

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 65 (1939)
Heft: 21

Artikel: Quelles sont les caractéristiques du chauffage par rayonnement? (suite et fin)
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50016>

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: 19.07.2025

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

soit du critère de comparaison q/F , chaleur dégagée par kg de ciment, rapportée à la résistance à la flexion du béton, qui n'exige en principe qu'un essai thermique et un essai de résistance dans les conditions de dosage et de consistance données,

soit de la fonction $\Delta t = f(R)$, élévation de température correspondant à la résistance désirée pour un béton de consistance donnée, fonction dont la détermination implique la connaissance de la droite thermique $q = f(C/E)$ et du facteur K de résistance du ciment.

Ces considérations permettent, pour des bétons destinés à des ouvrages massifs, de classer les ciments au double point de vue de la chaleur de prise et de la résistance, et de juger en outre de l'influence d'un produit modifiant les propriétés du ciment. Jointes aux autres conditions dont il faut tenir compte dans chaque cas particulier, elles facilitent le choix judicieux du ciment le mieux approprié.

Lausanne, avril 1939.

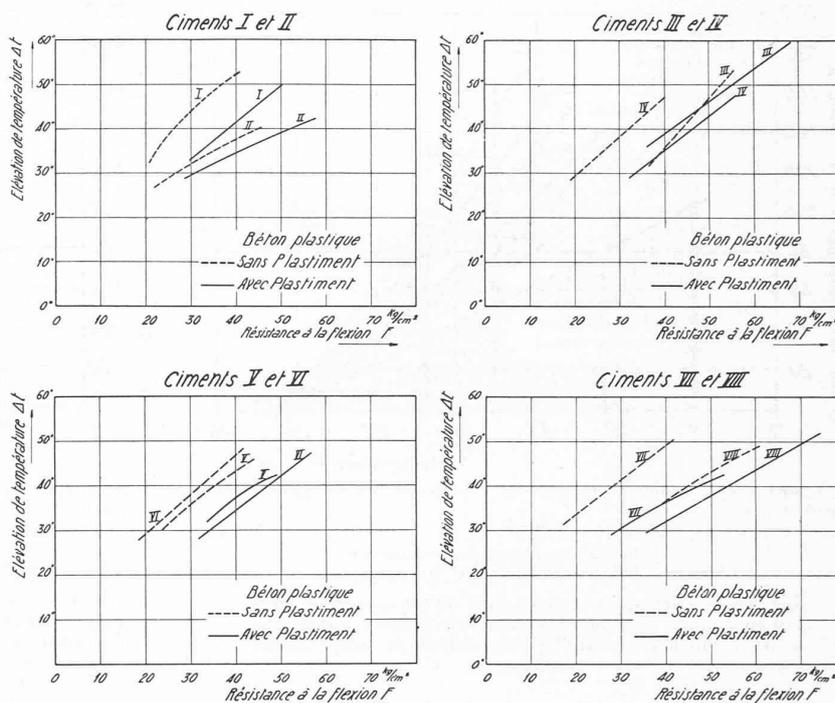


Fig. 7. — Elévation de température en fonction de la résistance déterminée pour des bétons plastiques de différents ciments.

Granulation : $12 + 88 \sqrt{\frac{d}{D}}$; $D = 40$ mm. Gravier concassé.

Quelles sont les caractéristiques du chauffage par rayonnement ?

