauffe juste à côté, mais toujours en façade (derrière les trumeaux) et non pas sur les cloisons, parallèlement aux refends.

Chaque corps de chauffe devrait permettre une régulation locale, ce qui est possible pour les radiateurs à condition que des robinets adéquats soient employés, de préférence ceux « à double réglage ».

La distribution de l'eau dans les radiateurs des logements (on n'emploie jamais la vapeur) se fait, on le sait, par un réseau composé de raccords courts à des « colonnes montantes ». Est-ce nécessaire de rappeler qu'il est préférable que ces colonnes soient placées dans des niches (encastrées ou pas) et recouvertes d'un bon isolant thermique ? En les laissant apparaître dans les pièces, elles échapperait d'abord au réglage de l'émission dans la pièce, une coupure étant évidemment impossible. Il existe de bons robinets à réglage automatique par thermostat enrobé, qui assurent une régulation locale, selon le goût de chacun. Peut-être est-ce là une solution encore coûteuse mais, en raison de l'économie obtenue dans l'exploitation du chauffage, le procédé apparaît rentable (sans parler du supplément de confort qu'il procure).

Le mode de chauffage par planchers semble de moins en moins souhaité par les usagers. Assurément d'abord à cause de la difficulté d'un réglage convenable, parce que beaucoup trop « lourd » dans l'exploitation. Notons aussi que les serpentins dans les planchers étant répartis (en principe) uniformément, l'émission de chaleur sous les meubles (et les tapis) ne paraît pas représenter une solution idéale.

Le chauffage par air chaud, pratiqué surtout dans des maisons individuelles, se présente comme une transition entre le chauffage central et la climatisation, sous réserve que certaines conditions essentielles soient remplies. Mais on se contente très souvent de faire sortir l'air chaud de bouches placées loin des parois froides. On obtient ainsi une circulation limitée au centre du logement, ce qui peut donner des écarts de plus de 5°C entre la température de l'air derrière la façade et au fond de la pièce.

En employant des conduits bien placés et bien isolés, avec des bouches de sortie situées de telle sorte que l'air mélangé, dépoussiéré et chauffé (une régulation qui n'est pas si facile !) puisse lécher les surfaces froides et surtout les baies vitrées, on pourrait arriver à une sorte de mini-climatisation. Mais si on voulait respecter toutes les règles de l'art pour assurer un fonctionnement irréprochable, le système deviendrait peut-être encombrant et coûteux. On n'en est pas encore au stade de la climatisation, surtout dans les logements sociaux, à cause des difficultés techniques et surtout financières qui se présentent.

On parle de plus en plus d'un système « mixte » de chauffage, c'est-à-dire d'un chauffage « de base » (par exemple par plancher) non réglable par l'usager, qui devrait assurer une température de base de 10° à 12°C et serait combiné à un chauffage « d'appoint », de préférence par électricité, lequel resterait à la charge et à la discrétion de l'usager. C'est, pour le principe, un système attrayant.

Le chauffage « tout électrique » nous paraît être celui de l'avenir. Il peut embrasser plusieurs formules quant à la technique et aux dispositifs à employer. Par l'étude des diverses techniques et aspects économiques, par des essais *in situ* dans des conditions objectives, on dégagera les solutions optimales.

L'isolation entre les logements

On se préoccupe aussi des difficultés causées par certains usagers qui ne chauffent pas assez leur logement (dans le cas du chauffage individuel surtout), espérant profiter de la chaleur produite par leurs voisins.

Pour les déperditions à travers les planchers, l'analyse serait moins défavorable. Etant donné que des matériaux spéciaux sont maintenant employés pour assurer l'isolation contre les bruits d'impact, ces couches supplémentaires représentent également une amélioration d'ordre thermique.

