

Pourquoi ça s'évapore ?

Chantier ICEM Sciences

Tu viens de te baigner et, comme il fait beau, tu te laisses sécher au soleil...

Il vient de pleuvoir. La route est toute mouillée... Mais, quelque temps après, elle est de nouveau sèche...

Ton corps, en sortant du bain, était couvert d'eau, ainsi que la route après la pluie et que la vaisselle sur l'égouttoir. Or, cette eau a disparu, semble-t-il...

Quelles expériences imaginer qui permettraient de reproduire à volonté ce phénomène en classe ?



Mots-clés :

brouillard - buée - condensation - évaporation – molécule – sublimation - surface d'évaporation - vapeur

SOMMAIRE

A- L'EVAPORATION	3
quelques observations	3
est-ce que l'eau disparaît ?	3
d'autres liquides s'évaporent-ils ?	5
le ballet des molécules	6
B- COMMENT FAIRE EVAPORER UN LIQUIDE LE PLUS VITE POSSIBLE	7
comment accélérer l'évaporation ?	7
comment vérifier le rôle de la surface de l'évaporation ?	8
quelques idées d'expériences	9
C- LA CONDENSATION	10
que devient l'eau évaporée ?	10
qu'est-ce que la condensation ?	11
D- L'EVAPORATION DANS LA VIE COURANTE	12
E- SI TU ES CURIEUX	13
F- POUR LE MAITRE	14

Chantier ICEM Sciences

COLLABORATEURS :

Robert ANDRÉ, Pierre CHAILLOU, Janet te CONSTANTIN, Renée COQUARD, Pierre GUÉRIN, Maurice LEBOUTET, Pierre MAGIN, Marcel PAULIN, Charles RICHETON et leurs classes

Photographies :

Pierre GUÉRIN: p. 3, 7 (à droite), 7 (en bas), 12 (à gauche), 25 (au milieu), 26 - Gilbert PARIS: p. 4, 5, 7 (gauche), 8, 9, 10, 11, 13 - Daniel LÉGER: p. 12 (en haut) - Marceau GAST : p 12 (en haut et en bas) - - Dessins Pierre CHAILLOU : p. 3, 4, 10, 16, 28 A. Dhénin : p.1, 11.

Maquette : A. Dhénin – septembre 2007

L'EVAPORATION

QUELQUES OBSERVATIONS

Tu viens de te baigner et, comme il fait beau, tu te laisses sécher au soleil...

Il vient de pleuvoir. La route est toute mouillée... Mais, quelque temps après, elle est de nouveau sèche...

Tu as lavé la vaisselle, tu l'as rincée et, comme tu es pressé, tu ne l'essuies pas et tu la laisses sur l'égouttoir... Tu la retrouveras bien sèche quelques heures plus tard...

(Tu peux trouver toi-même beaucoup d'autres observations du même genre...)

Ton corps, en sortant du bain, était couvert d'eau, ainsi que la route après la pluie et que la vaisselle sur l'égouttoir. Or, cette eau a disparu, semble-t-il...

Peux-tu imaginer des expériences qui permettraient de reproduire à volonté ce phénomène en classe ?



EST-CE QUE L'EAU DISPARAÎT ?

NOS RECHERCHES

JEUDI

Stéphane : J'ai une idée : je verse de l'eau dans un verre. On verra bien si elle disparaît.

VENDREDI

Stéphane: Il y a encore de l'eau dans le verre.

Sophie: Est-ce qu'il y en a autant qu'hier ?

(Certains pensent que le niveau a un peu baissé, d'autres estiment qu'il n'a pas bougé.)

Catherine: On ne peut pas le savoir: il aurait fallu marquer le niveau de l'eau, hier.

Philippe: On pourrait repérer le niveau de l'eau avec un élastique.



SAMEDI

Stéphane: Je ne sais toujours pas si l'eau a baissé !

Odile: Mais on avait bien repéré le niveau...

