

Les changements d'état – La densité

Introduction :

L'eau est présente sur Terre sous bien des formes : neige, pluie, glace, nuage, vapeur, lac... Si cette diversité est si grande, c'est que cette matière nous entoure de ces trois états physiques : solide, liquide et gaz. L'eau n'est pas la seule matière à changer d'état, mais elle a ses particularités, qui sont souvent liées à des variations de densité d'ailleurs (c'est pourquoi les deux thèmes sont rassemblés dans ce livret).

Physiquement parlant, la notion d'état est liée à la structuration moléculaire de la matière. Si ce niveau de lecture n'est pas utile pour les plus jeunes, il peut permettre aux plus grands de porter un nouveau regard sur quelque chose qui a déjà été vu ou entendu de nombreuses fois.

Contenu de l'exposition :

Dans l'exposition, les états de l'eau sont un des premiers éléments rencontrés par le visiteur. Trois grandes flûtes en plexiglas contiennent respectivement de la glace (image éclairée), de l'eau (avec des bulles d'air) et de l'air (avec de la vapeur d'eau, mais ce n'est pas visible). Le diaporama qui défile à la droite du visiteur montre également plusieurs états et plusieurs formes que peut prendre l'eau.

Les trois autres flûtes qui suivent représentent à nouveau les trois états de l'eau, mais à l'échelle moléculaire cette fois.

Légendes présentes devant ces structures :

La molécule d'eau est composée d'un atome d'oxygène (en rouge) pour deux atomes d'hydrogène (en blanc). Sa nature polaire lui permet de se lier à ses semblables par des liaisons hydrogène. L'état physique de l'eau dépend directement de l'organisation de ces molécules.



Solide : les molécules sont toutes liées et très organisées, elles forment une structure rigide.

Liquide : les molécules sont liées à leurs voisines mais elles sont agitées et donc mobiles.

Gaz : les molécules sont très agitées et ne sont pas liées les unes aux autres.

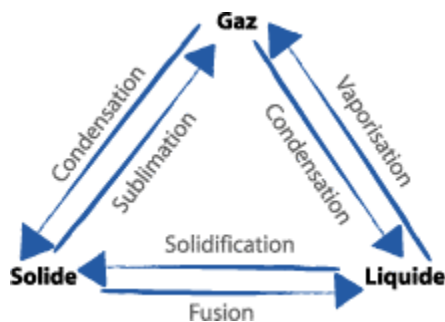
L'exposition aborde dans l'espace suivant la notion de densité, à l'aide de différents supports :

- un mètre cube en plexiglas – il permet de prendre la mesure de cette unité, de ce qu'elle représente ;
- plusieurs décimètres cubes constitués de matériaux différents (granite, papier, aluminium...) pouvant être pesés et comparés.

Point vocabulaire :

Molécule d'eau : plus petite partie d'eau.

Densité : rapport entre la masse volumique d'un corps ou d'un objet et la masse volumique de l'eau à 4°C (température à laquelle elle est maximale) ; celle-ci étant par référence égale à 1, la densité d'un corps correspond à sa masse volumique, mis à part pour les unités, et pour cause : une densité n'a pas d'unité, c'est un rapport numérique (!).



Les noms des changements d'état sont les suivants : solidification, fusion, condensation, sublimation, vaporisation ; d'autres termes sont souvent utilisés, mais sont en fait mal employés (liquéfaction, compression, évaporation, congélation, désublimation...).

Point d'attention :

L'expression « vapeur d'eau » n'a pas le même sens pour tout le monde. Ce que les scientifiques appellent « vapeur d'eau », c'est de l'eau à l'état gazeux. Cette eau est donc invisible ! Lorsque l'on voit quelque chose de blanc ou de blanchâtre, il s'agit d'eau liquide : nuages, halot devant la bouche quand il fait froid ou au-dessus d'une casserole d'eau qui chauffe... Ce sont de toutes petites gouttes en suspension dans l'air. Et dès lors que l'on parle de gouttes, même petites, il s'agit d'eau liquide...

