

Changement d'états

Eléments de base scientifiques

Dans ce module, les élèves examinent les changements dans les états de la matière et le rôle que ces changements jouent dans leur vie. Dans la documentation ci-dessous, on rappelle les principaux concepts sur lesquels sont centrées les séquences. On y précise comment ces concepts sont reliés aux observations et aux investigations des élèves. Il n'est pas nécessaire d'avoir étudié préalablement les changements d'état de la matière pour enseigner ce module ; toutefois il vous sera utile de prendre un peu de temps avant pour vous familiariser avec le matériel et les résultats possibles de chaque séquence. Ceci est la meilleure manière de vous préparer à encourager vos élèves, les aider et leur enseigner au cours de la progression dans le module, et effectuent de nombreuses observations et découvertes. Lorsque vous lisez cette section, essayez quelques-unes des manipulations proposées dans les séquences et aussi les vôtres propres. La section Documentation des enseignants dans ce guide propose une liste de livres et du matériel gratuit ou bon marché qui peut donner de nombreuses idées pour les enseignants qui veulent approfondir dans leur classe au-delà des leçons de ce module.

Qu'est-ce que la matière ?

Avant de s'engager dans une exploration concernant les changements d'états de la matière, les élèves révisent d'abord ce qu'est la matière et quels sont les états de la matière. Dans le sens le plus élémentaire, tout ce qui nous entoure est de la matière. La matière est tout ce qui occupe de l'espace et qui possède une masse. Toute matière est faite d'atomes. L'eau, l'air, et le bois sont tous des exemples de matière.

La matière peut être décrite par ses caractéristiques ou ses **propriétés**. Les propriétés peuvent être *chimiques* et décrire comment une substance se comporte dans des réactions chimiques. Elles peuvent être *physiques* et décrire des caractéristiques qui peuvent être observées et mesurées. Quelques-unes des propriétés physiques rencontrées fréquemment incluent la couleur, la dureté et la densité.

Que sont les changements d'état ?

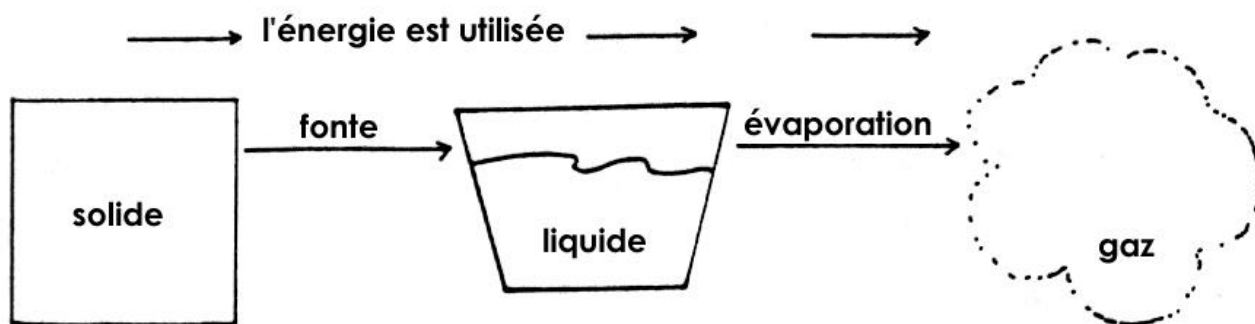
Changements physiques et chimiques

La matière change de deux manières différentes appelées changement physique et changement chimique. Lors d'un changement physique tel qu'un changement d'état, les molécules elles-mêmes ne changent pas. Lors d'un changement chimique comme la combustion, de nouvelles molécules (nouvelles substances) sont créées. Les changements physiques sont réversibles, les changements chimiques ne le sont pas. La plupart des matières changent d'état quand on leur enlève de l'énergie, et se condensent en un solide ou un liquide. Cependant, de nombreuses substances subiront un changement chimique, quand elles seront chauffées, plutôt qu'un changement physique en liquide ou en gaz.

