# **Les transferts de chaleur**

# Introduction

L’énergie correspond à un transfert ou échange par interaction d’un système avec son environnement. Ce système subit alors une transformation. On distingue habituellement 2 types d’énergie : i) le travail noté W qui peut prendre diverses formes selon l’origine physique du transfert en jeu (électrique, magnétique, mécanique…..), et ii) la **chaleur notée Q**.

La thermodynamique classique ne s’intéresse généralement qu’aux états d’équilibre et aux variations entre ces états, grâce à l’utilisation de fonctions d’état, qui sur un plan mathématique sont des différentielles totales exactes. On pourrait d’ailleurs plus logiquement appeler cette discipline la thermostatique.

Le formalisme généralement utilisé nécessite ainsi seulement la connaissance des états initiaux et finaux sans pour autant examiner le processus de transfert d’énergie, ni les modes d’interaction. L’étude complète et générale des mécanismes de transfert d’énergie nécessite d’aborder le formalisme de la thermodynamique hors équilibre (formalisme d’Onsager par exemple et théories de Prigogine) .

Dans le cadre de ce cours, nous nous limiterons de façon modeste, parmi les transferts énergétiques, à l’étude des transferts de chaleur ou transferts thermiques, selon un point de vue macroscopique. Nous serons ainsi amenés à répondre à 3 questions:

1. Qu’est ce qu’un transfert de chaleur ?
2. Comment la chaleur est elle transférée ?
3. Pourquoi est-ce important de l’étudier ?

Les réponses apportées à ces 3 questions nous permettrons de comprendre les mécanismes physiques en jeu dans les transferts de chaleur et d’apprécier l’importance de ces transferts chaleur dans les problèmes industriels, environnementaux et économiques.

***Définition :*** Un transfert de chaleur ou transfert thermique entre 2 corps est une interaction énergétique qui résulte d’une différence de température entre les 2 corps.

On distingue habituellement 3 modes de transfert de chaleur :

1. La conduction thermique ou diffusion thermique
2. Le rayonnement thermique
3. La convection

Ces trois modes sont régis par des lois spécifiques et feront ainsi l’objet de chapitres différents, cependant strictement parlant, seuls la conduction et le rayonnement sont des modes fondamentaux de transmission de la chaleur ; la convection, tout en étant très importante, ne fait que combiner la conduction avec un déplacement de fluide.

En outre il est rare qu’une situation particulière ne concerne qu’un seul mode : le plus souvent 2 sinon 3 modes entrent en jeu. Il sera donc nécessaire de poser correctement les problèmes pour prendre en compte ces différents mécanismes.

N’oublions pas qu’un autre mode de transfert, qui ne fera pas l’objet ici d’étude, existe : il s’agit des changements d’état.

## La conduction

La conduction est définie comme étant le mode de transmission de la chaleur (ou l’échange d’énergie interne) provoquée par la différence de température entre deux régions d’un milieu solide, liquide ou gazeux ou encore entre deux milieux en contact physique. (gradient de température dans un milieu).

Dans la plupart des cas on étudie la conduction dans le milieux solides, puisque dans les milieux fluides (c'est-à-dire liquide ou gazeux), il y a souvent couplage avec un déplacement de matière et donc mécanisme de convection.

La conduction est le seul mécanisme intervenant dans le transfert de chaleur dans un solide homogène, opaque et compact.

La conduction s’effectue de proche en proche :

Si on chauffe l’extrémité d’un solide il y a transfert progressif.

Si on coupe le solide, on stoppe le transfert.

*Exemple :* Barre de métal chauffée à l’une de ces extrémités.

On comprend donc intuitivemment que la conduction a une origine microscopique. Il s’agir d’un mécanisme de diffusion de la chaleur.

## Le rayonnement

Le rayonnement thermique peut être considéré comme un cas particulier du rayonnement électromagnétique. L’exemple le plus simple est celui du rayonnement solaire.

Le rayonnement thermique est le mode de transmission par lequel la chaleur passe d’un corps à haute température à un autre plus froid sans nécessité de support matériel. C’est donc le seul mode de transfert de chaleur qui peut se propager dans le vide.

Le rayonnement thermique ne diffère des autres ondes électomagnétiques,comme les ondes hertziennes par exemple, que par son origine : la température. En effet tout corps rayonne tant que sa température est différente de 0K.

Le rayonnement thermique est un phénomène de surface.

## La convection

La convection est le mode de transmission qui implique le déplacement d’un fluide gazeux ou liquide (écoulement) et échange avec une surface qui est à une température différente.

*Exemple :* C’est ce qui se passe le long d’un radiateur. L’air froid s’échauffe au contact avec le radiateur, se dilate et monte sous l’effet de la poussée d’Archimède. Il est alors remplacé par de l’air froid et ainsi de suite ; il ya existence de courants de fluide dans l’air ambiant.

On distinguera la convection forcée (due à l’action d’une pompe, ventilateur…) de la convection naturelle dans laquelle le mouvement du fluide est créé par des différences de densité, elles mêmes provoquées par des différences de températue.

On peut schématiquement représenter les transferts de chaleur comme ci-dessous :

CONDUCTION

CONVECTION

RAYONNEMENT

*Sens du flux de chaleur*

*Sens du flux de chaleur*

*Sens du flux de chaleur*