Stéphane: Oui, mais si de l'eau est partie, il y en a si peu que le niveau ne semble pas avoir baissé.

Christophe: Il faudrait trouver autre chose...

Après discussion, Stéphane et ses camarades ont pensé qu'en utilisant une balance, on pourrait se rendre compte si une petite quantité d'eau a disparu.



1- L'EXPÉRIENCE DE STÉPHANE



Le lendemain...



On aurait pu remplacer les masses marquées par une tare quelconque (petits cailloux, « blancs » d'imprimerie...)

Est-ce que Stéphane, maintenant, pourra répondre à ses camarades ?

2- UNE AUTRE EXPÉRIENCE



A ton avis, que va-t-il se passer ?

Le lendemain...



- La terre est moins lourde maintenant.
- Forcément: elle a séché.
- Alors c'est qu'elle a perdu de l'eau...

Remarque : Tu as peut-être aussi pensé à laisser une très petite quantité d'eau dans une soucoupe. Quelque temps après, l'eau a disparu.

3. - MAIS OU SE TROUVE L'EAU QUI MANQUE ?

demande Jacques.

Dans l'expérience de la terre humide, si on avait placé cette terre dans un sac en matière plastique transparente bien fermé, penses-tu qu'on aurait observé la même chose ?

Essaie : cela t'aidera peut-être à répondre à la question de Jacques.



NOS RÉPONSES

1. - EXPÉRIENCE DE STÉPHANE :

Le lendemain la balance est en déséquilibre, Stéphane pourra répondre à ses camarades: il y a moins d'eau dans le verre.

2. - EXPÉRIENCE DE LA TERRE MOUILLÉE :

Le lendemain il y aura aussi déséquilibre car la terre aura séché : elle aura perdu de l'eau.

Conclusion: Dans ces deux expériences, de l'eau semble avoir disparu; on dit qu'elle s'est évaporée.

3. - EXPÉRIENCE DE LA TERRE DANS LE SAC

- La balance est restée en équilibre: il n'y a pas eu de perte d'eau.

- Des gouttelettes se sont déposées à l'intérieur du sac : puisque les parois étaient sèches au début de l'expérience, cette eau ne peut provenir que de la terre mouillée.

Dans les deux premières expériences, rien n'empêche l'eau évaporée de s'en aller ; au contraire dans l'expérience 3, l'eau évaporée est restée prisonnière à l'intérieur du sac de plastique.



D'AUTRES LIQUIDES S'ÉVAPORENT-ILS ?

1- POUR LE SAVOIR

Imagine, comme pour l'eau, des expériences avec d'autres liquides : alcool*, essence*, éther*...

Attention : les produits marqués * sont dangereux : ne les utilise **jamais** sans le maître.

2- NOS OBSERVATIONS

Roland: Quand je nettoie les caractères d'imprimerie sur la presse, on sent l'odeur d'essence dans toute la classe.

Franck: Ça fait pareil quand on tire au duplicateur.

Sylvie: Quand on met de l'éther sur un coton, on sent l'odeur à plusieurs mètres.

Que penses-tu de ces observations ?

3- UN PETIT JEU AVEC DE L'ETHER *

- Place-toi dans un coin de la classe avec quelques camarades: vous serez les observateurs.

- Dis aux autres élèves de la classe de regagner leur place, de ne pas bouger, et de fermer les yeux.

- Laisse tomber 2 ou 3 gouttes d'éther .

- Demande à tes camarades de lever la main dès qu'ils sentiront l'odeur d'éther ; les observateurs regardent bien dans quel ordre les mains se lèvent.

- Note ce que vous avez constaté.

- Comment peut-on l'expliquer ?



OBSERVATIONS

1. - L'essence, l'alcool, l'éther... s'évaporent.
2. - Les vapeurs d'essence, d'alcool, d'éther, en arrivant dans nos narines, excitent l'extrémité des nerfs sensibles de l'odorat: nous sentons les odeurs.