Fusion

Dans les séquences 2 et 3, les élèves explorent le changement d'état d'un solide à en liquide : la **fusion**. La fusion se produit parce que, lorsque certains solides sont chauffés, l'énergie ajoutée fait vibrer les molécules plus violemment. Si suffisamment de chaleur est ajoutée, les forces d'attraction entre les molécules, qui maintiennent le solide dans sa forme, ne sont pas assez fortes pour lutter contre la vibration accrue, et la substance fond. Faites les activités avec les cubes de glace des séquences 2, 3 et 4. Vous y trouverez que les cubes exposés à plus de chaleur fondent plus rapidement.

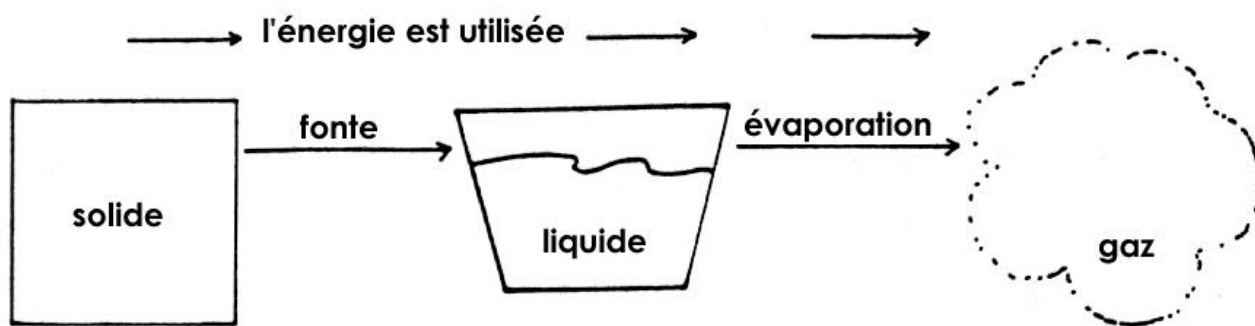
Nous pensons généralement à des substances comme la glace ou la crème glacée lorsque nous pensons à la liquéfaction, simplement parce que ces substances fondent à température ambiante. Dans la séquence 6 on demande à des élèves d'imaginer ce que serait le monde si toutes les substances qui sont habituellement solides à température ambiante étaient des liquides à cette température.



Évaporation

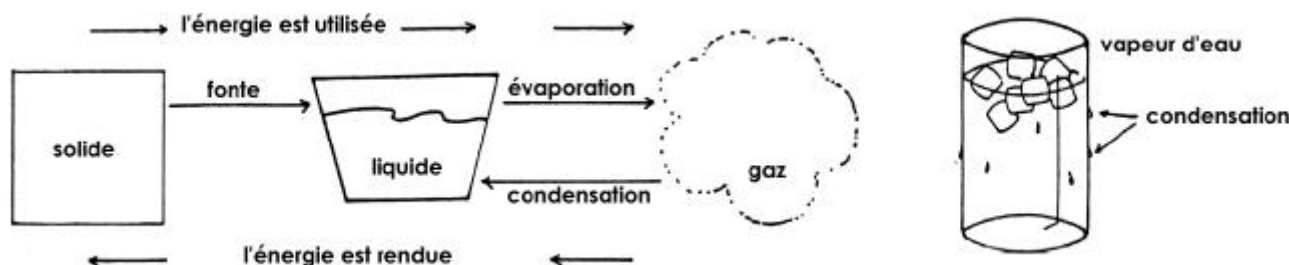
La Séquence 7 présente aux élèves le changement de la matière d'un liquide à en gaz, l'**évaporation**. L'évaporation a lieu lorsque suffisamment d'énergie est ajoutée aux molécules en phase liquide pour qu'elles se libèrent des liens qui les maintiennent dans un volume prédéfini. Ces molécules s'affranchissent des forces qui les maintenaient ensemble et se déplacent vers l'espace au-dessus du liquide, devenant ainsi un gaz.