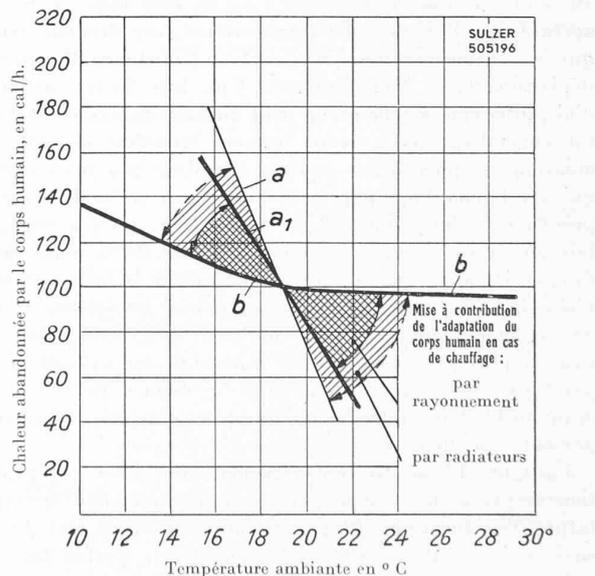
(Suite et fin).¹

Nous pensons intéresser nos lecteurs et spécialement les architectes en reproduisant ici l'essentiel d'un article paru dans la Revue technique Sulzer, n° 2, 1939, sous la signature Wth. Pour ceux que cette question intéresse particulièrement nous leur rappelons que le Bulletin a déjà publié sur cette matière plusieurs articles et notes².

(Réd.)

Le chauffage par rayonnement entraîne, pour une même quantité de chaleur évacuée par convection, c'est-à-dire pour une même température ambiante, une réduction de la perte totale de chaleur du corps ; la ligne de déperdition de chaleur « a » dans la figure 7 est donc moins inclinée. Le chauffage par rayonnement met moins à contribution la faculté d'adaptation du corps humain, comme le fait ressortir la comparaison des courbes a et a₁ de la figure 10. Il est vrai qu'il n'est pas possible de supplanter complètement cette faculté d'auto-adaptation du corps, et l'avantage essentiel du chauffage par rayonnement consiste dans la possibilité d'abaisser la température de l'air ambiant, puisqu'il permet d'augmenter la proportion de chaleur dissipée par convection ; on le voit sur la figure 11 qui montre, rapportée à une température superficielle du corps de 24,5°, la déperdition totale de chaleur partagée entre le rayonnement et la convection. Pour provoquer une déperdition totale (sans évaporation) de 80

calories par heure, il est nécessaire de chauffer l'air ambiant à environ 19° C, en s'en tenant, pour un local chauffé par rayonnement, à une proportion moyenne de chaleur rayonnée se montant à 52 % de la convection. Si l'on se base sur

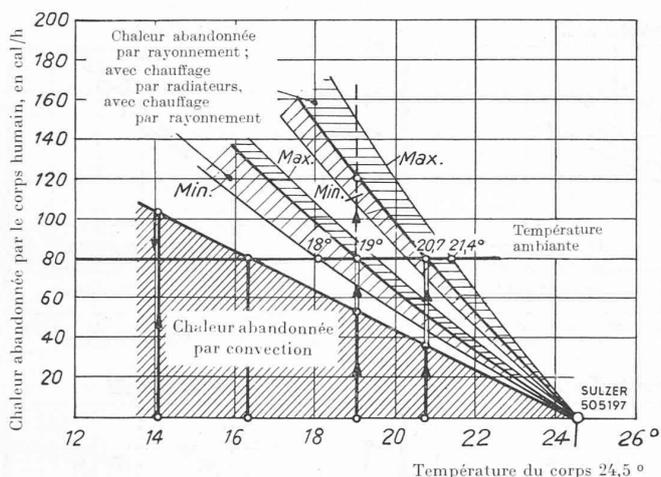


Légende :
 a Perte de chaleur avec chauffage par convection
 a₁ Perte de chaleur avec chauffage par rayonnement
 b Courbe d'auto-adaptation (y compris l'évaporation) d'une personne normalement habillée.

Fig. 10. — Mise à contribution de l'auto-adaptation du corps humain avec le chauffage par rayonnement et le chauffage par radiateurs.

¹ Voir Bulletin technique du 23 septembre 1939, p. 251.

² Entre autres : Le chauffage par rayonnement, par M. A.-G. Bertusi, ingénieur, « Bulletin technique » du 7 mai 1938, p. 129.



