

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 117 (1991)
Heft: 24

Artikel: Les radiations infra-rouges diurnes et nocturnes
Autor: Barde, Olivier
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77688>

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: 06.02.2025

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

Les radiations infra-rouges diurnes et nocturnes

Si les « radiations solaires » sont de mieux en mieux étudiées et connues, il n'en va pas de même pour leur contrepartie, les « radiations infra-rouges ». A toute action correspond une réaction. Le rayonnement solaire conduirait à des réchauffements considérables si un « contre-rayonnement » ne s'y opposait pas. On observe cependant dans ce domaine, de la part du public tant privé que professionnel, une méconnaissance ou un manque d'intérêt difficile à expliquer. Les publications sont rares et beaucoup de phénomènes en relation directe avec le « rayonnement infra-rouge » sont traités sans qu'il en soit fait mention.

Cet article, qui se veut aussi simple que possible, tente d'expliquer le phénomène et de mettre en évidence certains exemples bien connus.

Rédaction

Zusammenfassung

Die Sonnenstrahlung auf die Erde - Quelle allen Lebens - hat drei Wirkungen:

1. Eine Temperaturerhöhung,
2. Die Verdunstung von Wasser, die den Regen verursacht,
3. Die Konvektion von Wasser, die die Winde bewirkt.

Die Temperaturerhöhung wird durch eine «Gegenradiation» gedämpft, die sogenannte «Infrarot Strahlung». In der Nacht kann diese Strahlung zu Temperatursenkungen führen, die in gewissen Fällen 30 Grad Kelvin erreichen können. Sie ist die Ursache von Tau, und, bei tiefen Temperaturen, Frost. Die Wirkungen auf die Konstruktionen wurde erst seit einigen Jahren anerkannt. Diese Strahlung wird in unseren Gegenden nicht ausgenützt.

Résumé

L'ensoleillement de la surface terrestre, source de toute vie, a trois effets : une élévation de la température, une évaporation qui produit la pluie et une convection de l'air qui produit les vents. L'élévation de la température est compensée par une « contre-radiation » appelée « infra-rouge ». Les baisses de température qui en résultent peuvent, de nuit, atteindre plus de 30 K (degrés kelvin). Elles provoquent la rosée ou le givre par temps froid. Les effets sur les constructions commencent seulement à être reconnus. On ne tire pas parti de ces rayonnements dans nos régions.

1. Les rayonnements thermiques

Tout corps émet en permanence un rayonnement thermique, selon la loi de Planck. Ce rayonnement dépend directement de la température et de la nature de sa surface. De même, il reçoit les rayonnements thermiques des autres surfaces auxquelles il est

PAR OLIVIER BARDE, GENÈVE

exposé. Le « rayonnement effectif » correspond à la différence de ces actions.

Sans entrer dans les détails, rappelons que l'émission thermique est fonction de la 4^e puissance de la température absolue de la surface, exprimée en K et de la qualité d'émission de la surface par rapport à celle d'un « corps noir ». Pour différentes températures, le spectre d'émission du rayonnement thermique se présente comme indiqué par la figure 1.

Les températures de surface peuvent être mesurées avec une grande précision. Pour les bâtiments, les caméras

de thermographie infra-rouge permettent de « lire » ces températures, et surtout de discerner les différences qui peuvent être causées par les « ponts thermiques ».

L'ensemble des phénomènes liés à des vibrations peut être représenté par la figure 2.

2. La « radiation solaire »

La température du soleil est de quelque 6000°C et l'irradiation correspondante mesurée aux confins de l'atmosphère est appelée « constante solaire »; elle est d'environ 1400 W/m². Seule une fraction de cette énergie parvient à la surface du globe; elle varie en fonction de la latitude, de la saison, de l'heure, et des « facteurs de trouble ». Dans nos conditions, le « rayonnement maximum global », sur une surface horizontale, est d'environ 950 W/m². Il

existe quantité de publications qui en donnent les valeurs moyennes et extrêmes dans toutes les conditions. Il n'entre pas dans le cadre de cet article de décrire ces phénomènes sous tous leurs aspects physiques.

Le spectre de cette radiation peut être représenté comme indiqué par la figure 3.

