

Peut-on mesurer la température de l'air avec un thermomètre infrarouge ?

Rédaction : Jean Cassanet, membre de la SMF-Météo et Climat

Depuis quelques années la mesure de température à distance a pris une importance croissante dans les domaines industriel et scientifique, mais aussi auprès du grand public. La facilité de mise en œuvre d'un thermomètre "infrarouge" y est pour beaucoup, puisqu'il suffit de le pointer vers l'objet dont on souhaite mesurer la température pour voir un résultat s'afficher immédiatement. Si on y ajoute le fait que ces appareils sont devenus financièrement très

abordables, avec des premiers prix autour de 20 €, on conçoit que leur diffusion soit en croissance. La facilité d'usage de ce type de thermomètre ne doit pas cependant occulter la question de la signification du résultat de la mesure. Peut-on par exemple mesurer la température de l'atmosphère avec cet appareil, tout comme on le ferait avec un thermomètre à mercure ou avec un capteur de température usuel (thermistance, thermocouple...) ?

Pour lever le doute, il suffit de tenter l'expérience :



Photo ci-contre, par temps calme et couvert :

- à gauche : le thermomètre infrarouge, orienté vers le haut indique **-2°C**.

- à droite : le thermomètre numérique à sonde électronique (thermistance CTN) indique **16,3°C**.

L'écart entre les deux résultats montre qu'on ne peut accéder à la température de l'air par thermométrie infrarouge sans se poser le problème de ce que l'on mesure réellement.

Principe de fonctionnement d'un thermomètre infrarouge

Un thermomètre infrarouge comporte un détecteur de rayonnement qui convertit l'énergie reçue en tension électrique et un dispositif qui traduit cette tension en "température", directement lisible par l'opérateur. Le fonctionnement d'un tel appareil repose donc sur la détection à distance du rayonnement émis par l'objet vers lequel on pointe le thermomètre, et plus généralement sur les propriétés théoriques du "corps noir".

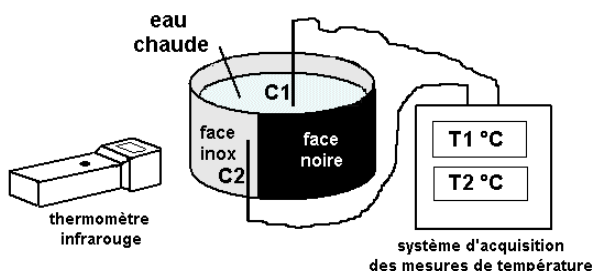
diffère du "zéro absolu" (-273,15°C) et le spectre de ce rayonnement (le domaine de longueurs d'ondes, pour simplifier) dépend de leur température, le cas idéal étant celui du "corps noir".

Par exemple, une plaque de cuisson émet un rayonnement visible (de couleur rouge, longueur d'onde de l'ordre de 0,7 μm) lorsque sa température atteint 800°C, alors que des objets à la température ambiante rayonnent principalement dans le domaine de longueur d'onde situé entre 10 et 12 μm (infrarouge, que l'œil humain ne peut détecter).

Quelques éléments à propos du « corps noir »

Sans entrer dans le détail de la théorie il convient de préciser que tous les objets émettent un rayonnement électromagnétique, dès lors que leur température

C'est ainsi que la détection des rayonnements émis par un objet permet apparemment d'accéder à sa température...mais les choses ne sont pas aussi simples, ainsi que le démontre l'expérience suivante.



Le dispositif expérimental comporte :

- un récipient en acier inox dont la face externe est partiellement peinte en noir,
- deux capteurs de température reliés à un système d'acquisition (C1 plonge dans l'eau chaude et C2 est au contact de la face externe du récipient),
- un thermomètre infrarouge que l'on orientera au choix vers la face noire ou vers la face inox.

L'expérience consiste à effectuer des mesures comparées (sonde thermométrique et thermomètre infrarouge) de la température d'un récipient métallique contenant de l'eau chaude pour deux situations successives, A et B.



Situation A :

- l'eau chaude est à 56°C (capteur **C1**).
- la paroi externe inox est à 39,5°C (capteur **C2**)*
- le thermomètre infrarouge visant la face noire indique 54°C.

Situation B :

- l'eau chaude est à 53,6°C (capteur **C1**).
- la paroi externe inox est à 42,1°C (capteur **C2**).
- le thermomètre infrarouge visant la face en inox poli indique 26°C.

* A noter que C2, au contact de la paroi (mais aussi de l'air ambiant) donne une indication sous-estimée de la température de celle-ci.

Les résultats précédents montrent que pour la situation A, il y a peu d'écart entre les indications du thermomètre infrarouge et celles du capteur C1 immergé dans l'eau.

Par contre, la situation B ne permet pas de mesurer à distance la température du récipient contenant de l'eau chaude.

La seule différence entre A et B se situant au niveau de **l'état de la surface** vers laquelle on pointe le thermomètre infrarouge, on imagine aisément les difficultés que peut engendrer la mesure de température à distance.

Ici, pour la situation A, on est proche de la mesure de température d'un "corps noir", grâce à la peinture noire qui recouvre le récipient, si bien que la thermométrie infrarouge est crédible.

Pour la situation B, rien ne va plus, et les résultats de la thermométrie infrarouge ne sont pas significatifs.

En fait, c'est "**l'émissivité spectrale**" de la surface qui induit ces écarts entre A et B.

Cette émissivité peut varier entre 0 (corps parfaitement réflecteur) et 1 (corps noir), d'où les difficultés d'interprétation de mesures effectuées par thermométrie infrarouge.

Conclusion

Dans la nature, certains milieux se comportent pratiquement comme des corps noirs.

C'est le cas de l'eau (émissivité spectrale : 0,95), si bien que la mesure de la température de surface de l'eau par thermométrie infrarouge est fiable et couramment pratiquée. Il n'en est pas de même pour l'atmosphère et de ce fait, on ne peut aisément mesurer la température de l'air par cette méthode.

A noter que pour l'expérience introductive, ce qui a probablement été mesuré (-2°C), c'est la température de la surface inférieure de la couverture nuageuse (cette dernière riche en eau, jouant le rôle du "corps noir").