Température ambiante et température superficielle des vêtements d'une personne, en °C

Légende :

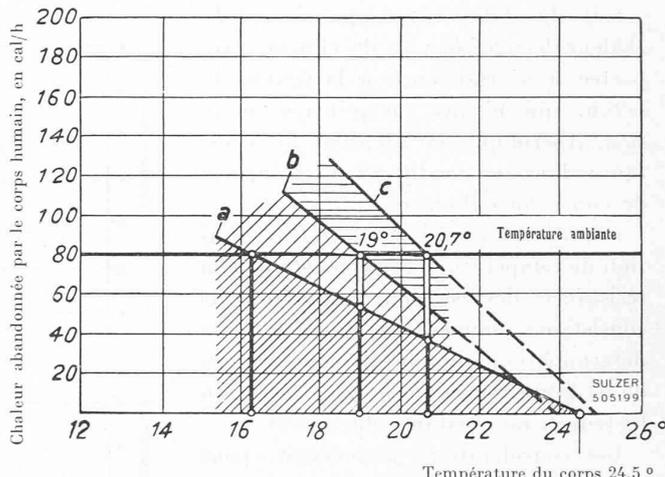
- ==== Chaleur abandonnée par rayonnement
- ==== Chaleur abandonnée par convection

Fig. 11. — Parts de la convection et du rayonnement (sans l'évaporation) dans la déperdition de chaleur d'une personne normalement habillée sous différentes températures ambiantes.

la proportion moyenne trouvée pour le chauffage par convection, la perte de chaleur s'élève de 80 à 120 cal/h ; il faut donc, dans ce cas, qu'une réduction de la circulation dans la peau vienne en abaissant la température superficielle, et le corps n'éprouve plus un agréable sentiment de bien-être.

Pour revenir à une déperdition totale de 80 calories par heure, dans un local chauffé par convection, il faudrait élever au delà de 20° C la température de l'air, ce qui aurait comme conséquence immédiate d'abaisser de plus de 50 cal/h, soit à moins de 40 calories par heure, la quantité de chaleur dissipée par convection. Or, c'est précisément cette dernière qui, au point de vue physiologique, est la plus utile et la plus agréable, et l'on rappelle fréquemment, ces derniers temps, que le sentiment de bien-être est lié à l'existence d'un certain déplacement de l'air ambiant. Une très lente circulation d'air, inférieure à celle qu'on peut qualifier de « courant d'air » est engendrée par le corps humain lui-même et cette circulation est plus active avec le chauffage par rayonnement qu'avec le chauffage par convection. Pour en faciliter l'interprétation le diagramme 11 a été simplifié : on y a négligé le fait que le rayonnement est une fonction de la température des parois, tandis que la convection dépend de la température réelle de l'air. — Le diagramme 12 donne, en valeurs moyennes seulement, pour éviter la surcharge de la figure, des indications plus précises : la ligne *a* indique les calories cédées par convection, qui d'ailleurs sont les mêmes que sur le diagramme 11. Par contre les obliques *b* et *c*, relatives au rayonnement, sont déplacées.

La figure 11 montre non seulement que, pour une proportion moyenne de la déperdition par rayonnement, la température d'un local chauffé par rayonnement peut être de 2° C environ inférieure à celle que demanderait le chauffage par radiateurs, mais encore qu'il est possible, pour une même déperdition totale, de pousser plus loin la différence en faveur du chauffage par rayonnement, si l'on prend les chiffres extrêmes pour base de comparaison. La figure 11 donne donc en quelque sorte la clé du premier avantage essentiel du chauffage par rayonnement : l'évacuation de chaleur du corps humain conduit à un sentiment plus agréable.



Température ambiante et température superficielle des vêtements d'une personne, en °C

Légende :

- ==== Chaleur abandonnée par rayonnement
- ==== Chaleur abandonnée par convection

Fig. 12. — Chaleur cédée par convection et par rayonnement pour chauffages par panneaux et par radiateurs. Diagramme de principes tenant compte que le rayonnement dépend de la température des parois, tandis que la convection est une fonction de la température réelle de l'air.

Une autre propriété, que les considérations précédentes n'ont pas soulignée mais qui ne leur est pas moins étroitement liée, est la suppression de la circulation de l'air, mouvement qui peut, dans un local chauffé par convection, soulever et transporter de la poussière et des germes infectieux.

