

# Des choses simples... qu'il faut pourtant savoir expliquer

A Kélibia, le groupe des «scientifiques» de nos rencontres «audio-visuelles» a dû totalement modifier son organisation.

Habituellement, les membres de ce groupe confrontent les travaux qu'ils ont réalisés dans leurs classes avec leurs élèves : c'est ainsi que sont nées les différentes B.T. à thème scientifique : *L'inertie - Pourquoi ça tombe ? - Pourquoi ça fond ? - Pourquoi ça s'évapore ?*

Face aux stagiaires tunisiens, chacun a dû se convertir en animateur pour faire découvrir concrètement le tâtonnement expérimental, nos camarades étant, dans l'ensemble, plus habitués à l'information qu'à la recherche scientifique.

Nous avons vécu cette recherche en partant des questions que peuvent se poser les jeunes enfants tunisiens

sur l'évaporation, l'eau de mer (salinité, flottaison), la construction d'un thermomètre, la protection contre la chaleur, les circuits électriques...

Face à ces interrogations sur le milieu, le «groupe-classe» a évolué comme dans nos propres classes : pour répondre aux questions posées, des hypothèses ont été émises ; puis le groupe a éclaté en petites équipes de travail pour imaginer et réaliser des expériences permettant la vérification des hypothèses ; enfin, le regroupement a permis la communication, la critique et, éventuellement, le retour à l'expérience avant d'arriver à des conclusions.

Voici quelques comptes rendus résumant certaines de ces recherches.

Maurice LEBOUTET

## Comment l'eau monte-t-elle dans les nuages ?

### Premiers tâtonnements

«*Comment l'eau monte-t-elle dans les nuages ?*» C'est la question que le groupe a posée, prenant à son compte une question exprimée par un enfant dans une classe.

La discussion apporte immédiatement des propositions d'explications :

«— *L'eau de la mer s'évapore, elle s'en va «en fumée» comme l'eau de la casserole posée sur le feu.*

— *Mais sur la mer on ne voit pas de «fumée»...*

— *Et le linge qui sèche ne «fume» pas...*

— *... On ne chauffe ni la mer, ni le linge...*

— *C'est le soleil qui chauffe !*

— *Est-ce que le linge sécherait à l'ombre ? Le soleil est-il indispensable ?*»

A ce niveau de la discussion on ne peut pas apporter de réponse : il faut expérimenter.

Proposition : placer un mouchoir mouillé à l'ombre : on verra s'il sèche.

Expérimentation.

Conclusion : le soleil n'est pas indispensable.

### Vers la formulation d'hypothèses

On pense que le mouchoir aurait séché plus vite au soleil et la discussion s'oriente vers la recherche des facteurs de l'évaporation :

«— *Quand on chauffe ça doit s'évaporer plus vite : le linge sèche mieux au soleil.*

— *Le linge mouillé placé dans un courant d'air sèche plus vite.*

— *Pour faire sécher le linge on l'étend : l'évaporation peut s'effectuer sur une plus grande surface.»*

Il semble que la chaleur, l'agitation de l'air, la surface d'évaporation soient des facteurs de l'évaporation, c'est-à-dire que leur variation doit agir sur la vitesse de l'évaporation. Mais, le plus souvent, dans la vie courante, ces facteurs agissent simultanément et on ne peut savoir s'ils agissent tous effectivement, si tous sont réellement des facteurs de l'évaporation. Il faudrait les faire agir séparément pour vérifier leur effet : ce sera l'objet d'expériences à imaginer.

### L'expérimentation

La discussion permet la prise de conscience de la nécessité de séparer les facteurs considérés de façon à faire agir un seul facteur à la fois en gardant les deux autres constants :

Expériences	Facteurs		
	Chaleur	Agitation de l'air	Surface d'évaporation
A	1	0	0
B	0	1	0
C	0	0	1

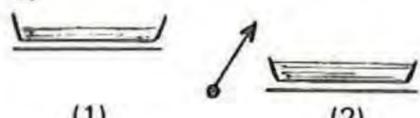
Légende : 1 : facteur variable. 0 : facteur maintenu constant.

Pour réaliser les expériences envisagées, l'équipe se répartit en trois groupes de travail.

#### Expérience A :

a)  Les soucoupes ont la même forme et contiennent le même volume d'eau (même surface d'évaporation).

b) Les soucoupes (1) et (2) sont placées à l'extérieur (dans les mêmes conditions d'agitation de l'air) ; (1) est au soleil et (2) à l'ombre (facteur chaleur variable).

c)  Quelques heures après : l'évaporation a été plus rapide sur la soucoupe (1).