Parfois, l'évaporation est considérée comme un procédé de refroidissement. Ceci est démontré dans la séquence 9 où les élèves remarquent qu'ils ont une sensation de fraîcheur quand l'humidité s'évapore de leur corps. Le liquide froid absorbe l'énergie calorifique de leur corps et provoque la sensation de fraîcheur sur leur peau. Lorsque les molécules de liquide acquièrent suffisamment d'énergie, elles quittent le liquide qui se transforme en gaz. Lorsque davantage de liquide s'évapore, les molécules possédant le plus d'énergie partent, provoquant alors une baisse de l'énergie moyenne du liquide qui paraît ainsi plus froid.



Condensation

Jusqu'à présent nous avons regardé ce qui arrivait aux substances quand de l'énergie leur était ajoutée. Cependant, comme nous l'avons mentionné précédemment, ces changements physiques sont réversibles et dans la séquence 10, les élèves commencent à considérer le cycle des changements d'état dans le sens inverse – le changement d'un gaz à en liquide appelé la **condensation**. Un exemple de condensation se produit lorsque des molécules d'eau (vapeur) perdent de l'énergie calorifique au contact d'un verre glacé. La vapeur change de phase et devient de l'eau liquide, vapeur d'eau condensée, à l'extérieur du verre.



Certains élèves pourraient penser que l'eau à l'extérieur du verre provient de l'eau se trouvant à l'intérieur (et non de la vapeur d'eau déjà présente dans l'air), ils découvriront alors que s'ils mettent de l'eau colorée dans le verre l'eau de condensation sera encore incolore. Essayez ces activités vous-même.

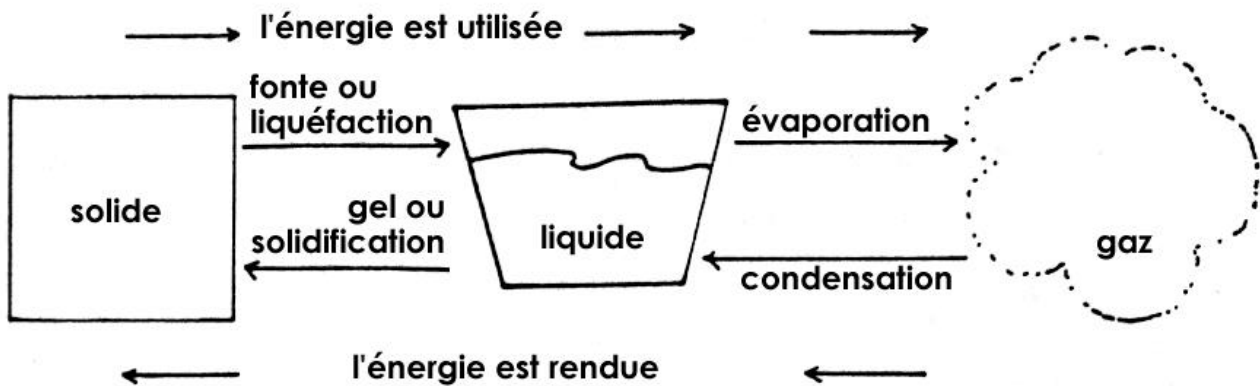
Contrairement à l'évaporation qui est un procédé de refroidissement, la condensation est un procédé de réchauffement. Le changement de phase d'un gaz à un liquide libère juste autant de chaleur que le changement du liquide au gaz en absorbe. En fait lorsqu'un individu se brûle à cause d'un contact avec de la vapeur, une partie de cette brûlure est due au dégagement de chaleur de l'eau se condensant sur la peau.

