

Comprendre l'effet de serre : Le rayonnement thermique

I) Rayonnement thermique

a) Définition

Pour pouvoir comprendre ce qu'est l'effet de serre, il faut commencer par savoir ce qu'est le rayonnement thermique, car les deux phénomènes sont intimement liés.

Nous avons vu lors du module 1 que le rayonnement est l'une des formes d'énergie. Il s'agit d'un transfert d'énergie à distance, sans contact physique.

Tout le monde a fait l'expérience de sentir la chaleur émise par un corps porté à haute température et qui rayonne.

C'est le cas par exemple d'un grille pain ou d'un grill, dans lesquels une résistance électrique chauffe jusqu'à devenir rouge, ce qui lui permet de dorer la tartine de pain ou bien de cuire la pizza.

C'est grâce au rayonnement thermique qu'elles émettent que les braises rougeoyantes d'un feu de cheminée réchauffent à distance, ou bien que le charbon de bois d'un barbecue peut griller des saucisses.

De manière analogue, dans une ampoule électrique, le filament est porté à très haute température de telle sorte qu'il devient blanc et émet de la lumière.

b) Variation des propriétés radiatives d'un corps en fonction de sa température

La couleur d'un objet rayonnant varie en effet en fonction de sa température.

A basse température, le rayonnement n'est pas visible. On parle alors de rayonnement infrarouge.

Lorsque la température s'élève, comme dans le cas d'une résistance de four, l'objet apparaît rouge, et, lorsqu'elle est très élevée, comme dans une ampoule à filament, il semble blanc et aveuglant, alors que le filament est noir quand l'ampoule est éteinte.

Par ailleurs, on peut montrer que la quantité d'énergie émise par un objet rayonnant est d'autant plus élevée que sa température l'est.

Ceci montre que les propriétés radiatives d'un corps varient avec sa température.

c) émission-réception du rayonnement thermique

Je disais tout à l'heure que tout le monde sait qu'un corps chaud rayonne.

Ce que l'on sait moins, c'est que, quelle que soit leur température, même lorsqu'elle est basse, tous les objets émettent un rayonnement.

Un objet placé dans un environnement émet donc un rayonnement thermique, mais il en reçoit aussi de tous les matériaux qui l'environnent et qui sont en contact visuel avec lui.

Pour faire simple, disons que, s'il est plus chaud que son environnement, il émet davantage de rayonnement qu'il n'en reçoit, et a donc tendance à se refroidir.

S'il est plus froid que son environnement, il émet moins de rayonnement qu'il n'en reçoit, et a donc tendance à se réchauffer.

d) température d'équilibre

La température d'équilibre d'un corps dépend donc à la fois du rayonnement qu'il reçoit de son environnement et de celui qu'il émet lui-même.

Pour être complet, il faut aussi prendre en compte les échanges thermiques autres que par rayonnement, qui agissent par contact entre l'objet et le milieu ambiant, généralement par convection, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'un fluide comme l'air.

L'objet considéré échange en effet de la chaleur avec l'air ambiant, échange qui dépend surtout de l'écart de température entre eux et de la vitesse de l'air s'il n'est pas au repos.

Je précise que la température d'équilibre peut être très difficile à calculer.

e) refroidissement nocturne

Les échanges radiatifs dont nous venons de parler expliquent le refroidissement à des températures beaucoup plus basses que l'ambiante de la carrosserie et du pare-brise d'une voiture pendant les nuits où le ciel est dégagé, refroidissement qui peut se traduire par la formation de givre sur ces parois.

Ces échanges radiatifs expliquent aussi le dépôt de givre sur les plantes même si la température extérieure est supérieure à 0 °C, comme souvent au petit matin par un jour de printemps : la plante se refroidit par rayonnement et l'humidité de l'air ambiant se condense dessus, puis se transforme en givre.

Dans les deux cas, l'absence de couverture nuageuse a pour conséquence que le véhicule ou la plante voit le ciel comme s'il s'agissait d'un milieu à très basse température, de l'ordre de - 45 à - 75°C pour fixer les idées.

Le rayonnement reçu du ciel est beaucoup plus faible que celui qui est émis par le véhicule ou la plante, qui perd donc plus de chaleur par rayonnement infrarouge dans la direction du ciel qu'il ou elle n'en reçoit, et se refroidit en conséquence en dessous de la température ambiante.

Lorsqu'il y a des nuages, la température du ciel est beaucoup plus proche de celle de la surface de la terre, et les rayonnements émis de part et d'autre sont comparables, de telle sorte que la surface ne se refroidit pas en dessous de l'ambiante.

Bien qu'invisible, ce rayonnement infrarouge joue un rôle fondamental dans l'équilibre thermique de la terre.

f) rayonnement thermique de la terre

Cette image prise par la NASA montre le rayonnement infrarouge de la terre vu de l'espace en janvier 2012.

Les mers chaudes y apparaissent en orange foncé, avec des températures voisines de 25 °C.

Les zones les plus froides et le sommet des nuages à des températures de l'ordre de -60 °C sont colorés en magenta.

Les zones en vert correspondent à des températures de quelques degrés Celsius.