JEU AVEC L'ETHER

3. - Tu as « vu » l'odeur d'éther avancer à mesure que les mains se levaient et, finalement, elle a rempli toute la classe. L'éther s'est évaporé : des particules invisibles, extrêmement petites et nombreuses, se sont disséminées dans l'air, sont venues jusqu'à nos narines.

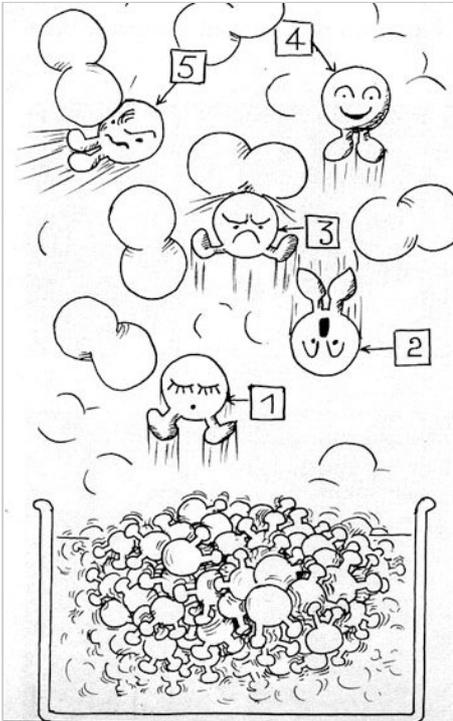
Ce sont les plus petites particules d'éther qui puissent exister : les MOLÉCULES d'éther. Il y en a des milliards et des milliards dans une seule goutte.

Les molécules d'éther sont venues jusqu'à nos nasses et pourtant personne n'a bougé ! Alors, on peut se demander comment elles se sont déplacées dans l'air.

LE BALLET DES MOLÉCULES

Tu as pu voir dans la BT n° 844 « Pourquoi ça fond » que, dans un liquide, les molécules s'agitent sans cesse, d'une manière désordonnée et à des vitesses variables. Parmi celles qui se trouvent à la surface, les plus rapides peuvent s'échapper du liquide: c'est l'évaporation.

Ainsi, les molécules d'éther se sont mêlées aux molécules de l'air - qui s'agitent aussi - et toute cette agitation invisible a dispersé les molécules d'éther dans la classe entière.



Attention ! Lorsque l'éther passe de l'état liquide à l'état de vapeur, les molécules se dispersent, l'espace qui les sépare devient beaucoup plus grand. Mais les molécules d'éther, elles, ne changent pas; comme toutes les molécules, elles restent toujours identiques à elles-mêmes.

1. Molécule partant vers le haut.
2. La vitesse de la molécule est insuffisante : elle retombe.
3. La molécule rencontre une molécule de l'air : elle retombe !
4. La molécule va assez vite, elle ne rencontre pas d'autre molécule : elle devient une molécule de « vapeur ».
5. La molécule va rencontrer d'autres molécules de l'air, sur lesquelles elle va rebondir (comme des boules de billard qui se rencontrent). Ces chocs successifs, provoquant d'innombrables changements de direction, assureront la dispersion des molécules.

COMMENT FAIRE EVAPORER UN LIQUIDE LE PLUS VITE POSSIBLE ?

Saliha : Quand je mets du vernis à ongle, je secoue ma main pour qu'il sèche plus vite.

Marie-Pierre : Oh, oui ! le linge sèche plus vite quand le vent souffle.

Nathalie: Moi, pour sécher plus vite mes cheveux après la douche, j'utilise un sèche-cheveux.

Frédéric: Ça souffle aussi.

Saliha: C'est comme le linge, il sèche plus vite au soleil.

Thierry: Et la cour de l'école, après un orage, sèche bien plus vite quand il y a du soleil.

Bruno: Mais le linge, il faut l'étendre aussi, pour qu'il sèche, même au soleil.

Franck: Et pour faire sécher le foin, il faut l'étaler sur le pré.

Fernando: Quand l'infirmière me passe de l'éther sur le bras, c'est tout de suite sec.