Solidification

Le processus de changement d'une substance liquide en solide est appelé **solidification**. Bien que le mot solidification soit habituellement lié à une idée de froid, ce n'est pas nécessairement le cas. Pensez

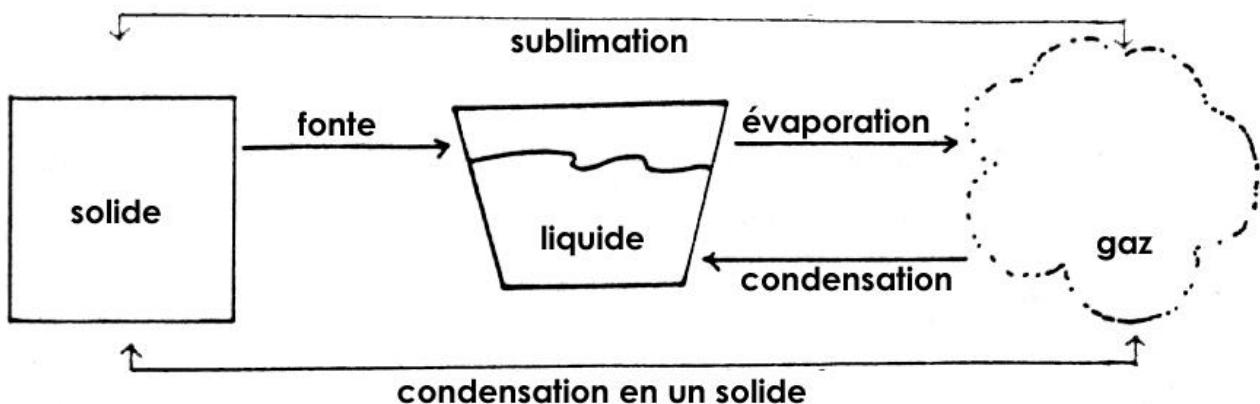
à une casserole dans laquelle des aliments ont cuit. Une fois la casserole retirée du feu, la graisse liquide peut se solidifier, formant un solide. Parfois dans ce module le mot solidification est utilisé à la place du mot congélation pour éviter cette association avec le froid.

Dans la séquence 12, les élèves étudient le processus de solidification en fabriquant leur propre congélateur. Ils refroidissent de l'eau en la mettant dans ce congélateur. Lorsque l'énergie calorifique est soustraite, le mouvement des molécules d'eau ralentit jusqu'à ce que les forces d'attraction entre ces molécules soient suffisamment fortes pour les garder dans des positions fixes, créant un solide. Assurez-vous de pouvoir faire un congélateur vous-même, et regardez les liquides se solidifier.



Sublimation

Maintenant le cycle des changements d'état est complet. Il y a cependant une autre sorte de changement de phase qui saute un des stades du cycle. La **sublimation** est le processus par lequel les solides deviennent des gaz sans devenir liquides. Les gaz peuvent aussi se condenser directement en solides sans devenir liquides. Vous pouvez voir les résultats de cette condensation si vous regardez à l'extérieur des containers de congélation que vous avez fabriqués et remarquez le givre se former. Ce givre est de l'eau solide provenant de la vapeur d'eau dans l'air. Nous voyons souvent ce phénomène de formation de givre qui se forme dans nos congélateurs lorsque nous ouvrons la porte et que la vapeur d'eau se solidifie.



Un autre exemple souvent rencontré de la condensation en solide est le flocon de neige. Les flocons ne sont pas de la pluie gelée, comme certains pourraient le croire – la pluie gelée est de la « neige fondue ». Les flocons de neige se forment directement à partir de la vapeur d'eau dans l'air. Un phénomène similaire peut être observé sur les vitres durant l'hiver. Des exemples de sublimation sont plus difficiles à trouver. Essayez l'activité avec des cristaux d'antimite dans la séquence 13. La sublimation apparaît aussi parfois dans les congélateurs sans givre dans lesquels des glaçons laissés pendant un laps de temps important peuvent disparaître.

Énergie utilisée dans les changements de phase

Selon la description de la séquence 5, préparez un gobelet de glace pilée avec une petite quantité d'eau, placez-y un thermomètre et mettez-le tout près d'une source de chaleur. Comment pensez-vous que la température mesurée changera en fonction du temps, pendant que la glace fond ? Essayez les activités de la séquence 5. Vous découvrirez que la température de la glace reste à zéro degré Celsius jusqu'à ce que la majeure partie de la glace soit fondue.