Pistes de travail :

Cycle 1 :

Travailler autour de l'identification de 2 états de l'eau : liquide et solide ; apprendre à reconnaître les différentes formes de chacun de ces deux états (givre, neige, glace, nuage, rivière, brouillard, goutte de pluie...). L'important est de comprendre que l'eau a plusieurs apparences.

Selon la volonté de l'enseignant et le niveau de sa classe, le 3^e état peut être abordé sans être pour autant approfondi.

Proposition : partir dans les nuages avec les enfants, c'est un excellent support pour l'imaginaire...

Cycle 2 :

Les 3 états peuvent être abordés et bien différenciés. Les passages d'un état à l'autre peuvent être discutés, l'idée étant de faire ressortir le rôle de la température, avec la notion de chaud et de froid dans un premier temps, puis des chiffres peuvent se préciser.

Il est important, lorsque les élèves abordent les valeurs 0°C et 100°C, de faire un petit rappel historique (histoire des sciences) sur notre échelle de température : elle est basée sur l'eau et ses changements d'états ! L'eau sert ainsi de référence pour différents types de mesure.

Cycle 3 :

Le vocabulaire des changements d'états peut être vu. Bien faire la différence entre un état et un changement d'état ; il y a la notion de vitesse et de température dans le changement (le changement d'état est associé à un changement de température). Être sûr que les valeurs de 0°C et 100°C ont une signification claire.

La vaporisation ne se fait pas qu'à partir de 100°C, mais cette température marque une frontière : au-delà, l'eau ne peut rester liquide (pour une pression normale). Le rôle de la pression sera vu, a priori, plus tard.

Collège :

Entrée du thème proposée par la densité de la glace : la glace flotte sur l'eau, ce qui veut dire que l'eau solide est moins dense que l'eau liquide. C'est une

« bizarrerie » scientifique car normalement, un corps se condense en refroidissant.

Pour comprendre, il faut aller chercher l'agencement moléculaire de chaque état de l'eau. Pour cela, selon la classe, on peut mettre en place un jeu de rôle où chaque élève est une molécule d'eau et doit être plus ou moins poche et plus ou moins liés à ses camarades selon l'état physique annoncé par l'enseignant.

En gaz, tous sont dispersés à travers la classe, et devraient se disperser à travers le collège pour que la représentation soit réaliste. Pour le liquide, les élèves sont debout, les uns à côté des autres, en « troupeau ». Pour la glace, ils sont liés les uns aux autres : chacun tend les bras et s'accroche à deux camarades différents, bras tendus. En passant de liquide à solide ou inversement, la différence de volume se fait ainsi bien sentir.

L'enseignant annonce le passage d'un état à l'autre par le nom de l'état (solide, liquide ou gaz) ou du changement d'état (condensation, fusion, vaporisation...). Un bon moyen de s'approprier ce vocabulaire !

Attention : ce jeu est très vivant ; le calme peut être difficile à ramener : à prévoir en fin de séance ou même s'abstenir selon le groupe...

Lycée :

Autour de la densité, il est intéressant de travailler sur les changements qui s'opèrent dans un même état. Selon le type de glace, la densité change. C'est surtout vrai pour l'eau liquide, froide ou chaude, douce ou salée : sa densité change ! Des expériences permettent de mettre visiblement ces différences de densité en évidence et peuvent permettre d'aborder sous un angle différent les grands courants océaniques (voir les expériences 5 et 6). Ces notions acquises pour l'eau peuvent aider à comprendre les mouvements atmosphériques liés à des changements de densité de l'air.

En ce qui concerne les changements d'états eux-mêmes, le lien à la température peut être complété par le lien à la pression. L'eau ne bout pas toujours à 100°C. Une expérience qui consiste à faire bouillir de l'eau froide peut impressionner (cela se fait à l'aide d'une pompe à vide). Le mode de fonctionnement d'une marmite à vapeur peut être disséqué.