COMMENT ACCELERER L'ÉVAPORATION ?

Il faut étendre le linge et étaler le foin : Franck et Bruno ont remarqué l'importance de *la surface*.

Thierry, Nathalie et Saliha ont pensé au rôle de *la chaleur*.

Frédéric, Saliha et Marie-Pierre ont supposé que *l'agitation de l'air* intervenait aussi.

Fernando, enfin, a signalé que l'éther s'évaporait particulièrement vite, beaucoup plus vite que l'eau: *les liquides* ne semblent pas s'évaporer tous à la même vitesse.

Pour accélérer l'évaporation, on a donc pensé à :

- la surface d'évaporation,
- la chaleur ,
- l'agitation de l'air,
- la nature du liquide.

C'est ce qu'on appelle les *facteurs de l'évaporation*.

Il faut trouver des expériences pour vérifier l'influence de chacun de ces facteurs.



On n'étale pas seulement le linge et le foin : les marais salants occupent de grandes surfaces.

COMMENT VÉRIFIER LE RÔLE DE LA SURFACE DE L'ÉVAPORATION ?

- Frédéric et Nathalie ont réalisé une expérience et en ont fait le compte rendu suivant :

Nous avons ajouté une tare pour équilibrer le verre et l'assiette.



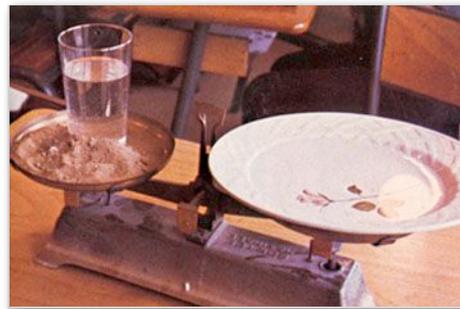
Nous avons versé la même quantité d'eau, à la même température, dans le verre et l'assiette.



- Peux-tu prévoir la position des plateaux de la balance le lendemain ?

Complète le tableau suivant qui aide à résumer l'expérience.

	Verre	Assiette
Nature du liquide	eau	eau
Masse du liquide	la même	la même
Température du liquide		
Surface du liquide		
Agitation de l'air		
RESULTATS		



NOS RÉPONSES

Le lendemain...

	Verre	Assiette
Nature du liquide	eau	eau
Masse du liquide	la même	la même
Température du liquide	la même	la même
Surface du liquide	petite	grande
Agitation de l'air *	la même	la même

RÉSULTATS

L'évaporation est plus rapide sur l'assiette

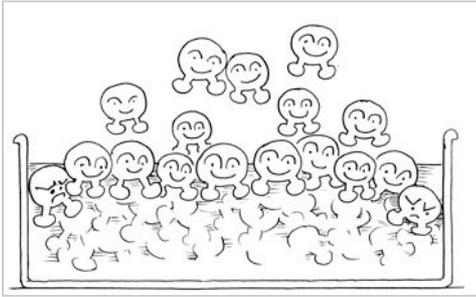
Les deux récipients étant placés l'un près de l'autre, on peut considérer que l'agitation de l'air est la même.

Nathalie et Frédéric ont bien procédé, car ils n'ont fait varier qu'un *seul facteur*. Dans cette expérience, le facteur qui varie (la variable) est *la surface d'évaporation* et on peut conclure que l'évaporation est plus rapide quand cette surface est plus grande.

EXPLICATIONS

Les molécules s'échappent uniquement par la surface du liquide. Plus cette surface est grande, plus il peut s'échapper de molécules à la fois et plus l'évaporation est rapide.

Tu viens de vérifier le rôle joué par la surface d'évaporation.