Cette radiation est strictement diurne et elle varie au cours de la journée (fig. 4).

3. La contre-radiation « infra-rouge » terrestre

Ce néologisme de « contre-radiation » a été introduit pour parler de la « radiation réactive » d'un corps subissant une radiation solaire directe, ou ayant subi une telle radiation. Il s'agit là d'un point capital, toute surface émet une « contre-radiation »:

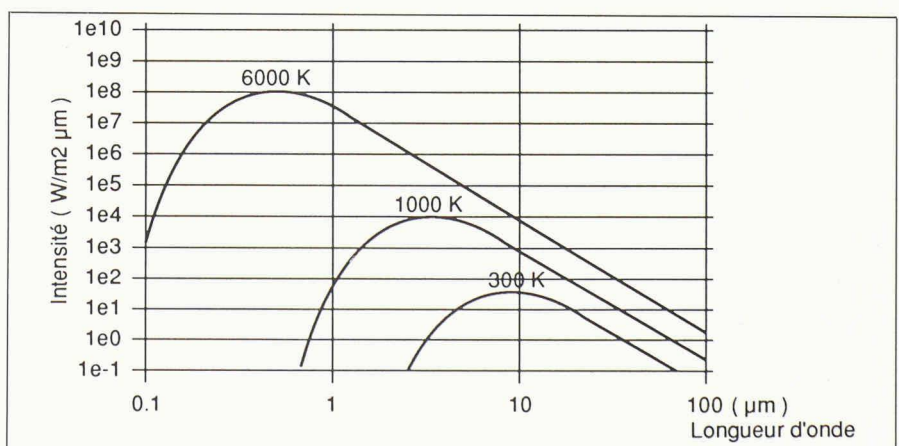


Fig. 1. - Intensité du rayonnement des corps noirs [1]¹.

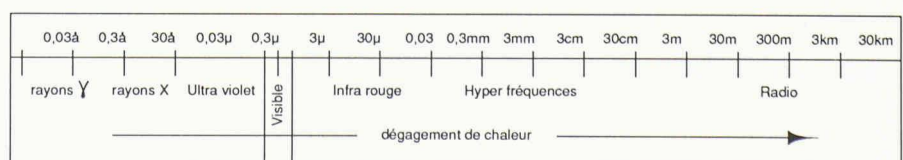


Fig. 2. - Tableau général du spectre électromagnétique.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

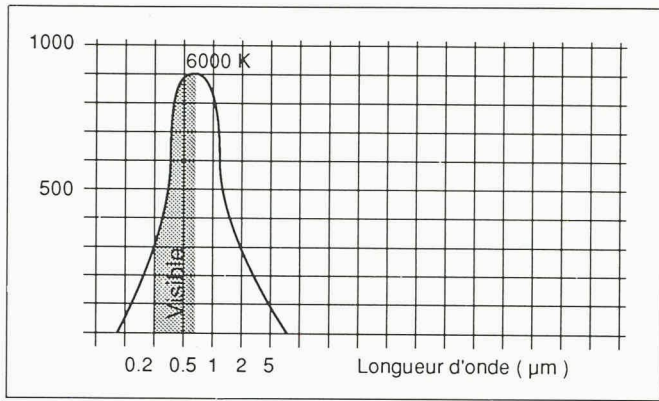


Fig. 3. - Spectre de la radiation solaire [1].

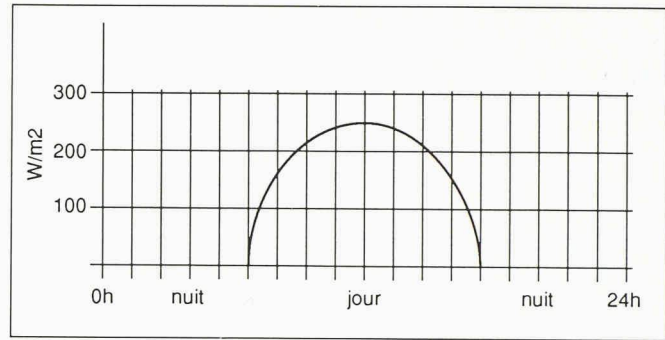


Fig. 4. - Variation diurne du rayonnement solaire (exemple).