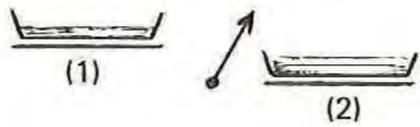
#### Expérience B :

a) Comme pour l'expérience A.

b) Les deux soucoupes restent dans la classe (mêmes condi-

tions de température), (1) sur une table dans un courant d'air, (2) dans un placard à l'abri des courants d'air.

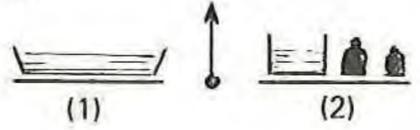
c)



Quelques heures après : l'évaporation a été plus rapide sur la soucoupe (1).

**Expérience C :**

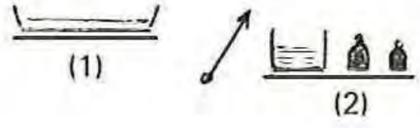
a)



Les récipients n'ont pas la même forme (surfaces d'évaporation différentes) ; il n'y a pas la même quantité d'eau ; on rétablit l'équilibre en plaçant des masses marquées à côté de (2).

b) La balance reste dans la classe : (1) et (2) sont dans les mêmes conditions de chaleur et d'agitation de l'air.

c)



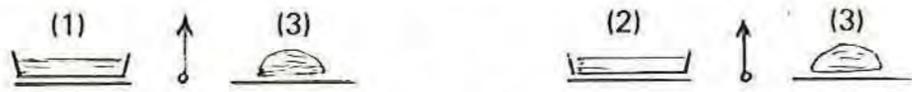
Quelques heures après : l'évaporation a été plus rapide sur la soucoupe (1).

## Communication et interprétation des résultats

- L'élévation de la température, l'augmentation de la surface d'évaporation et de l'agitation de l'air, agissant séparément, accélèrent l'évaporation : ce sont bien des facteurs de l'évaporation.

- Critique des dispositifs expérimentaux :

Expériences A et B : il a fallu déplacer les soucoupes avec le risque de renverser l'eau ; on aurait pu utiliser deux balances :



(3) : tare pour rétablir l'équilibre. Sans rien toucher, on aurait observé lequel des deux équilibres aurait été rompu le premier.

Expérience C : on n'avait pas besoin d'utiliser des masses marquées : ici on ne veut pas effectuer une mesure de masse mais établir un équilibre : une tare avec des cailloux ou du sable aurait suffi.

- Comparaison des expériences : en A et B on a utilisé le même volume d'eau ; on ne l'a pas fait dans l'expérience C : le volume d'eau à évaporer est peut-être un facteur de l'évaporation ; l'évaporation est peut-être plus importante avec un volume d'eau plus grand.

## Nouvelle expérimentation

Expériences	Facteurs			
	Chaleur	Agitation de l'air	Surface d'évaporation	Volume d'eau
A	1	0	0	0
B	0	1	0	0
C	0	0	1	1
C1	0	1	0	0
D	0	0	0	1

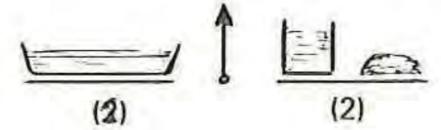
Le tableau d'expérimentation doit être complété.

Si le volume est un facteur de l'évaporation, les expériences A et B restent valables puisqu'on a opéré avec le même volume. Mais l'expérience C n'est plus valable puisque deux facteurs ont varié en même temps : surface d'évaporation et volume ; il faut donc réaliser une expérience C1 avec mêmes volumes d'eau. Il faut aussi concevoir une expérience D où la seule variable sera le volume du liquide.

**Expérience C1 :**

a)

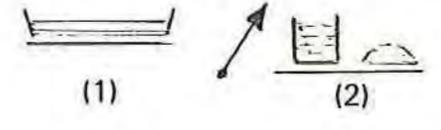
On a 50 cm<sup>3</sup> d'eau en (1) et en (2).



b) Comme pour l'expérience C.

c)

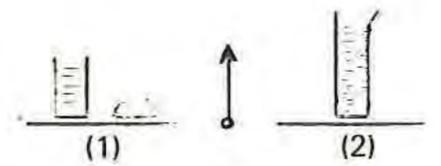
Quelques heures après : l'évaporation a été plus rapide sur la soucoupe (1).



