Chaleur et température

Météo, autocuiseur, pompe à vélo,...

L'été 2026 a été difficile pour tous, et les présentateurs météo nous prédisaient : ***"Demain, nouveau pic de chaleur"***. Cette phrase dont le sens est clair est cependant incorrecte en physique. Il aurait fallu dire : ***"Demain, nouveau pic de température"***. La confusion est malheureuse car **chaleur et température sont des notions physiques bien différentes**.

• **La température est une grandeur physique** notée ***T,*** et qui s'exprime en **degrés Celsius** notés **°C** ; ses valeurs sont données par un thermomètre et les ordres de grandeur sont familiers : T = 0°C lorsque l'eau commence à geler, T = 20°C dans un appartement en hiver, T = 40°C dehors l'été, et T = 100°C pour l'ébullition de l'eau.

• **La chaleur est également une grandeur physique** notée ***Q*** (comme Quantité de chaleur). On lui préfère à présent l'expression *"transfert thermique"*. Il s'agit d'une énergie, l'énergie calorifique transférée d'un système à un autre ; de ce fait elle s'exprime en **Joules**, symbole **J**. Sauf que *"Demain, nouveau pic de chaleur à 40 kilojoules"* n'a aucun sens ! Dans le langage courant, quand on dit *"il fait chaud"*, il s'agit d'une impression subjective, donc non quantifiable, et qui dépend non seulement de la température, mais aussi de l'humidité ou des vents. On veut généralement signifier qu'à cause d'une température élevée, on est mal à l'aise.

Examinons deux exemples, où le lien chaleur - température peut être contre-intuitif !

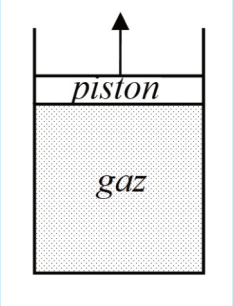
Exemple 1 : l'eau dans une casserole

Lorsqu'on remplit une casserole d'eau du robinet à 20°C et qu'on la met sur une cuisinière allumée (à gaz ou électrique), on apporte un transfert thermique (ou chaleur) à l'eau au travers du fond de la casserole, en français cela s'appelle « chauffer », c'est la cause. La conséquence est une augmentation de la température de l'eau, en français cela s'appelle "échauffer". On voit qu'**en confondant "chauffer" et "échauffer", deux verbes qui ne sont pas synonymes, cela revient à confondre chaleur et température**. Dans ce cas l'augmentation de la température de l'eau en °C est directement proportionnelle au transfert thermique en kJ apporté par la cuisinière ; c'est ce cas simple qui conduit à la confusion.

En poursuivant l'opération, on continue de chauffer mais sans échauffer ! En effet, sous la pression atmosphérique normale, la température de l'eau liquide ne peut excéder 100°C (dans un autocuiseur où la pression est de 2 atmosphères, la température de l'eau est d'environ 120°C ce qui permet de cuire les aliments deux fois plus vite). **On continue donc d'apporter à l'eau un transfert thermique mais sans augmentation de sa température : chaleur et température ne sont plus corrélées !** En réalité la chaleur apportée sert au changement d'état de l'eau liquide en vapeur d'eau qui se dégage alors de la casserole.

Exemple 2 : détente d'un gaz

Le physicien aime cet exemple d'un cylindre fermé par un piston mobile et bien lubrifié qui maintient un gaz sous pression ; un opérateur qui relève le piston provoque alors une détente du gaz. Et lorsqu'on détend un gaz sans précautions particulières, il a tendance à se refroidir. Inversement, lorsqu'on le comprime, il a tendance à s'échauffer (il suffit de penser à une pompe à bicyclette qui, cycle après cycle, s'échauffe). La bonne compréhension de cette opération nécessite de préciser les conditions expérimentales, par la connaissance de la conductivité thermique des parois du récipient (piston compris) et le cas échéant, de la nature du milieu extérieur. Distinguons 3 cas :



• **La détente est adiabatique.** Une transformation est dite adiabatique si elle **évite tout échange thermique avec l'extérieur.** Pour que les parois empêchent les transferts thermiques, elles doivent être calorifugées c'est-à-dire "imperméables à la chaleur" (avec une très faible conductivité thermique comme du polystyrène) ; le milieu extérieur est alors indifférent.

Dans cette détente, le gaz se refroidit de manière importante alors qu'il n'y a aucun échange de chaleur avec l'extérieur ! L'explication réside dans le fait qu'un autre transfert énergétique intervient, le travail reçu par l'opérateur (comme dans une turbine ou une tuyère).

• **La détente est isotherme.** Pour permettre au gaz d'évoluer à température constante, il faut prévoir un contact avec un système extérieur (par exemple plonger le dispositif dans un plus grand récipient qui contient de l'eau à la même température que le gaz) et des parois "perméables à la chaleur" (avec une conductivité thermique très élevée comme un métal). Le gaz, qui aurait tendance à se refroidir dans la détente, ne le peut pas puisque **l'extérieur va imposer un transfert thermique vers le gaz** par la paroi du récipient perméable à la chaleur.

Dans cette détente, le gaz reste à température constante alors même qu'il reçoit un transfert thermique de la part de l'extérieur ! L'explication réside à nouveau dans le fait qu'un autre transfert énergétique intervient, le travail reçu de la part du gaz, via le piston lubrifié, par l'opérateur ; le bilan pour le gaz (transfert thermique reçu de l'extérieur + travail concédé à l'opérateur) est globalement nul d'où l'absence de changement de température.

Dans ces deux premiers cas, chaleur et température n'avaient plus aucun rapport, mais il y a mieux dans le cas suivant...

• **La détente est "intermédiaire".** Les deux cas précédents étaient idéalisés, car des récipients dont les matériaux ont une conductivité thermique nulle (transformation adiabatique) ou infinie (transformation isotherme) n'existent pas. Dans la réalité, les matériaux courants (verre, bois, inox,...) conduisent tous moyennement la chaleur.

Lorsque l'opérateur provoque la détente laissant doucement remonter le piston bien lubrifié, le gaz a tendance à se refroidir, mais ce refroidissement réel est en partie contré par le fait que les parois sont un peu perméables à la chaleur et que l'extérieur va réagir par **un transfert thermique lent vers le gaz** (spontanément du plus chaud vers le plus froid). Il est clair que le gaz se refroidit moins que dans la détente adiabatique (pas de transfert du tout grâce au calorifugeage) et que l'extérieur génère un transfert thermique moins important que dans la détente isotherme où la conduction thermique était bien meilleure.

Dans cette détente, le gaz se refroidit alors même qu'il reçoit un transfert thermique de la part de l'extérieur ! En langage courant : le récipient est chauffé de l'extérieur et pourtant le gaz qu'il contient se refroidit. Ce résultat n'est pas paradoxal, parce que le travail reçu par l'opérateur de la part du gaz est supérieur au transfert thermique reçu par le gaz de la part de l'extérieur.

Dans cet exemple 2, la cause est la détente provoquée par l'opérateur et la conséquence est le transfert thermique depuis l'extérieur.

Christian Garing est agrégé et docteur en physique, ancien professeur en classe préparatoire au lycée Thiers à Marseille.