Il ne resterait donc à considérer que les quelques murs séparatifs. Dans ce cas, pour réduire presque à néant la déperdition, il suffirait de mettre en œuvre une isolation, par exemple sous la forme d'un complexe polystyrène-placoplâtre, de seulement $1 + 1 = 2$ cm d'épaisseur. Elle contribuerait alors, si l'on voulait sacrifier encore 2 cm (pour ménager une lame d'air médiane, ou intercaler un autre matériau phono-isolant) à renforcer aussi l'isolation du mur contre la transmission du bruit aérien.

La ventilation

La ventilation soulève une controverse depuis que la ventilation classique, dite « naturelle », a tendance à être remplacée par la ventilation dite « mécanique ».

La première est bien connue. On savait que si elle était calculée correctement, à partir de volumes et de sections déterminés d'après les règles de l'art et ensuite correctement réalisés, son fonctionnement ne posait pas de problèmes ; sauf en ce qui concerne les grilles devant les bouches d'air (dans les pièces techniques). A la place des grilles « non fermables », on devrait mettre un type justement « réglable », mais seulement fermable jusqu'à environ 90/100. De cette façon, on ne trouverait plus de grilles bouchées (signe d'une trop bonne ventilation ?).

La ventilation mécanique représente sans doute un progrès technique mais elle pose des problèmes multiples et complexes. Le principe de base consiste, *grossièrement*, à pratiquer des fentes (autoréglables) pour l'entrée de l'air frais dans les façades des pièces principales et à opérer une extraction mécanique de l'air traversant le logement, par des bouches de sorties prévues dans les pièces techniques. Des fentes de libre passage sont aussi nécessaires en bas des portes intérieures.

L'idée est évidemment séduisante mais elle présente, comme toujours, des avantages et peut-être aussi quelques inconvénients. Que se passe-t-il si une ou plusieurs fenêtres et tout ou partie des portes restent ouvertes dans les pièces principales ou dans la cuisine ? Il serait difficile d'offrir à chacun la possibilité de régler à son aise le débit et la vitesse de l'air. En cas de panne d'électricité ou de panne mécanique, la ventilation ne jouera plus. L'entretien général et le réglage saisonnier et périodique ne réclament-ils pas des mécaniciens spécialisés ou de multiples visites extérieures ?

Somme toute, les fentes « autoréglables » en façades, l'entrée éventuelle de la poussière et du bruit de la rue, l'obturation par des tapis, etc., des fentes de passage sous les portes fermées : autant de problèmes qui demandent un soin particulier pour la réalisation des détails techniques et fonctionnels en cause.

Les protections solaires

Le confort d'été impose essentiellement de lutter contre les rayons chauds du soleil qui frappent surtout les parois vitrées, dont la surface joue évidemment un rôle décisif. Une bonne protection solaire doit être placée à l'extérieur ou au moins entre deux vitres, et faite d'un matériau et surtout d'une teinte réfléchissante au maximum.

Pour les logements à double exposition, la possibilité de profiter de la façade à l'ombre constitue un avantage qui n'existe pas pour les logements à simple exposition orientés défavorablement (pour l'été). « L'inertie » de la construction, qui dépend des différentes parois d'un logement, la surface et le type des baies vitrées, l'orientation du logement et enfin la qualité thermique des protections solaires, associés en outre à la nature et à la qualité du système de ventilation, déterminent le confort d'été.

En conclusion, que faut-il faire pour assurer la qualité et le confort thermiques ?

Tout d'abord, il faut assurer la qualité thermique de la construction proprement dite, c'est-à-dire choisir le système constructif (lourd, léger ou mixte), en pensant en même temps, et dès le début, aux problèmes posés par l'obligation — car c'en est une — de réaliser une carcasse isolante dans toutes ses parties, sans créer de ponts thermiques nuisibles. Ce qui a été énoncé plus haut à ce propos et le bon sens devraient guider cette action.

L'emploi de vitres doubles est judicieux, surtout si l'on pense à l'économie de chauffage (investissement et exploitation). Il faut également ne pas exagérer la surface des baies vitrées dans les chambres, recommandation qui relève du bon sens comme de l'économie thermique. Dans les pièces de séjour et la cuisine, ces baies vitrées sont un « mal nécessaire ».