TABLEAU 1. - Effets des radiations solaires.

Rayonnement solaire, c'est-à-dire chaleur absorbée par la surface:	
environ 165 W/m ²	- évaporation: 29%, 48 W/m ²
100%	- convection de l'atmosphère: 33%, 54 W/m ²
	- refroidissement: 38%, 63 W/m ²

- de jour, pendant une radiation directe,
 - de nuit, après une radiation directe.
 Le spectre de cette radiation correspondant à une température de surface de l'ordre de 300 K (soit donc environ 30°C) et à un ciel dégagé de nuages, peut être figuré selon la figure 5.

En cas de ciel couvert, le spectre est modifié comme suit, ce qui correspond à une forte baisse du rayonnement (fig. 6):

Les longueurs d'onde étant supérieures aux 0,8 µm correspondant à la couleur rouge, l'appellation « infra-rouge » est justifiée. On parle aussi du « rayonnement du ciel ». La répartition nyctémérale - sur 24 heures - est à peu près constante, comme l'indique la figure 7.

La valeur de ce rayonnement est difficile à mesurer et dans bien des cas c'est une estimation de la « température du ciel » qui est utilisée. Cette température peut être de 30°C inférieure à celle du terrain.

4. Effets de la « radiation solaire »

Le réchauffement et l'illumination de la surface du globe sont une condition de la vie animale et végétale.

La radiation solaire a deux autres effets:

- le cycle hydrologique, c'est-à-dire l'évaporation des eaux et la pluie
- la mise en mouvement des masses d'air, c'est-à-dire les vents.

Un bilan permet de quantifier ces phénomènes (tableau 1).

Ces valeurs sont des moyennes annuelles.

Note: il n'entre pas dans le cadre de cet article d'expliquer l'« effet de serre », ni les problèmes liés aux réflexions dans l'atmosphère.

5. Les effets de la « radiation infra-rouge »

Il convient de distinguer entre le jour et la nuit. De jour, les radiations infra-rouges ont pour effet de réduire quelque peu l'échauffement des surfaces. Par contre, de nuit, en cas de ciel dégagé, les baisses de température résultant des radiations infra-rouges ont des conséquences beaucoup plus sensibles. Ce sont toutes les surfaces exposées qui baissent de température, à l'exception des nappes d'eau.

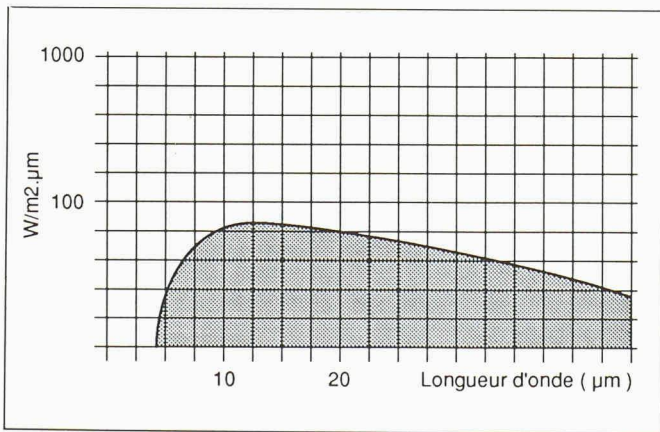


Fig. 5. - Spectre de la radiation terrestre, ciel clair [1].

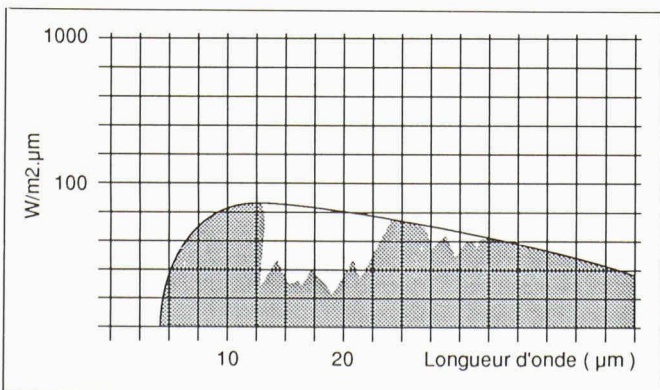


Fig. 6. - Spectre de la radiation terrestre, ciel couvert [1].