A ton tour d'imaginer maintenant des expériences dans lesquelles tu étudieras, à chaque fois, l'influence d'une variable :

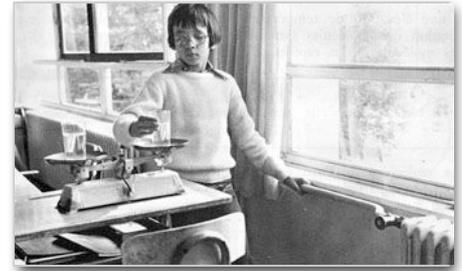
- la chaleur
- ou l'agitation de l'air
- ou la nature du liquide sur la vitesse d'évaporation.

QUELQUES IDÉES D'EXPÉRIENCES :

Pour chacune des trois expériences :

- observe ce qui se passe,
- demande-toi quel est le facteur étudié,
- essaie d'expliquer.

1. Marc s'apprête à prendre un des bocaux pour le poser sur le radiateur (l'autre reste en place). Quelques heures plus tard, il le rapportera sur la balance.



2. Joël laisse tomber une goutte d'eau sur chacun des buvards ; il en agitera un seul.

3. Sur une feuille de buvard, Franck laisse tomber une goutte de chacun des liquides suivants: eau -alcool - essence - éther - ammoniaque.



NOS RÉPONSES

1. - Sur le radiateur (ou au soleil) l'eau chauffée **s'est évaporée plus vite.**

A une élévation de température correspond une plus grande agitation des molécules (voir BT 844 « Pourquoi ça fond ? »). Les molécules, plus rapides, s'échappent plus facilement.

2. - La tache d'eau sèche **plus vite sur le buvard agité.**

Les molécules de l'eau évaporée, restant près de la surface, gênent le départ des autres. En agitant, on les disperse plus vite et on favorise le départ d'autres molécules.

3. - Tous les liquides, dans les mêmes conditions, ne s'évaporent pas à la même vitesse.

La vitesse d'évaporation dépend de la nature du liquide, c'est-à-dire de la nature des molécules et de leurs liaisons (voir page 14).

Donc, **pour accélérer l'évaporation d'un liquide**, c'est-à-dire faciliter le départ des molécules, on peut :

- l'étaler sur une plus grande surface,
- élever la température,
- agiter l'air au-dessus de la surface d'évaporation.

Essaie de résumer chaque expérience sous forme d'un tableau comparable à celui de la page 8 ..

LA CONDENSATION

QUE DEVIENT L'EAU ÉVAPORÉE ?

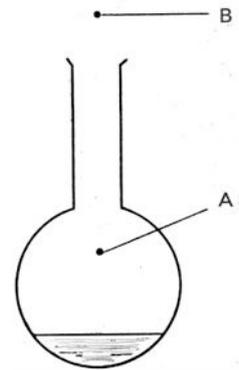
Pour répondre à cette question, tu peux réaliser l'expérience représentée par la photographie.

(Il est préférable de ne verser qu'une petite quantité d'eau dans le ballon.)

Il faut laisser chauffer pendant quelques minutes.

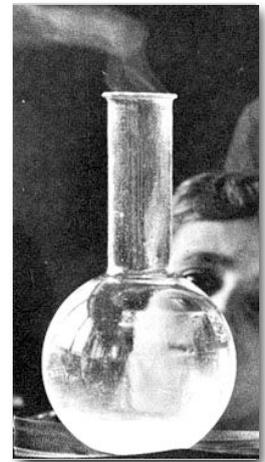
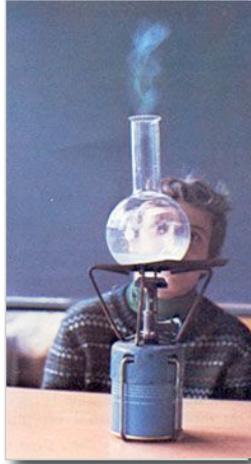
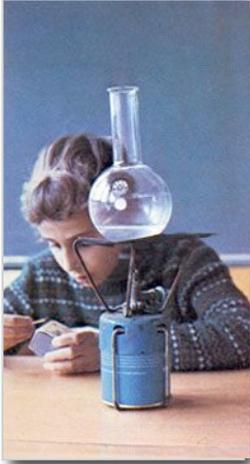
Observe ce qui se passe en A, puis dans le col du ballon, et en B à la sortie.