Quant à l'installation de chauffage, elle doit assurer un fonctionnement économique et sûr, à *régulation facile*, pour compléter le confort thermique offert par la bonne isolation de la construction. La ventilation doit être facile à exploiter et économique quant à l'investissement et quant à l'entretien.

Ainsi, les choix qu'imposent la technique de la protection et le confort thermique forment un tout indissociable. Evidemment, une dépense quelquefois accrue dans tel ou tel domaine, après des choix exercés dès le début du projet et non lors de l'exécution, conduira par la suite soit à une diminution parfois sensible des charges d'exploitation supportées surtout par les usagers, soit, à échéance, à un amortissement plus avantageux.

Tout cela est bien connu, dira-t-on. Peut-être aurons-nous tout de même réussi à apporter quelques suggestions utiles aux professionnels de la construction soucieux de parvenir plus vite à une meilleure qualité et à un moindre prix.

AUREL SAXONE, ingénieur-conseil
3, ch. de la Grosse-Pierre
1110 Morges

Piscine de l'Hôtel Atlantic à Sierre Entreprise Jules Rey

(Voir photographie page couverture)

Cette piscine de 25 m de long sur 12 m de large, en béton armé, a été revêtue de Sika 101 à couleur bleue, qui en assure l'étanchéité.

Le Sika 101 a est un mortier prêt à l'emploi, de haute qualité, amélioré par la présence de résines synthétiques et destiné à réaliser des étanchéités rigides. Ce mortier est constitué par du ciment, du sable de quartz de composition granulométrique spéciale et des produits d'addition de nature inorganique destinés à assurer l'étanchéité. Avant l'application, il suffit d'ajouter la quantité d'eau stipulée dans le mode d'emploi.

Caractéristiques principales du Sika 101 a

Imperméabilité à l'eau, sous charge active ou passive.

Adhérence très élevée au béton et aux fers d'armature.

Résistance élevée à l'abrasion et à l'attaque de l'eau.

Grande maniabilité ; permet de réaliser des couches minces.

Son utilisation est autorisée pour le revêtement de réservoirs d'eau potable.

Peut être appliquée sur support humide.

Le grand avantage, par rapport au système traditionnel, réside dans le fait que le produit d'encollage peut être supprimé sur béton propre de décoffrage et que le produit est coloré dans la masse et, par ce fait, évite l'application d'une peinture.

Couleurs : blanc, jaune sable, bleu clair et vert clair, gris.

Mélange

Se servir d'un malaxeur à rotation lente. Mélanger durant 5 minutes. Se servir de récipients propres, d'eau propre et éviter la formation de grumeaux. Pour l'application sur les surfaces verticales, ajouter 5 litres d'eau par sac de 25 kg de Sika 101 a. Pour la mise en œuvre sur surfaces horizontales, ajouter 5,5 à 6 litres d'eau par sac de 25 kg de Sika 101 a.

Application

Sika 101 a doit être appliquée en deux couches ou plus. Les outils suivants sont utiles pour l'application de Sika 101 a :

- truelle crénelée en métal
- truelle normale en métal
- truelle en matière plastique
- machine à projeter le mortier.

Recommendations importantes

Ne confier la mise en œuvre qu'à un personnel spécialisé et conscientieux. Mesurer avec soin la quantité d'eau que l'on ajoute. Les surfaces trop sales doivent être sablées ou piquées. Toujours vérifier s'il ne reste pas de traces d'huile de décoffrage sur les surfaces de béton ! Ne jamais travailler lorsqu'il pleut ou lorsqu'il gèle.

En cas de travaux importants, faire intervenir notre service technique.

Ce produit est conseillé et fourni par SIKA SERVICE, av. de la Gare 32, Lausanne. Tél. (021) 20 32 71.