Le principal objectif est d'amener les élèves à étudier les changements d'état de la matière, ainsi que diverses opérations de mélange. Les expériences réalisées à cette occasion doivent permettre de constater concrètement que la matière ne « disparaît » pas au cours des transformations et qu'il y a conservation.

Les élèves comprennent peu à peu que la matière n'est pas toujours perceptible. L'étude de l'air est poursuivie : comme toute matière, il est pesant. Les solutions aqueuses fournissent des exemples permettant aux élèves de comprendre que même invisibles, certaines matières sont présentes (le sel ou le sucre dissous dans l'eau restent perceptibles au goût ; d'autres matières ne sont pas décelables). De la vapeur d'eau est en permanence présente dans l'air, mais elle n'est pas véritablement perceptible. La conservation commence à acquérir une dimension quantitative par la vérification expérimentale de la conservation de la masse dans quelques cas simples.

Dans toute cette rubrique, les réponses à apporter le cas échéant aux questions des élèves sont limitées dans leur niveau de formulation. Notamment, le maître n'est pas tenu au niveau de l'école élémentaire de donner des explications faisant intervenir des considérations de physique atomique ou moléculaire.

États et changements d'état de l'eau

■ *Fiche connaissance n° 1 : « États de la matière et changements d'état ».*

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>Fusion, solidification Être capable de mettre en évidence que le mélange intime de glace et d'eau à l'état liquide est à zéro degré (0 °C). Être capable de montrer expérimentalement que la masse se conserve au cours de cette transformation.</p> <p>Ébullition Être capable de mettre en évidence qu'à l'air libre et dans les conditions usuelles l'eau bout à une température fixe, voisine de cent degrés (100 °C) et que la valeur de celle-ci n'est affectée ni par la durée du chauffage ni par la puissance de la source.</p>	<p>On mettra en évidence sur l'exemple de l'eau les caractéristiques des principaux états de la matière (voir fiche n° 1). On peut se contenter, à l'école, d'exprimer les températures en « degrés » sans autre précision. L'expression correcte est « degrés Celsius » et non « degrés centigrades ». La température, lors du changement d'état, notamment d'ébullition, n'est stable que si l'eau est pure. Elle dépend assez nettement de la pression donc de l'altitude du lieu où se fait l'expérience, ce qui n'a pas à être expliqué aux élèves.</p>

<p>État gazeux Savoir que la vapeur d'eau présente dans l'air ambiant, état gazeux de l'eau, est imperceptible à nos sens.</p> <p>■ Évaporation, condensation ■ Être capable de mettre en évidence qu'au cours de l'évaporation (ou de la condensation) l'eau ne disparaît pas (ou n'apparaît pas) mais qu'elle est en permanence présente dans l'air.</p> <p>■ Facteurs agissant sur la vitesse d'évaporation ■ Être capable de faire subir expérimentalement une succession de transformations à une quantité d'eau donnée. ■ Être capable de déterminer expérimentalement les facteurs qui agissent sur la vitesse d'évaporation.</p>	<p>L'eau ne disparaît pas au cours de l'évaporation, présente dans l'air, elle peut être condensée sur une paroi froide. Attention à la confusion avec la buée ou le brouillard qui appartiennent à l'état liquide. L'étude expérimentale de la conservation de la masse au cours d'une évaporation ou d'une condensation n'est pas au programme.</p> <p>■ On peut faire fondre un glaçon, évaporer l'eau, la condenser et la faire de nouveau geler...</p> <p>■ L'étude expérimentale n'a pas à se limiter aux facteurs qui influencent cette vitesse (température, aire de la surface libre, aération), mais doit aussi prendre en compte ceux qui ne l'affectent pas (quantité d'eau). ■ L'influence de substances dissoutes sur les changements d'état de l'eau ne fait pas partie du programme de l'école. On peut toutefois aborder de manière simplifiée la raison pour laquelle on dépose du sel l'hiver sur les routes : l'eau salée peut rester liquide pour des températures de l'environnement inférieures à 0°C.</p>
---	---

Dans les nouveaux programme, on insiste sur le fait que les enfants doivent savoir que la vapeur d'eau est invisible.

PROGRESSION SUR LE CHANGEMENT D'ETAT

EAU LIQUIDE-VAPEUR D'EAU

CYCLE 3

Prérequis :

1- Connaissance du changement d'état glace-eau (influence de la température, palier, changement de volume lors de la congélation).

2- Connaissance de l'existence de l'air immobile. En particulier, on a montré que lorsqu'on enlève l'air à l'intérieur d'une bouteille d'eau minérale en plastique avec une pompe à vide, elle s'écrase.

I = première séance etc.