Enfin, une dernière partie de la déperdition de chaleur du corps humain n'a pas encore été considérée : c'est celle qui se produit par contact direct. Cette fraction n'intéresse pratiquement que la plante des pieds. Si leur perte de chaleur est peu importante en regard du total, il importe cependant de s'arrêter au fait que la température du plancher est plus élevée que celle de l'air, car il pourrait à l'avenir constituer un remède à cette sensation de froid aux pieds qui paraît souvent devenir chronique. Elle est sans doute causée par la

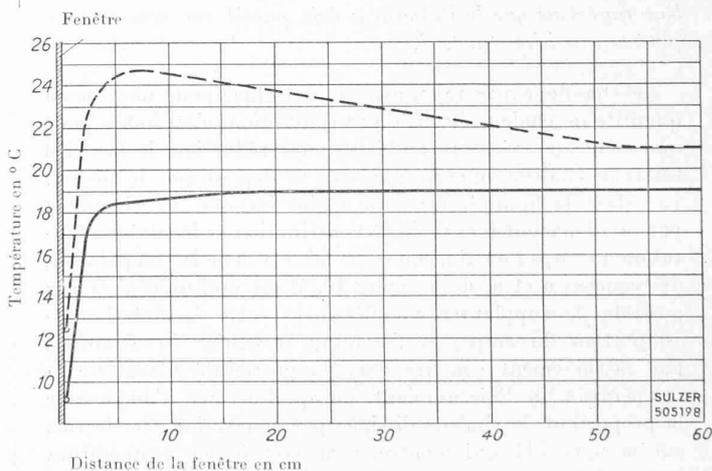


Fig. 13. — Comparaison des températures relevées en sens horizontal dans une pièce chauffée par rayonnement et dans une autre chauffée par convection. (Température à l'extérieur -2° C.)

température plus basse du plancher en cas de chauffage par convection.

Le deuxième avantage essentiel qu'on peut mettre à l'actif du chauffage par rayonnement consiste dans l'action qu'il exerce sur le refroidissement provoqué par les fenêtres (figure 13); ces ouvertures ne donnent pas seulement passage à la lumière, mais c'est aussi par elles que s'échappe une grande partie de la chaleur. L'utilisation de grandes surfaces vitrées (fig. 14) est en effet en liaison beaucoup plus étroite qu'on ne se l'imagine habituellement avec l'évolution du chauffage. Les anciens systèmes disposant les corps de chauffe (poêles en catelle ou en fonte, radiateurs) le long des parois internes, n'auraient jamais permis, à cause du refroidissement qu'elles provoquent, l'adoption des vastes fenêtres aujourd'hui si nombreuses. Les grandes baies couvrant presque toute une paroi, comme on le voit sur la figure 15, n'ont pu s'introduire que lorsqu'on songea et parvint à placer les corps de chauffe directement sous ces surfaces de déperdition intense. Si la disposition convenable des tablettes de fenêtres permet d'éviter les courants d'air froid si désagréables pour les occupants, il est, par contre, impossible d'éliminer le rayonnement du corps humain sur ces surfaces froides. Ce rayonnement traverse le courant d'air chaud que l'on s'efforce de créer devant les vitres et le seul remède consiste à élever la température de l'air, de façon à compenser l'augmentation des pertes par rayonnement en diminuant celles de la convection, comme les chiffres de la figure 8 l'ont déjà montré.

Il ne faudrait pas croire que l'exigence de températures ambiantes de 20° C et plus, soit simplement un signe de mauvaise habitude contractée graduellement par le corps humain. Lorsque la perte par rayonnement vers les fenêtres augmente, on doit élever la température ambiante et, si l'on

admet les valeurs extrêmes données par les mesures du rayonnement, on constate d'après la figure 11 que, pour éviter une déperdition dépassant 80 calories par heure, il faut une température ambiante de 21° C environ.

Au contraire, le chauffage par rayonnement, ou par panneaux chauffés, compense le rayonnement du corps vers les fenêtres froides par une forte diminution du rayonnement vers les autres surfaces qui limitent le local. Ce système présente donc par là un avantage considérable, car non seulement il permet de chauffer agréablement les locaux pourvus de grandes fenêtres tout en conservant des températures inférieures à 20° C, mais encore il réalise une économie de chaleur puisqu'on évite la circulation de l'air chaud le long des surfaces vitrées. La figure 13 compare les résultats obtenus par des mesures effectuées dans des locaux semblables munis de fenêtres à simple vitrage dans les deux cas du chauffage par rayonnement et du chauffage par convection. Elle donne la répartition des températures relevées sur une même horizontale au voisinage immédiat de la fenêtre jusqu'au contact de la surface interne de la vitre.

