

1.1 Emission totale de rayonnement

Tous les corps émettent du rayonnement électromagnétique. La quantité totale émise est donnée par la loi de Stefan, elle dépend de leur température suivant une loi universelle et dépend aussi de leurs caractéristiques propres. Soit M l'énergie émise par un m^2 d'un corps donné (en Wm^{-2}) et T sa température en degrés Kelvin ($T = 273,15 + \text{température en Celsius}$)

$$M = \varepsilon \sigma T^4$$

où $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ est une constante universelle. ε , qui est compris entre 0 et 1, est une caractéristique du corps en question, c'est son pouvoir d'émission, identique à son pouvoir d'absorption. On dit d'un corps pour lequel $\varepsilon = 1$ que c'est un corps noir, totalement absorbant ou totalement émissif; un corps pour lequel $\varepsilon = 0$ est dit transparent. Donc, un corps noir absorbe tout le rayonnement électromagnétique qu'il reçoit et émet la totalité du rayonnement qu'il a le "droit" d'émettre compte tenu de sa température. Cela ne signifie pas forcément qu'il émet autant d'énergie qu'il en absorbe puisque la quantité émise dépend de sa température: un corps noir froid éclairé par le rayonnement d'un corps chaud absorbe davantage d'énergie qu'il n'en émet; il se réchauffe alors et sa température augmente, la quantité d'énergie émise augmente également jusqu'à l'équilibre, lorsque celui-ci est atteint, il émet alors, mais alors seulement, autant d'énergie qu'il en reçoit.

1.2 Dépendance spectrale du rayonnement émis

La deuxième loi physique importante ici est la loi de Planck. Elle précise la dépendance spectrale du rayonnement émis, c'est-à-dire la façon dont il est réparti en fonction de la longueur d'onde. Là encore, le rayonnement qui est émis par un corps à une longueur d'onde donnée est le produit d'une fonction universelle qui ne dépend que de sa température (la fonction de Planck) et d'un coefficient qui varie en fonction de la longueur d'onde et qui est caractéristique du corps. C'est son pouvoir émissif spectral, autrement dit ε dépend de la longueur d'onde. Un corps peut donc être transparent à une longueur d'onde et noir à une autre. La loi de Planck précise en particulier que plus un corps est chaud, plus il émet à des longueurs d'ondes courtes ou, ce qui revient au même, à des fréquences élevées.

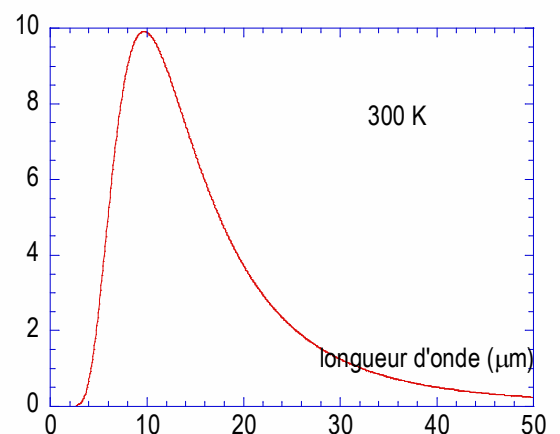
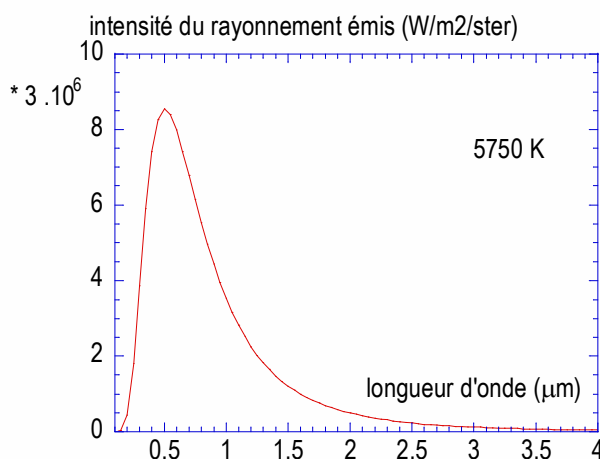


Figure 3: dépendance spectrale du rayonnement émis par un corps noir, c'est-à-dire totalement opaque, pour deux températures: 5750K, proche de la température de la chromosphère du Soleil et 300K proche des températures terrestres