Les échanges thermiques sont aussi liés à ce thème et concernent particulièrement les classes de seconde. L'eau est un liquide caloporteur important, et la quantité d'énergie nécessaire à ses changements d'état a un rôle régulateur au niveau de la planète et de son climat.

La calorie est définie par la quantité d'énergie nécessaire à 1 g d'eau pour augmenter sa température de 1°C : un peu d'histoire des sciences replace encore une fois l'eau dans un rôle de référence par rapport à un système de mesure. La conversion joule / calorie peut-être ainsi illustrée.

Expériences :

1/ Faire fondre de la glace pilée dans un récipient. Noter la température et l'état (glace, eau ou mélange) toutes les 2 min dans un tableau prévu à cet effet. L'exploitation est ensuite différente selon le niveau des élèves :

- comprendre que le changement d'état solide → liquide se fait à 0°C et que c'est seulement une fois toute l'eau devenue liquide que la température augmente ;
- exploitation graphique : tracer la courbe correspondante aux mesures dans un repère orthonormé ;
- si on connaît la masse d'eau (et/ou de glace), calculer la quantité d'énergie nécessaire à la fusion totale, à l'augmentation de température.

NB : il est nécessaire de savoir lire la température sur un thermomètre. Cette expérience peut être l'occasion de se familiariser avec cet instrument de mesure.

2/ Se mouiller une main et battre l'air de ses deux mains : l'une transmet une sensation de froid car l'eau qui est à sa surface se vaporise, ce qui prend de l'énergie - sous forme de chaleur - à la main.

3/ Déposer un verre de glace après avoir fait vérifier par les élèves que sa surface extérieure est sèche ; le laisser dans la classe 5 à 10 min : il se couvre de buée à l'extérieur. Discuter de ce qu'est la buée, de l'origine de cette eau, de son état... (c'est l'eau de l'air qui s'est condensée au contact de cette surface froide).

4/ Faire bouillir de l'eau. Cela peut paraître anodin, mais les enfants aiment beaucoup voir ce phénomène. Selon l'âge et le matériel, on peut relever la température, faire bouillir de l'eau froide (sous basse pression, créée avec une pompe à vide)...

Par rapport à la densité de l'eau et ses variations, il existe deux expériences très visuelles...

5/ La première consiste à plonger un œuf frais et cru dans un verre d'eau douce : il coule ; en ajoutant une bonne quantité de sel dans l'eau (avec agitation pour une bonne dissolution), le résultat ne sera plus le même : l'œuf flotte. Sa densité est en effet assez proche de l'eau pour qu'une variation de densité de l'eau par un changement de salinité soit ainsi démontrée.

6/ La seconde expérience consiste à plonger dans un récipient transparent rempli d'eau froide un autre récipient, fermé mais troué, rempli d'eau très chaude et colorée : on voit l'eau chaude monter et rester en surface, jusqu'à ce qu'elle refroidisse ! L'eau chaude est en effet de plus faible densité que l'eau froide.

Références :

Livres

L'eau en danger / Dominique Armand. Editions Les Essentiels Milan, 2001

De l'eau / Paul Caro. Editions Hachette, 1995.

Les Nuages et la pluie : des expériences faciles et amusantes. Editions Albin Michel Jeunesse, 2001.

Documents audiovisuels

L'eau dans la vie quotidienne : programme de cycle 2. CD-Rom La Main à la pâte.

Outils pédagogiques

Mallette **L'Eau : changement d'état et dissolution**, Editions Jeulin, Celda.

Sites Internet

www.ac-grenoble.fr/ia38/adhoc/Changements_eau.PDF

fiche préparée par le groupe science Isère

<http://henriette.bonin.free.fr/eau/eausom.html>

quelques expériences autour de l'eau et notamment de ses changements d'états