Cela arrive, bien que vous chauffiez, parce que cette chaleur est utilisée dans le changement de la phase solide à la phase liquide. C'est seulement après que le changement de phase sera terminé que l'énergie des molécules d'eau augmente, et donc que la température augmente. Dans votre expérience, la température peut commencer à augmenter avant que toute la glace soit fondue parce que la glace est à la surface de l'eau et que la chaleur est apportée au fond.

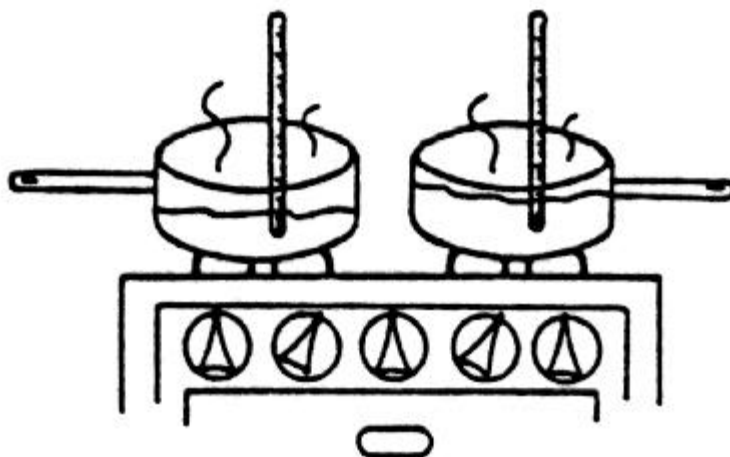
Qu'est-ce que la température ? et qu'est-ce que la chaleur ?

On considère généralement que la température est une mesure de la " chaleur " ou de la " froideur " d'une substance. En termes scientifiques, toutefois, la **température** n'est pas une mesure de la chaleur mais plutôt une mesure de l'énergie moyenne du mouvement de chaque molécule individuelle dans la substance. La quantité de **chaleur**, d'autre part, est la somme des énergies de l'ensemble des molécules. La chaleur peut être transférée d'une substance plus chaude vers une plus froide. Les molécules dans la substance plus chaude heurtent les molécules dans la substance plus froide, réduisant ainsi leur propre mouvement et augmentant la vibration des molécules dans le matériau plus froid.

Le principe de la mesure de la température avec un thermomètre est basé sur cette idée de transfert de chaleur et sur l'idée qu'un liquide se dilate lorsqu'il est chauffé. Imaginez-vous mettre un thermomètre dans une casserole d'eau que vous chauffez sur la cuisinière. Au fur et à mesure que la chaleur est ajoutée, les molécules d'eau dans la casserole vibrent plus violemment, heurtent le thermomètre. Les molécules du liquide dans le thermomètre (probablement de l'alcool ou du mercure) vibrent de plus en plus violemment, engendrant la dilatation du liquide (ce que font la plupart des substances lorsqu'elles sont chauffées). Le liquide ne peut que se dilater dans un thermomètre, et la température lue sur le thermomètre augmente.

Pour clarifier la différence entre chaleur et température, imaginez que l'on chauffe deux casseroles d'eau sur une cuisinière. Une des casseroles contient une coupe d'eau, la seconde deux coupes d'eau. Les deux plaques électriques sont toutes deux mises à la même température. Après cinq minutes, les

plaques électriques ont transféré la même quantité d'énergie sous forme de chaleur dans chaque casserole. Maintenant placez un thermomètre dans chacune des casseroles – laquelle aura la température la plus élevée ?



Bien que la même quantité de chaleur ait été transférée à chaque récipient, le récipient contenant la quantité d'eau la plus petite a une température plus élevée. Puisque la chaleur est partagée entre moins de molécules, chaque molécule a bénéficié en moyenne d'une plus grande quantité d'énergie.

Utiliser les changements d'état

Laver l'eau

Dans la séquence 11, les élèves mettent en application ce qu'ils ont appris au sujet de la condensation et de l'évaporation dans la séquence 10. Ils ont pour défi d'expliquer le rôle que peuvent jouer les changements d'état dans l'épuration de l'eau. Montez le dispositif simple de « distillation » décrit dans cette séquence.