**Expérience D :**

a)

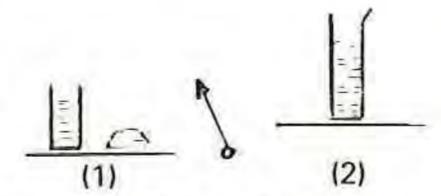
Les éprouvettes (1) et (2) ont même section.



b) Au bout de quelques heures : rien ; l'équilibre n'est pas rompu.

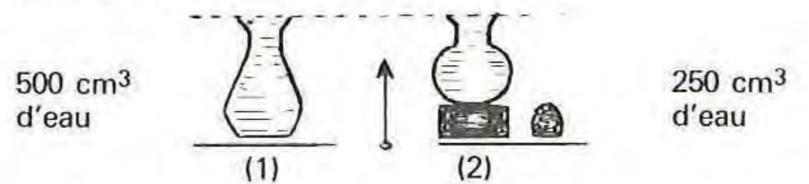
c)

24 heures après : l'évaporation a été plus forte en (2) ; mais il suffit d'ajouter 1 g sur le plateau de l'éprouvette (2) pour rétablir l'équilibre. Donc, en 24 heures, la différence d'évaporation a été très faible et on peut se demander si cela tient bien à la différence des volumes d'eau.



d) Critique du dispositif expérimental : les surfaces d'évaporation dans (1) et (2) ne sont pas au même niveau ; l'éprouvette (2) comporte un bec verseur et un évasement : les conditions d'agitation de l'air sur les surfaces d'évaporation n'étaient peut-être pas exactement les mêmes.

e) Nouveau dispositif expérimental :



Les deux récipients ont des ouvertures de même forme et de même diamètre.

f) 24 heures après : l'équilibre n'est pas rompu : l'eau s'évaporée aussi vite en (1) et en (2) : le volume de l'eau n'est donc pas un facteur de l'évaporation.

## Nouvelle communication et réflexion sur cette recherche

1. Les conclusions auxquelles on aboutit sont toujours provisoires, limitées par le niveau de connaissances du moment : ces conclusions peuvent toujours être remises en cause comme cela s'est produit avec l'hypothèse nouvelle du facteur volume.
2. Mais : «Comment l'eau monte-t-elle dans les nuages ?» On a compris que l'eau de la mer, des lacs... s'évapore et que plusieurs facteurs interviennent dans ce phénomène. Mais cette

vapeur d'eau est invisible alors que les nuages se voient : par quel phénomène passe-t-on de l'invisible au visible ?

Au cours de la discussion on rapporte plusieurs observations de la vie courante : buée sur les vitres en hiver, sur les bouteilles sorties du réfrigérateur... Quelle en est la cause ? l'air ? la chaleur ? le froid ?

Nouvelles questions, donc nouvelles hypothèses et nouvelles recherches. La B.T. n° 859 *Pourquoi ça s'évapore ?* apporte alors des idées d'expériences qui permettent à la recherche de progresser en cernant mieux le phénomène inverse de l'évaporation : la condensation. La B.T. apporte une réflexion sur l'interprétation moléculaire des phénomènes étudiés.

## Pourquoi la mer est-elle salée ?

Le groupe s'est posé la question : «*Pourquoi la mer est-elle salée ?*» et a voulu y répondre par des expériences. Les membres du groupe se sont mis alors dans la situation de l'enfant qui se pose des questions, qui émet des hypothèses et qui essaie d'y répondre en expérimentant.

### Parce qu'il y a du sel dans l'eau de mer

Comment le savoir ?

- Par le goût ;
- En faisant évaporer de l'eau salée.



### D'où vient le sel ?

Hypothèses émises :

- De la pluie ;
- Du fond de la mer, de l'eau des fleuves.
- Faisons évaporer l'eau de pluie (ici remplacée par l'eau distillée). Constatation : aucune trace dans le récipient.
- Dispositif imaginé :



Puis on verse une goutte d'eau recueillie sur une lame et on fait évaporer.

Résultat : traces blanchâtres sur la lame.

Notre conclusion : il y a du sel dans l'eau qui traverse la couche de sable.

Remarques :

a) Première critique lors de la réalisation de cette expérience : nécessité de l'expérience témoin. Ici sur une autre lame on a déposé une goutte d'eau distillée que l'on a fait évaporer afin de s'assurer qu'il n'y avait aucun dépôt.

b) Ce n'est que le lendemain qu'une prise de conscience de la nécessité de rigueur a eu lieu.