Réfléchis et essaie d'expliquer.



Début de l'expérience

Cinq minutes après



- 1) Ballon au début de la chauffe, avec buée interne
- 2) Ballon en fin d'expérience, avec transparence du corps et vapeur brouillard qui s'échappe

QUELQUES OBSERVATIONS

- On voit « comme de la fumée » ¹ à la sortie du ballon, en B.
- J'y ai mis les doigts : ça mouille et c'est chaud.
- Alors c'est de l'eau.
- C'est sûrement de l'eau évaporée du ballon.
- Pourtant on ne voit rien dans le ballon au-dessus de l'eau, on devrait voir la vapeur ?
- Quand on a commencé à chauffer, c'était trouble en A.

NOS EXPLICATIONS

- On ne voit rien dans le ballon, quand les parois sont redevenues transparentes, parce que la vapeur d'eau est invisible.
- Au début de l'expérience, la paroi du ballon est devenue trouble, de la buée s'y est déposée. La vapeur d'eau invisible s'est transformée en gouttelettes au contact de la paroi encore froide: on dit *qu'elle s'est condensée*.
- Ensuite, la buée disparaît en A. Les gouttelettes d'eau se sont évaporées parce que la paroi du ballon s'est échauffée: le ballon au-dessus de l'eau redevient transparent.
- Lorsqu'on voit « comme de la fumée » s'échapper du col du ballon, c'est que la vapeur d'eau, invisible dans le ballon, s'est condensée dans l'air en fines gouttelettes qui forment un brouillard. La vapeur d'eau ne peut plus se condenser sur les parois parce qu'elles sont devenues chaudes.
- Le col du ballon, comme la paroi A, redevient lui aussi plus clair, mais plus ou moins selon qu'il est plus ou moins chauffé.

¹ Certaines vapeurs sont visibles à cause de leur couleur - vapeur de chlore, d'iode, par exemple.

QU'EST-CE QUE LA CONDENSATION ?

QUELQUES OBSERVATIONS

Franck : J'ai remarqué que, lorsque je sors une bouteille du frigo, elle se couvre de gouttelettes d'eau...

Pascal : ... Et sur les vitres de la classe, en hiver, il y a souvent de la buée. Papa dit qu'il y a de la condensation, ça doit être un peu la même chose que le brouillard.

Saliha : Mais d'où viennent ces gouttelettes d'eau ?

Ils ont pris deux verres, les ont remplis d'eau à moitié ; dans l'un d'eux ils ont ajouté 2 ou 3 glaçons et ont recouvert les deux récipients.

Au bout de quelques minutes, tu vois de la buée se former...

Sur quel verre ? En dehors ou en dedans ?

Quel a été le rôle des glaçons ?



NOS RÉPONSES

Tu as pu observer de la buée sur le verre refroidi par les glaçons, et pas sur l'autre.

Cette buée apparaît à l'extérieur et pas en dedans: elle ne peut provenir que de la vapeur d'eau contenue dans l'air environnant.

L'abaissement de la température, diminuant l'agitation des molécules de vapeur d'eau, favorise leur rapprochement et leur regroupement en gouttelettes de condensation.

D'autres exemples :

- le brouillard,
- ton haleine quand il fait froid,
- la longue traînée de condensation derrière les avions à réaction, à haute altitude, etc.

Remarques :

1 - Le brouillard, c'est la condensation de la vapeur d'eau dans l'air. La buée et la rosée, c'est la condensation de la vapeur d'eau de l'air sur une paroi ou un objet.

2 - Un réchauffement, une agitation de l'air peuvent provoquer l'évaporation des gouttelettes (la rosée se dissipe au soleil. Pour désambuer le pare-brise de la voiture, on envoie un courant d'air chaud).



La « fumée blanche » de la locomotive est formée de fines gouttelettes d'eau en suspension dans l'air: c'est du brouillard et non de la fumée.