I- Recueil de conception

- 1- Pourquoi y a-t-il du brouillard plutôt la nuit ou le matin?
- 2- Pourquoi y a-t-il de la fumée qui sort de la bouche quand il fait froid, et pas quand il fait chaud? De quoi est constitué cette fumée?
- 3- De quoi est constitué un nuage?
- 4- Où va l'eau quand tu sèche tes cheveux?
- 5- Dans quelles conditions se forme-t-il de la buée sur un miroir ou sur une vitre?

II- Conflit socio-cognitif

Ce conflit est mené par groupes, après avoir classé les réponses individuelles et anonymes écrites par les élèves, et distribué dans chaque groupe un exemplaire de chaque réponse. On note les résultats et les questions que l'on se pose,

III- Expérience de l'ébullition de l'eau

Cette expérience est faite sous forme d'expérience magistrale faite par l'enseignant. On utilise une plaque électrique chauffante et une casserole en verre transparent.

Avant de faire l'expérience, une discussion collective avec l'ensemble de la classe, permet de se poser différentes questions : que va-t-il se passer? Qu'est-ce qui va arriver à l'eau? Comment va évoluer la température?

Un élève dispose d'un chronomètre et dit quand il faut relever la température. Par exemple toutes les 3 minutes.

Deux élèves font le relevé de la température et donne à haute voix leur résultat,

Quand l'eau bout, les élèves peuvent défiler deux par deux pour regarder de près le phénomène. On observe les grosses bulles. On sait, par l'étude de l'air faite auparavant, que des bulles dans un liquide signalent la présence d'un gaz. Quel est ici ce gaz?

L'eau bout suffisamment longtemps pour qu'il soit apparent que le niveau a baissé, et pour qu'il y ait de la buée sur les vitres,

On observe le palier à 100°C, et des hypothèses sont émises collectivement pour tenter de l'expliquer. En particulier, on vérifie que le thermomètre n'est pas bloqué à 100°C et fonctionne bien, en enlevant la casserole et en vérifiant qu'il dépasse 100°C quand on le met tout près de la plaque.

Discussion collective : qu'à t'on observé? Que s'est-il passé?

IV- Etude de l'évaporation de l'eau

Chaque groupe d'élève dispose d'une balance de Roberval, d'un chronomètre, et d'une seringue graduée. On dispose également de film plastique pour la conservation des aliments, de thermomètres d'un hygromètre et d'un ventilateur. Un groupe d'élève, fait les expériences dans un local où on fait bouillir de l'eau. Les questions que l'on se posait à l'issue du recueil sont présentes, et on cherche à voir si les expériences que l'on va faire aideront à y répondre.

Les élèves équilibrent la balance (on peut se servir de la seringue et d'un récipient plein d'eau pour achever l'équilibrage), puis, au bout de 20 minutes, quand elle est déséquilibrée, mesurent la quantité d'eau qu'il faut ajouter (grâce aux seringues graduées), pour rétablir l'équilibre,

On observe que plus l'eau est chaude, plus elle s'évapore vite. Si on met le film plastique, l'eau ne s'évapore plus.

Quand on fait du vent avec le ventilateur, l'eau s'évapore plus vite.

Dans le local humide, l'eau s'évapore moins vite.

Si on a mis l'eau dans un récipient de plus faible section, l'eau s'évapore moins vite.

On insiste sur le problème de la séparation des variables : un seul facteur doit varier, les autres étant maintenus constants.

On met ainsi en évidence, pour la rapidité de l'évaporation, le rôle de : l'humidité de l'air, du vent, de la température, de la surface. On a prouvé, grâce au film plastique, que l'eau s'échappe dans l'air.

Les enfants mettent leurs dessins d'expériences, et leurs observations, dans leur carnet d'expérience,

V- Débat collectif à l'issue de ces expériences

On essaye de voir si toutes les expériences faites jusqu'à présent aident à conclure sur les questions du recueil.

VI- Nouvelles expériences

Le but est d'explicitement complètement le changement d'état liquide gaz.

Avec un autocuiseur, on montre la très grande quantité de vapeur qui sort avec peu d'eau. On peut montrer également une machine à vapeur jouet. On fait l'analogie avec la variation de volume lors du changement d'état glace-eau.

Le palier, l'influence de la température permettent également de faire l'analogie avec le changement d'état solide liquide. On a bien affaire à un changement d'état.

L'observation d'un briquet dont on fait échapper le gaz sans l'allumer, montre bien qu'il s'agit d'un changement d'état liquide-gaz.