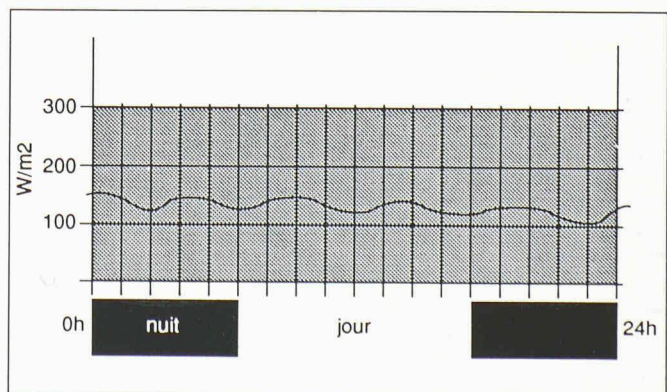


Fig. 7. - Répartition de la radiation « infra-rouge » [4].

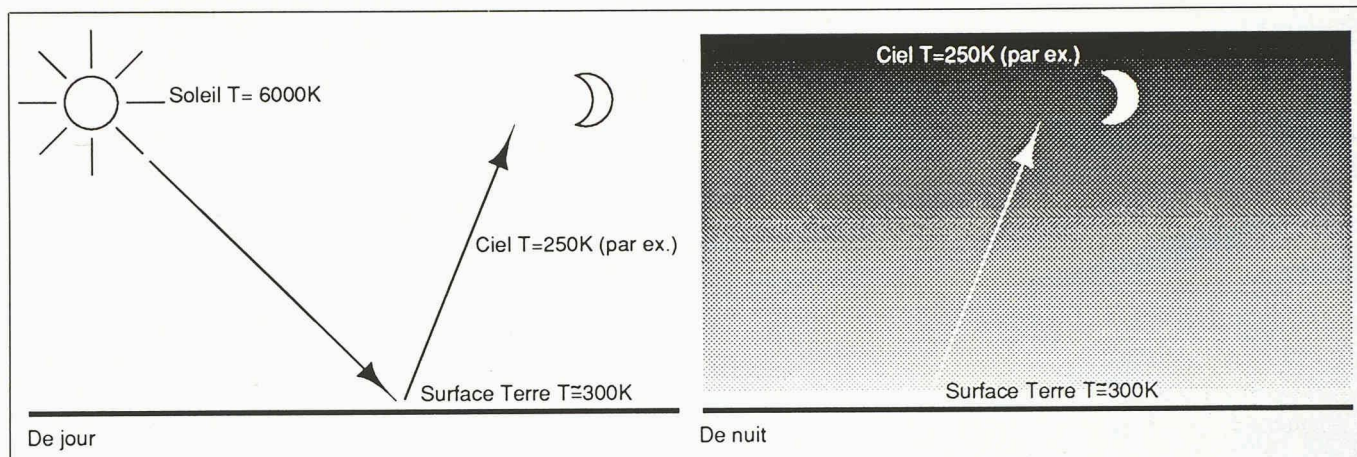


Fig. 8. – Combinaison radiation solaire et infra-rouge.

L'ampleur de la chute est fonction de plusieurs causes, parmi lesquelles on peut citer :

- la clarté du ciel
- l'humidité de l'air
- la température de surface
- la longueur de la nuit
- le vent

- et surtout la nature de la surface. La différence de température entre une surface exposée, et la température de l'air dite « météorologique », c'est-à-dire sous abri à 2 m du sol, peut atteindre 30 K.

L'abaissement de la température du sol, qui intervient rapidement après le coucher du soleil, peut conduire à la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Il s'agit de la « rosée », phénomène naturel bien connu. En cas de temps froid, c'est le « givre », et les brouillards dans les zones basses. Il faut relever, dans certains climats tropicaux, que l'apport d'eau qui en résulte peut dépasser largement celui dû à la pluie. Dans les pays nordiques et au Canada, en hiver, la radiation infra-rouge peut conduire au gel des rivières, en commençant par le fond ! Géologiquement, le phénomène répété de façon incessante pendant des millions d'années aurait pu conduire à « fabriquer » les quantités incroyables de sable que l'on trouve à la surface du globe.