La fumée noire est formée, comme toute fumée, de particules solides en suspension dans l'air. Il ne faut pas confondre fumée et brouillard.

Le train du Vivarais

L'EVAPORATION DANS LA VIE COURANTE

Quelques applications de l'évaporation :

Séchage du foin sur le pré >
Marais salant
Séchage des tomates, des abricots...



Peux-tu retrouver les facteurs de l'évaporation qui interviennent dans chaque situation ?

Et quand on veut empêcher l'évaporation...



Plantation de tomates : le sol est recouvert de paille.
< Cuisson sous aluminium
Légumes dans le bac à légumes du réfrigérateur

Peux-tu dire pourquoi et comment, dans chacune de ces situations, on cherche à éviter l'évaporation ?

Je conserve la terre glaise à modeler, >
ou les légumes, dans un sac plastique



Je pense à reboucher mon stylo-feutre, >



Peux-tu dire pourquoi et comment, dans chacune de ces situations, on cherche à éviter l'évaporation ?

SI TU ES CURIEUX

Est-ce que seuls les liquides s'évaporent?

Dans les marais salants, l'eau s'évapore et le sel reste. On pourrait penser que le sel ne s'évapore pas parce que c'est un solide. Mais il ne faudrait pas croire que les solides ne s'évaporent jamais : la naphthaline, les blocs désodorisants (dans les W .C.), les plaquettes insecticides... sont des *solides* qui s'évaporent sans passer par l'état liquide.

On dit qu'ils se *subliment*.

Autres exemples d'évaporation :

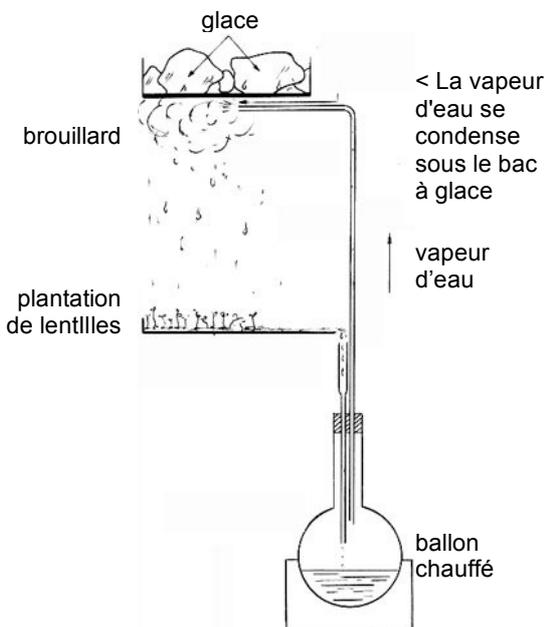
- Le butane, maintenu liquide sous pression dans la bouteille, s'évapore dès sa sortie.
- Il est interdit de fumer près des pompes à essence, car les vapeurs d'essence sont très inflammables.

Une autre façon d'accélérer l'évaporation :

Dans l'industrie, pour obtenir des jus concentrés (fruits, tomates...) on fait évaporer *sous vide*. Le jus sucré obtenu à partir des betteraves à sucre est également concentré sous vide.

En effet, sur le dessin de la page 6, tu vois que les molécules d'air gênent l'évaporation. Si on enlève une partie de l'air, l'évaporation se fait plus facilement.