Était-ce bien des traces de sel (chlorure de sodium) sur la lame ? Le groupe a pensé à :

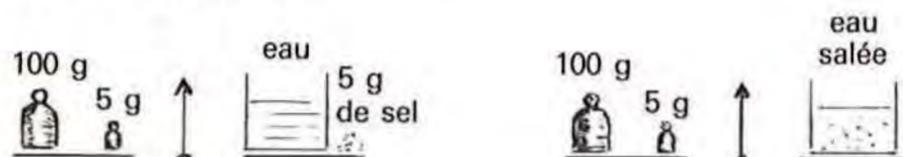
- Verser dans la flamme le résidu blanchâtre (coloration jaune de la flamme), donc sodium ;
- Utiliser le réactif des chlorures : le nitrate d'argent (précipité blanchâtre qui noircit à la lumière).

On a conclu qu'il y avait bien du chlorure de sodium, mais n'y avait-il que ça ?

### Mais sous quelle forme est le sel dans l'eau de mer ?

#### ON NE LE VOIT PAS

##### 1. A-T-IL DISPARU ?



Conclusion : il y a conservation de la masse de sel.

##### 2. REGARDONS UNE GOUTTE D'EAU SALÉE :

- à la loupe,
- au microscope ] on ne voit rien !

Remarque : première prise de conscience de la dissolution : le sel (ou le sucre) doit s'être divisé en parties si petites qu'on ne peut les voir au microscope. Du point de vue de la méthode, on a pensé à regarder une goutte d'eau salée et une goutte d'eau distillée au microscope afin de comparer : il n'y a aucune différence.

#### PEUT-ON LE RÉCUPÉRER ?

En filtrant : aucun résultat. Rien d'étonnant à cela puisque le sucre (ou le sel) a été réduit en particules très petites, même invisibles au microscope.

Remarques : le groupe a remplacé le sel par le sucre (par commodité : morceaux de sucre et aussi parce que le sucre est plus utilisé par l'enfant) et s'est posé la question : «*Récupère-t-on toute la masse de sucre ?*»

Deux problèmes se sont posés :

- On a fait chauffer dans la flamme une solution d'eau sucrée pour faire évaporer l'eau : mais il y a eu caramélisation du sucre !
- On a donc pensé à laisser évaporer l'eau au soleil, mais on a obtenu une sorte de sirop épais. Il aurait été préférable d'utiliser le sel dans le cas présent.

### On veut faire dissoudre plus vite

#### On remue avec un agitateur :

	Récipient A	Récipient B
Volume d'eau en ml .....	50	50
Masse de sucre .....	1 morceau	1 morceau de même taille
Température de l'eau en ° C....	28°	28°
On remue .....	oui	non
Résultats (durée de la dissolution) .....	dissolution rapide	dissolution très lente (+ de 24 h)

**Remarques :** cette présentation de l'expérience dans un tableau est venue après. Prise de conscience par le groupe de la nécessité de faire apparaître la variable (on remue) et les constantes (volume de l'eau, masse de sucre...).

- Le morceau de sucre s'est dissous dans le récipient B, et pourtant on n'a pas remué !
- On met plus d'eau (solvant).

Première expérience faite avec un volume double d'eau et le petit groupe travaillant sur ce problème trouvait qu'un morceau de sucre mettait le même temps pour se dissoudre dans un certain volume d'eau que dans un volume double. Contrôle avec les résultats fournis par la B.T. 844 *Pourquoi ça fond ?* et conclusion contraire. Alors nouvelle expérimentation :

	Récipient A	Récipient B
Volume d'eau en ml .....	37,5	375
Température de l'eau en ° C....	28°	28°
Masse de sucre .....	1 morceau	1 morceau de même taille même façon
On remue .....	oui	
Résultats (durée de la dissolution) .....	2 mn 40 s	2 mn

### On chauffe :

Ici encore, plusieurs étapes dans le tâtonnement expérimental et c'est grâce au groupe, à son travail critique, qu'il y a eu prise de conscience et évolution :

- 1<sup>re</sup> phase : on prend le même volume d'eau à diverses températures.
- 2<sup>e</sup> phase : on prend la même masse d'eau à diverses températures.
- 3<sup>e</sup> phase : vu la durée très longue de la phase 2, on décide de chauffer et de remuer en même temps.