La baisse de température du sol, par rapport à celle de l'air, est connue depuis longtemps des agriculteurs. Des enregistrements sont faits régulièrement, sous le nom de T.N.G., « Temperature Near Ground ».

On remarque que la terre gèle bien plus souvent que ne semble l'indiquer la température de l'air qui la surmonte. Dans les bâtiments traditionnels, le refroidissement nocturne des toitures et des murs n'est que peu sensible.

En revanche, les tôles utilisées en toiture se refroidissent fortement et il en résulte de la condensation dessus et dessous. L'évaporation de l'eau con-

densée sur ces surfaces se fait rapidement pendant la journée. Par temps froid, par contre, un ensoleillement subit peut conduire à une fonte rapide de la glace et à de véritables chutes d'eau. Les surfaces vitrées, par exemple les cages d'escalier des vieux immeubles, ou les serres, sont opaques à la radiation infra-rouge et il n'y a pas de condensation.

La combinaison des « radiations solaires » et des « radiations infra-rouges » peut se représenter selon le schéma de la figure 8.

Sur le plan biologique, on observe que la pigmentation des populations des pays chauds est sans doute déterminée par le besoin physiologique d'éliminer la chaleur. Au contraire, le pelage des ours blancs pourrait correspondre à une émission minimale.

6. Quelques exemples d'utilisations pratiques des « radiations infra-rouges »

Au V^e siècle avant J.-C., le Grec Protagoras rapporte que les Egyptiens produisaient de la glace dans la vallée du Nil, en plaçant la nuit des récipients pleins d'eau sur le toit des maisons. Le procédé est encore utilisé en Iran et au Chili, grâce à un perfectionnement apporté par Félix Trombe [2]. Récemment, nous avons entendu parler d'un cas où les capteurs solaires étaient utilisés de nuit pour refroidir une piscine surchauffée. Les spécialistes des capteurs solaires signalent que les problèmes de refroidissement nocturne sont relativement faibles.

7. Conclusions

Les « radiations infra-rouges » ont donc pour effet de refroidir les surfaces terrestres et de compenser le rayonnement solaire. De jour, l'élévation de température due à l'ensoleillement est donc modérée, de nuit en revanche, la

Bibliographie

- [1] *Element 23 et Element 29*, Industrie suisse de la terre cuite, Zurich 1981 et 1990.
- [2] BURGER, RECORDON, BOVET, COTTON ET SAUGY : « Thermique des nappes souterraines », Presses polytechniques romandes, Lausanne 1985.
- [3] THEVENOT, R. : « Histoire du froid artificiel », Institut international du froid, Paris 1978.
- [4] « Mesures d'ensoleillement à Genève », Publications CUEPE Université Genève, vol. 3 1981, vol. 7 1984.
- [5] SAGELSDORFF, FRANK et al. : « Einfluss der Strahlungsvorgänge an der Gebäudehülle », IVBH Kongress, Wien 1980.
- [6] « Sonnenenergiegewinnung durch opake Bauteile », *Schweizer Ingenieur und Architekt*, Nr. 38/91.
- [7] « Cooling by nocturnal radiation », *ASHRAE Fundamentals* 1985.
- [8] HADNI, A. : « L'infra-rouge », Que sais-je ?, PUF 1981.
- [9] Meteodaten EMPA Abt. Bauphysik 1981.
- [10] ANETZ EMPA disquette (Fr. 200.- par an).

chute de température de ces surfaces peut être très importante. Les effets de ces baisses de température, par exemple la rosée et le givre, sont bien connus. L'exploitation du phénomène est par contre inexistante. On peut donc se demander si une conversion de certaines de nos installations de capteurs solaires ne serait pas possible pour une double exploitation !

Dessins : Arnaud Lambert.

Adresse de l'auteur :

Olivier Barde, ing. SIA
Ingénieur-conseil en thermique
du bâtiment
Boulevard des Promenades 4
1227 Carouge-Genève