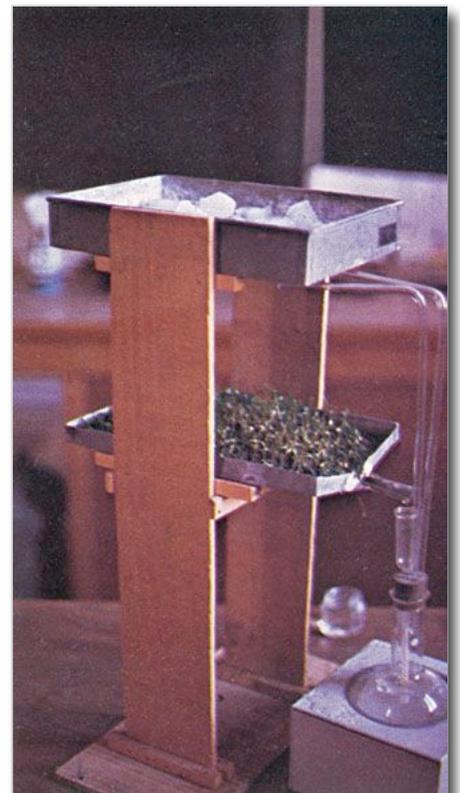
Maquette donnant une idée du cycle de l'eau dans la nature



- L'eau liquide devient vapeur d'eau. Le chauffage du ballon assure une évaporation rapide. Une partie de la vapeur d'eau s'en va dans l'atmosphère.

- Une autre partie de la vapeur d'eau se condense en eau liquide au contact de la tôle refroidie par les glaçons. Les gouttelettes tombent sur la terre, un peu comme la pluie. (Mais la pluie ne se forme pas en réalité, bien sûr, d'une manière aussi simple.)

- L'eau liquide qui tombe s'infiltré.



Une partie s'évapore directement, ou par l'intermédiaire des plantes qui l'absorbent.

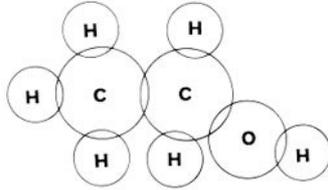
L'autre partie en excès coule et retourne dans le ballon générateur de vapeur .

Les molécules

Voici la représentation schématique de quelques molécules montrant qu'elles sont faites d'atomes assemblés d'une certaine manière. Chaque atome peut être imaginé comme étant une sphère. Chaque molécule a donc une forme particulière (voir BT 835 « Vers l'infiniment petit »).

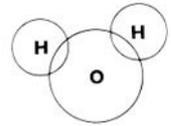
Des forces rattachent les molécules l'une à l'autre mais elles sont plus ou moins fortes selon les liquides. Alors, tu peux comprendre que la nature des liquides joue un rôle dans la rapidité de l'évaporation.

Molécule d'alcool
 $\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{OH}$

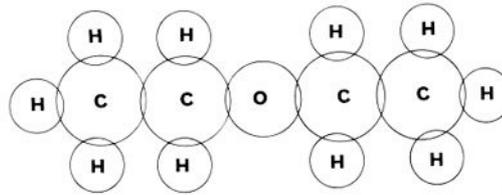


C : atome de carbone
O : atome d'oxygène
H : atome d'hydrogène

Molécule d'eau
 $\text{H}_2 \text{O}$



Molécule d'éther
 $\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{OCH}_2 \text{CH}_3$



L'eau contenue dans une bouteille met des mois avant de s'évaporer totalement. Pourquoi ?

C'est à cause de la forme du récipient. Les molécules de vapeur d'eau s'accroissent à l'intérieur dès que le niveau abaisse un peu. Elles gênent alors le départ des autres molécules.

* * *

POUR LE MAÎTRE

Ce reportage, comme celui paru dans la BT n° 844 « Pourquoi ça fond ? », a été réalisé à partir de situations de classe et de questions d'enfants. Il nous a paru indispensable de mettre un peu d'ordre dans les observations, d'en faire ressortir l'essentiel, de provoquer les mises en relation des phénomènes.

Mais les choses ne se présentent pas nécessairement dans cet ordre et il ne faudrait pas vouloir suivre la BT de A à Z.

Nous pensons que les enfants doivent d'abord :

- exprimer des questions,
- expérimenter sans la BT.

Celle-ci vient ensuite pour leur apporter :

- de nouvelles pistes de recherche,
- des explications,
- et surtout une méthode de travail.

Le sommaire, page 2, permet de pénétrer dans la BT à l'endroit correspondant aux difficultés qui arrêtent les enfants (par exemple: condensation).