On distingue nettement, sur la courbe relative au chauffage par convection, l'influence d'un courant ascendant d'air chaud, qui réchauffe bien quelque peu la vitre, mais augmente de ce fait les pertes de chaleur vers l'extérieur. Malgré ce courant chaud, la température du local doit être d'environ 2° C plus élevée que dans le cas du chauffage par rayonnement. Avec ce dernier système, au contraire, la température de l'air reste régulière et sensiblement constante jusqu'au voisinage immédiat de la fenêtre et ne s'abaisse qu'au contact de la vitre. Donc, tandis que la température de l'air est de 2° C plus basse, celle de la face interne de la fenêtre est d'environ 3,5° C inférieure à celle que provoque le chauffage par convection.



Fig. 14. — Salon de musique, chauffé par rayonnement, dont la porte vitrée donne sur une terrasse.

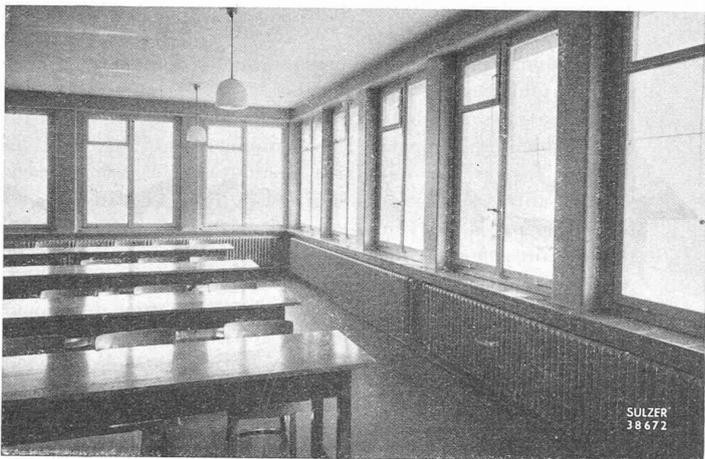


Fig. 15. — Salle d'école. Sous les fenêtres, tous les panneaux sont occupés par les radiateurs.

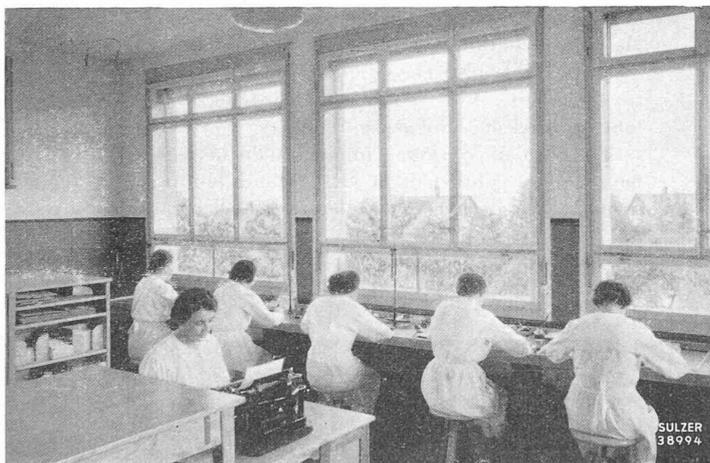


Fig. 16. — Atelier d'horlogerie, chauffé par rayonnement, où l'on travaille sans inconvénient à proximité des fenêtres.

