

Je désire connaître avec précision les causes pour lesquelles l'ajout de sel dans de la glace à la température 0 °C abaisse sa température (au delà de -15 °C environ).

Je pense que vous faites allusion à deux phénomènes :

1) Refroidissement, par ajout de sel, d'un mélange de glace et eau (car à 0 °C, la glace est en équilibre avec l'eau liquide, on a donc à la fois de la glace et de l'eau). Ce refroidissement diminue la température du mélange de quelques degrés (suivant la quantité de sel).

Ce procédé est utilisé en chimie pour refroidir un récipient sans faire appel à un appareillage compliqué.

2) Abaissement, par ajout de sel, de la température de gel (= de solidification) de l'eau, utilisé en hiver pour faire fondre la neige ou le verglas sur les routes. La température de gel est abaissée vers -7 °C-8 °C, au maximum -10 °C.

Donc s'il fait -5 °C dehors, l'état stable de l'eau salée est l'état liquide, donc la glace fond. Par contre s'il fait -20 °C, plus bas que la température de gel de l'eau salée, celle-ci reste sous forme de glace et le salage est inefficace.

Explication de ces deux phénomènes :

Ils ont une cause commune :

Quand on ajoute du sel à de l'eau ou de la glace, la température de gel (solidification) de l'eau est abaissée, de quelques degrés à -10 °C, suivant la quantité de sel. En effet, la solidification de l'eau est le passage d'un état liquide (molécules d'eau désordonnés) à un état solide (molécules d'eau bien rangées les unes à côté des autres, de façon ordonnée). Si l'eau est pure, les molécules d'eau arrivent à s'ordonner à 0 °C. Si l'eau contient du

sel, celui-ci va gêner le rangement des molécules d'eau : les constituants du sel (les ions chlorure et sodium) s'interposent entre les molécules d'eau, introduisant du désordre. Pour que l'eau se solidifie, il faut compenser ce désordre grâce une température plus basse que $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, car la température basse favorise le "rangement" des molécules pour former le solide. L'abaissement de température de gel du à la présence du sel peut être calculé précisément, il ne dépend pas de la nature du composé chimique mis dans l'eau (on peut prendre autre chose que du sel, la seule condition est qu'il ne soit pas volatil), mais seulement de la quantité de ce composé (exprimée en moles). La loi donnant la valeur de l'abaissement de température s'appelle "loi de la cryoscopie de Raoult" (Cryo = froid). Par exemple, 30 g de sel ajouté à un litre d'eau abaisse sa température de gel de presque $1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Donc pour les deux phénomènes mentionnés, la température de gel de l'eau s'abaisse, et à la température qui règne, la glace n'est plus stable, elle fond. Or, pour fondre, la glace doit récupérer de la chaleur quelque part (on dit que la fusion est une transformation "endothermique", c'est à dire qu'elle absorbe de l'énergie sous forme de chaleur : pour faire fondre 1 g de glace, celle-ci doit absorber une énergie de 334 joules, soit 79,9 calories). Cette chaleur sert à casser les liaisons entre molécules d'eau H_2O dans la glace, pour les faire passer à l'état liquide où elles sont plus libres les unes des autres. Par ailleurs, la dissolution du sel dans l'eau absorbe également de la chaleur : la dissolution d'1 g de sel nécessite 66 joules soit 15,8 calories.

Ce qui distingue les deux phénomènes, c'est l'origine de la chaleur utilisée pour la fonte de la glace.

Pour le phénomène (1), le mélange glace-eau-sel est en général placé dans un récipient isolant, ou il est mélangé rapidement, (transformation dite "adiabatique"), donc cette chaleur ne peut pas être prise à l'atmosphère : elle est prise directement au mélange. Comme le mélange perd de la chaleur, il se refroidit. Voilà pourquoi on peut atteindre $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ facilement avec un mélange réfrigérant.

Pour le phénomène (2), la glace est en contact avec l'atmosphère : elle va donc "pomper" un peu de chaleur de l'atmosphère (comme celle-ci est immense, ça ne la refroidit pas !). La glace fond complètement, le but est atteint, les automobilistes peuvent circuler ! On peut remarquer que c'est l'atmosphère, très grande, qui fixe la température (c'est un "thermostat"), la glace initiale et l'eau de fusion sont donc à la même température.

NB : au sujet de l'abaissement de la température de solidification par ajout d'un corps :

il existe un phénomène analogue pour l'ébullition : l'eau pure bout à 100 °C, mais l'eau salée a une température d'ébullition plus grande (sa valeur dépend de la quantité de sel ajouté). Par exemple, quand on prépare des pâtes, on peut vérifier (si l'on dispose d'un thermomètre allant jusqu'à 120 °C par exemple) que l'eau salée se met à bouillir à une température supérieure à 100 °C.