On peut faire bouillir de l'eau dans un ballon à col, et en éclairant avec un projecteur de diapositive, dans une salle peu éclairée, vérifier qu'il n'y a pas de « fumée » dans le ballon. Elle apparaît uniquement à la sortie. On examine ensuite cette « fumée » au dessus d'une casserole d'eau bouillante. Pour cela, on fait l'obscurité dans la salle, et on éclaire cette fumée avec un projecteur de diapositives. On voit de petits points blancs scintiller. On refait la même expérience avec un brumisateur. On conclut donc qu'il s'agit de petites gouttelettes d'eau liquide. On examine également à la loupe de la buée, et on voit qu'il s'agit de gouttelettes d'eau liquide plus ou moins grosses déposées sur le verre.

Trace écrite dans le cahier de sciences : la chaleur transforme l'eau liquide en vapeur. La vapeur d'eau est un gaz. Il se produit une énorme augmentation de volume. La vapeur d'eau est invisible, La « fumée blanche » que l'on voyait est du brouillard. Il résulte de la condensation (liquéfaction) de la vapeur d'eau par le refroidissement causé par le mélange avec l'air de la pièce.

Voilà pourquoi il y a du brouillard la nuit ou le matin, c'est parce que la vapeur d'eau se condense à cause du froid. Il se forme également de la buée quand la paroi du récipient est froide. L'eau de la buée vient de la vapeur d'eau présente dans l'air. Il y a du brouillard qui sort de la bouche quand il fait suffisamment froid pour condenser la vapeur. L'eau des cheveux va dans l'air sous forme de vapeur. Il est nécessaire de dire que l'air est un mélange de gaz, et que la vapeur d'eau est un gaz parmi d'autres. Parfois, les élèves identifient l'air à la vapeur d'eau. Ils disent l'eau devient de l'air. Ce qui est tout de même positif par la compréhension du changement d'état liquide-gaz. En effet, dans ce cas, le mot air peut avoir été employé par l'élève comme le terme générique pour tout gaz.

Un nuage est constitué de brouillard en altitude. Les petites gouttes qui le forment peuvent fusionner en grosses gouttes qui tombent, c'est la pluie.

On peut éventuellement ensuite expliquer le palier en vérifiant que l'eau qui se transforme en vapeur refroidit (psychromètre, sueur, linge mouillé plus froid qu'un linge sec)) et que ainsi, elle absorbe toute la chaleur de la plaque chauffante.

VII- Evaluation

On sera sûr que les enfants ont compris, s'ils sont capables de répondre d'une manière positive aux questions suivantes :

1- De quel gaz sont constituées les bulles de l'ébullition? Réponse : de vapeur d'eau.

2- Pourquoi, au début de l'ébullition de l'eau, les grosse bulles restent-elles cantonnées au fond du récipient? Réponse : l'eau au dessus est à une température inférieure à 100°C. Les bulles montent bien, mais quand une bulle monte, la vapeur à l'intérieur se condense, et la bulle disparaît. On peut parfois suivre une bulle et voir qu'elle diminue de taille progressivement. Par contre, au début du chauffage, les bulles, mêmes petites, montent jusqu'en haut, ce qui confirme l'hypothèse qu'il s'agit d'air dissous.

3- Pourquoi les nuages sont-ils en altitude? Réponse : parce qu'il fait froid en altitude, et la vapeur d'eau condense.

4- Prévoir le résultat d'une expérience avant de la faire : on fait bouillir de l'eau dans une canette de boisson métallique. On la plonge rapidement dans de l'eau froide, la tête en bas. Que va-t-il se passer? Réponse : la vapeur d'eau qui se condense crée du vide. Ensuite, la canette va donc s'écraser, comme la bouteille d'eau minérale dans laquelle on avait fait le vide.

5- Pourquoi, sur une photo de l'ensemble de la Terre, y a-t-il plus de nuages près des pôles? Réponse : c'est là qu'il fait le plus froid et que la vapeur d'eau condense le plus.

6- L'eau peut-elle s'évaporer dans le vide? Réponse : oui, car devenant un gaz, elle peut s'envoler toute seule. Elle n'a pas besoin d'être soulevée par un courant d'air!

7- L'air peut-il exister à l'état liquide? Réponse : oui, tous les gaz se liquéfient quand la température devient suffisamment basse.

8- Pourquoi l'eau est-elle beaucoup plus dense que l'air? Réponse : l'eau est un liquide, or quand un liquide se transforme en gaz, on a vu que son volume augmente énormément, donc les gaz sont beaucoup moins denses que les liquides, On demande ici l'analogie avec la relation entre le fait qu'un glaçon flotte, et le fait que l'eau augmente de volume lorsqu'elle gèle.

[Suite : épreuve majeure CRPE.](#)