L'eau s'évapore en donnant de la vapeur d'eau, laissant les impuretés qui ne s'évaporent pas. Ainsi, lorsque la vapeur d'eau vient en contact avec la glace froide, elle se condense, on obtient alors de l'eau propre. Vous pouvez tout aussi bien essayer avec de l'eau salée ou de l'eau sucrée.

Fabriquer un congélateur

Dans la séquence 12, les élèves fabriquent leur propre congélateur. Les congélateurs sont conçus à la manière des anciennes sorbetières qui utilisaient des gros morceaux de glace et du sel gemme pour glacer la mixture de crème glacée se trouvant à l'intérieur du récipient. Comme décrit dans la séquence, mettez de la glace pilée et une petite quantité d'eau dans un gobelet en papier, puis placez votre thermomètre dans l'eau. Il devrait indiquer une température proche de 0°C. Maintenant, ajoutez un peu de sel au mélange d'eau et de glace. Vous constaterez que la température descendra en dessous de 0°C mais que l'eau ne gèle pas car il s'agit maintenant d'eau salée. Le point de congélation de l'eau

salée est inférieur à 0°C. L'explication de ce qui arrive est trop compliquée pour l'expliquer dans ce contexte. Il suffit que les élèves observent et mesurent ce qui arrive.

Dans les machines à crème glacée ou, dans ce cas, dans le congélateur (fait en classe), nous pouvons tirer profit des baisses de température. Essayez les activités de la séquence 12 et placez une petite quantité d'eau dans un gobelet plus petit, placez-le dans un mélange d'eau salée et de glace ; l'eau pure va geler. Ce n'est pas surprenant, puisque vous avez déjà trouvé que la température était inférieure à 0°.

Le terrarium

Observer un terrarium est un moyen amusant de réfléchir aux changements d'état et de percevoir à quel point ils sont importants pour la vie. Fabriquez un petit terrarium et observez-le au fil du temps. Le processus d'évaporation et de condensation devrait être assez évident. S'il est bien construit et placé dans un endroit qui n'est pas trop chaud, votre terrarium devrait durer plusieurs semaines, voir plusieurs mois.

Etats de la matière : glossaire

Brouillard : Nuage bas qui se forme au niveau du sol.

Celsius : Echelle de température pour laquelle le point de fusion de la glace est fixé à 0° et celui d'évaporation de l'eau à 100°.

Chaleur: Energie produite par le mouvement des atomes et des molécules.

Condensation : Phénomène par lequel un gaz devient liquide

Cycle de l'eau : Phénomène par lequel l'eau du sol, des lacs, des océans et des arbres s'évapore dans l'atmosphère, puis se condense et revient à la surface de la terre.

Evaporation : Phénomène par lequel un liquide se transforme en gaz ou en vapeur

Preuve : Information ou observation établie

Fahrenheit : Echelle de température pour laquelle le point de fusion de la glace est fixé à 32° et celui d'évaporation de l'eau à 212°.

Gaz : Etat de la matière sans dimension ni forme. Il prend la forme du récipient qui le contient.

Geler : Solidifier une substance en lui ôtant de la chaleur

Givre : Cristaux de glace provenant de la solidification de la vapeur d'eau

Glace : Etat solide de l'eau obtenu en retirant de la chaleur.

Liquide : Etat de la matière sans forme définie mais qui possède un volume

Matière : Toute substance occupant un espace et ayant une masse.

Nuage : Masse d'air humide contenant des gouttelettes d'eau et de la glace.

Précipitation : Matière condensée provenant des nuages sous une forme liquide (pluie) ou solide (grêle, neige)

Propriété : Caractéristique d'une substance

Rosée : Forme de condensation

Solide : Etat de la matière présentant une taille et une forme définies.

Sublimation : Phénomène par lequel un solide se transforme directement en gaz

Température : Mesure de la quantité de chaleur

Thermomètre : Instrument qui sert à mesurer la température.

Transpiration : Phénomène par lequel la vapeur d'eau s'échappe des feuilles.

Vapeur d'eau : Eau à l'état gazeux.