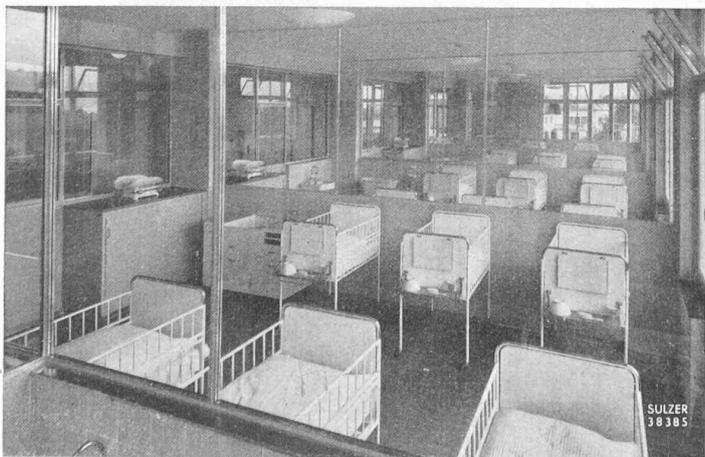


Fig. 17. — Pouponnière Nestlé, à Vevey (Fondation Louis Dapples), pourvue d'un chauffage par rayonnement Sulzer.

Bien qu'on ne puisse éviter qu'au contact de la vitre, une couche d'air d'environ 2 à 3 cm d'épaisseur descende lentement vers le sol, il ne se produit aucun courant d'air perceptible même pour des personnes placées tout près de la fenêtre. Comme le montre la figure 16, on peut même, dans les locaux de travail chauffés par rayonnement, placer les occupants à proximité immédiate des fenêtres; nombre de propriétaires d'ateliers semblables ont déjà exprimé leur satisfaction en termes élogieux.

L'ancien précepte d'après lequel les radiateurs doivent se disposer sous les surfaces de plus grande déperdition, n'est donc aujourd'hui plus absolu; il a cédé le pas à un nouveau principe, plus économique et laissant plus de liberté à l'architecte, et qui permet de compenser une forte déperdition par rayonnement unilatéral par une réduction correspondante de ce phénomène dans les autres directions.

La figure 14, relative à une maison particulière dont les pièces du rez-de-chaussée ne sont séparées du terre-plein extérieur que par une paroi vitrée, fait bien ressortir la liberté dont jouit l'architecte pour aménager les pièces d'une maison d'habitation. Quelle solution aurait-il fallu donner au problème du chauffage de cette pièce, si l'on avait été obligé de s'en tenir à une disposition semblable à celle de la figure 15?

On aurait installé les corps de chauffe le long des murs intérieurs ou des parois de séparation, ce qui aurait considérablement gêné l'aménagement intérieur, ou alors, contre toutes les règles de l'hygiène, dans des canivaux ménagés sous les portes-fenêtres et qui n'auraient pas manqué de servir également de décrotoir pour les chaussures. Ces sujétions gênantes ont maintenant disparu et la technique du chauffage s'est adaptée à l'évolution de la construction en favorisant même, grâce à l'emploi des panneaux rayonnants, le choix de grandes baies vitrées.

Ces grandes fenêtres ne donnent pas seulement libre passage aux rayons du soleil; le chauffage par rayonnement permet aussi de les faire servir dans une plus large mesure à l'aération. Comme on l'a vu sur la figure 13, la température de l'air, dans un local chauffé par rayonnement, est moins élevée; la perte de chaleur qu'entraîne la sortie de l'air par la fenêtre ouverte est donc moins importante et, dès la fermeture de celle-ci, l'air frais qui a pénétré dans la pièce pendant l'aération se réchauffe plus rapidement. Pendant l'ouverture des fenêtres, les parois chaudes continuent d'ailleurs à exercer leur influence à l'intérieur. Le chauffage par panneaux présente donc, à ce point de vue, un avantage très appréciable particulièrement pour les écoles, hôpitaux ou maisons d'habitation, et la figure 17 représentant l'intérieur d'une pouponnière moderne, illustre bien les possibilités que présente ce mode de chauffage pour l'aménagement des établissements de ce genre.

Les mêmes avantages se font sentir dans les magasins de vente où la place est précieuse et où l'on peut disposer de celle qu'occuperaient les radiateurs. Un des plus importants bâtiments de ce genre en Suisse dans lesquels la maison S. F. a installé le chauffage par rayonnement est celui des Grands Magasins Jelmoli à Zurich. L'installation est conçue de façon à servir en été au rafraîchissement des locaux. Cette propriété constitue pour le chauffage par panneaux rayonnants un avantage incontestable.