Expérience (phase 3) :

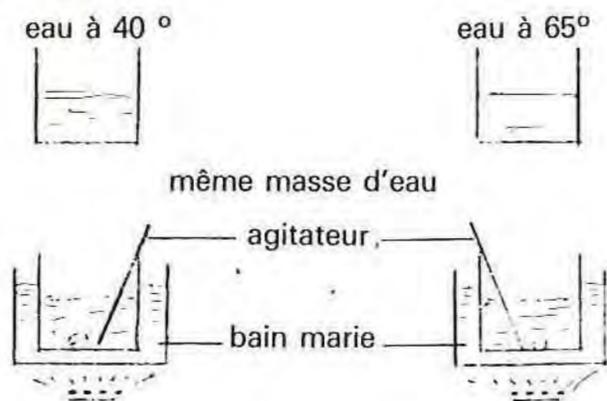
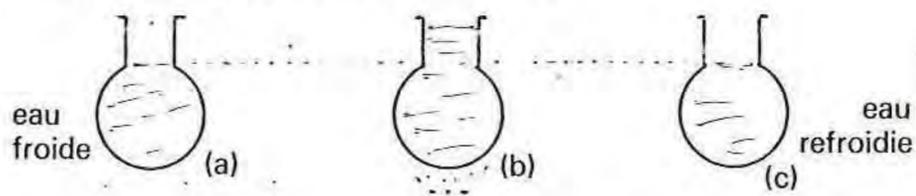


Tableau de résultats :

	Récipient A	Récipient B
Masse d'eau .....	la même	la même
Température de l'eau en ° C....	40°	65°
Masse de sucre .....	1 morceau	1 morceau de même taille même façon
On remue .....	oui	
Durée de dissolution .....	2 mn 50 s	2 mn 40 s

Pourquoi prendre la même masse d'eau et non le même volume ?

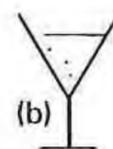
### PREMIÈRE EXPÉRIENCE PROPOSÉE :



Dans les trois cas même masse d'eau (même nombre de molécules), mais en b volume plus grand qu'en a.

### DEUXIÈME EXPÉRIENCE RÉALISÉE :

200 ml d'eau froide (28°)



200 ml d'eau à 95°

200 ml d'eau à 95° ont une masse inférieure à celle de 200 ml d'eau froide.

**Conclusion :** ici le volume est identique (200 ml) mais la masse d'eau est différente, donc le nombre de molécules est différent.

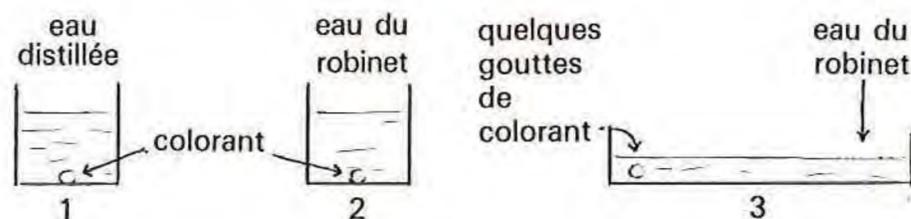
## Pourquoi le morceau de sucre s'est-il dissous dans l'eau même lorsqu'on ne remue pas ?

Hypothèses émises :

- L'eau doit être agitée (même une eau calme !).
- C'est peut-être à cause de l'air dissous dans l'eau.

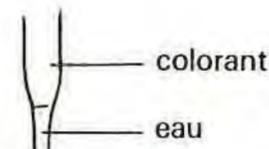
### a) Comment montrer que l'eau est agitée ?

Peut-on rendre visible cette agitation ?



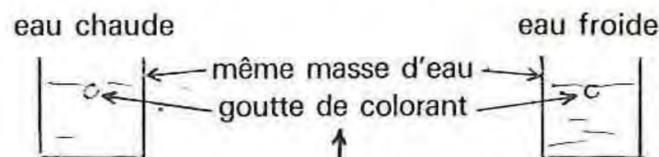
Au bout d'un certain temps, dans les trois récipients, le colorant s'est réparti dans toute l'eau (le liquide est uniformément coloré).

**Remarques :** des difficultés pour déposer au fond du verre quelques gouttes de colorant. Voici comment on a procédé :



- On a essayé de répandre en surface de la poudre (cristaux de sulfate de cuivre) : résultat qui manque de netteté.
- Pourquoi avoir voulu déposer une goutte de colorant au fond du récipient ? Pour répondre à une objection d'un membre du groupe qui émettait l'idée que le liquide se répandait à cause de son poids.
- On a voulu aussi vérifier si le colorant se répandait plus rapidement dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

### b) Est-ce que l'agitation est plus grande dans l'eau chaude que dans l'eau froide ?



Au bout de 15 mn le colorant s'est réparti dans tout le liquide.

Au bout de 47 mn, le colorant s'est répandu dans toute l'eau.

**Conclusion :** l'agitation des molécules est plus grande dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

Les problèmes suivants ont été soulevés mais n'ont fait l'objet d'aucune recherche :

- Fusion et dissolution ;
- Dissolution de diverses substances dans des liquides différents ;
- Etc.