La chromosphère du Soleil est à une température voisine de 5750 K alors que, sur Terre, les températures sont voisines de 300 K ; tous deux peuvent être assimilés à des corps noirs (ε est proche de 1) . En conséquence, 1 m² de la chromosphère du Soleil émet beaucoup plus qu'un m² de la surface de la Terre, précisément $(5750/300)^4 = 135\,000$ fois plus) et, par ailleurs, le rayonnement émis par le Soleil est maximum à une longueur d'onde beaucoup plus courte que celui qui est émis par la Terre: ce maximum correspond à 0,5µm pour le Soleil (la couleur jaune) et à 10µm pour la Terre c'est-à-dire dans l'infrarouge thermique. Enfin, compte tenu de sa température élevée, la quasi totalité du rayonnement solaire est émis à des longueurs d'ondes inférieures à 4 µm alors qu'au contraire celui qui est émis par la Terre correspond à des longueurs d'onde supérieures à 4 µm. Il y a donc une séparation très nette entre les domaines spectraux de l'émission du Soleil et de la Terre et il est possible de créer des filtres qui laissent passer la lumière du Soleil mais pas le rayonnement émis par la Terre. Le verre est un matériau de ce type: il est transparent au rayonnement de longueur d'onde inférieur à 2,7 µm et opaque (noir) au rayonnement de longueur d'onde supérieure. Le verre laisse donc passer le rayonnement solaire mais pas le rayonnement tellurique (émis par la terre). Ce n'est pas une question de provenance mais une question de longueur d'onde: le verre est transparent au rayonnement de courte longueur d'onde et le rayonnement solaire est concentré dans les courtes longueurs d'onde, c'est pour cela que le verre est transparent à la lumière solaire et en particulier à la lumière visible.

1.3 Réflexion, absorption et émission

Une cible réfléchit plus ou moins la lumière qu'elle reçoit. Ce pouvoir réflecteur dépend de la longueur d'onde; c'est ce qui explique que la cible puisse nous apparaître de telle ou telle couleur (elle apparaît verte si sa réflexion est forte aux longueurs d'onde du rayonnement vert (approximativement 0,53 µm) et faible ou nulle aux autres longueurs d'onde du rayonnement visible. Si la cible n'est pas éclairée, elle ne renvoie pas de lumière et est donc invisible à nos yeux. Pourtant, elle émet du rayonnement électromagnétique mais elle est trop froide et la longueur d'onde du rayonnement qu'elle émet est trop grande pour nos yeux ($> 0,8\, \mu\text{m}$), ce rayonnement n'est donc pas détecté. Si la température de la cible augmente, elle finira par devenir visible, même dans le noir parce que le rayonnement qu'elle émettra correspondra à des longueurs d'onde auxquelles l'œil est sensible.

On dit qu'un rayonnement est réfléchi par une cible lorsqu'il provient initialement d'une source différente (le Soleil ou une lampe) et est renvoyé par la cible exactement comme une balle de ping-pong est envoyée sur la table par la raquette et est renvoyée (réfléchi) par la table. Dans ce cas, la source primaire est la raquette, la source secondaire est la table. Si la table de ping-pong ne réfléchissait pas la balle de ping-pong mais en quelque sorte l'avalait, la balle serait absorbée. Si au contraire, la table éjectait une balle de ping-pong, comme ça, sans qu'il y ait la moindre raquette, elle émettrait la balle, la table serait alors elle même la source primaire.

Considérons donc une serre ou une véranda. La lumière du Soleil (courtes longueurs d'onde $< 4 \mu\text{m}$) y entre à flots puisque le verre est transparent alors que le rayonnement émis à l'intérieur de la serre ou de la véranda (grandes longueurs d'onde $> 4 \mu\text{m}$) ne peut pas en sortir puisque le verre est opaque aux grandes longueurs d'onde. On peut cependant voir ce qui se passe à l'intérieur de la serre; il y a donc du rayonnement électromagnétique qui sort de la serre à travers le verre. C'est vrai, mais seulement si la serre est éclairée car il s'agit alors de la lumière du Soleil (ou de la lumière provenant de sources artificielles) qui est réfléchi dans la serre. Il s'agit donc bien d'un rayonnement de courtes longueurs d'onde pour lequel le verre est transparent.

Puisque le rayonnement émis à l'intérieur de la serre ne peut pas en sortir, la température de la serre augmente rapidement¹

¹ Ce n'est pas la seule raison: dans une serre, les portes sont fermées et il n'y a donc pas de courant d'air, c'est-à-dire pas de refroidissement par convection.