

LES CHANGEMENTS D'ETAT DE LA MATIERE EN CE2

Thérèse FAY

Professeur de Sciences Physiques, IUFM de Grenoble

Josiane REBOULET

PEMF, Ecole Clémenceau, Grenoble

Les activités décrites dans ce texte abordent les changements d'état de l'eau avec les objectifs suivants :

- approfondir le **concept de matière et d'état** de la matière ;
- appréhender la **conservation de la matière et de la masse** ;

En nous centrant sur ces objectifs, nous avons laissé de côté volontairement - la séquence s'étant déroulée en début de CE2 - l'observation des températures lors des changements d'état. D'autre part, nous avons eu le souci de relier les expériences réalisées en classe aux phénomènes naturels présents dans le cycle de l'eau ; c'est pourquoi nous avons choisi l'étude de la vaporisation par évaporation.

Pour l'étude de la conservation de la matière et de la masse au cours des changements d'état « liquide → solide » et « liquide → vapeur », nous avons construit les activités de façon à faire retrouver par les élèves les arguments énoncés par Jean Piaget¹ à savoir :

- l'argument de **réversibilité** pour les transformations
liquide \longleftrightarrow solide et liquide \longleftrightarrow vapeur ;
- l'argument d'**identité** : on retrouve la même substance sous le même état après l'étude du cycle des transformations écrites ci-dessus,

L'argument de compensation aurait pu expliquer l'augmentation de volume de l'eau solide en présentant les facteurs masse volumique et volume d'une même masse d'eau. Il nous a semblé trop difficile pour des enfants de CE2 et nous en sommes restées à l'observation de la mesure des masses.

La construction des concepts de matière et d'état étant élaborée à l'école avec l'exemple de l'eau, il a été nécessaire d'être vigilant par rapport au langage utilisé. En effet, comme la matière « eau » est nommée dans le langage courant par 3 mots différents suivant son état (glace – eau – vapeur) et que des erreurs sont fréquentes concernant l'état gazeux de l'eau dans les exemples de la vie quotidienne, ce thème a permis de différencier le **langage scientifique** du langage de la “connaissance commune”²

¹ Piaget J, (1972), *Problèmes de Psychologie Génétique* – Denoël, pp 143 à 151

² Bachelard G (1970), *La formation de l'esprit scientifique* – Vrin, pp 55 à 72

Nous avons entraîné les élèves à l'écriture des comptes rendus d'expériences et de protocoles expérimentaux. Cette écriture exige une très grande clarté puisque les productions peuvent être destinées à une communication aux autres. Ce travail de rédaction s'avère donc source de structuration pour les élèves.

Ces activités se sont déroulées d'octobre à décembre dans deux classes de CE2 de l'école Clemenceau de Grenoble.

Séance 1 : Conservation de la matière (substance) au cours des changements d'état

1^{er} temps

Compétences visées

- lire un schéma complexe
- associer des mots à chaque élément répertorié sur le schéma

Chaque élève doit trouver sur un schéma du cycle de l'eau le nom des éléments représentés et la matière qui les constitue. (document 1 en annexe)

C'est le document qui a été choisi pour entrer dans la séquence sur les changements d'état de la matière. Les questions posées permettent d'avoir une idée des connaissances de chaque élève. Une aide orale à la lecture de ce schéma complexe présentant une coupe et une perspective est apportée par la maîtresse sur une reproduction agrandie fixée au tableau.

Lorsque chacun a écrit ses réponses, un libre débat est alors organisé par la maîtresse qui prend en compte les idées des élèves sans donner les réponses correctes et définitives dans les cas où l'accord n'est pas établi.

Le tableau à compléter :

	Nom de l'élément représenté	Sais-tu de quoi cet élément est fait
A		
B		
C		

L'analyse des réponses nous permet de constater que :

- l'« eau » est liquide et la « glace » est solide : la glace et l'eau ne semblent pas être constituées de la même matière pour l'ensemble des élèves ;
- les termes ou expressions « vapeur », « buée », « eau évaporée » sont employés alors que l'élève ne paraît pas attribuer un état particulier à ces formes que prend l'eau dans la nature ;
- en ce qui concerne les réponses données pour B (la mer), il y a eu une lecture très réaliste du schéma par certains enfants qui ont justifié leur réponse ainsi : « ça ne peut pas être la mer puisque la montagne est très proche ; ça ne peut être qu'un lac »
- F qui représente un glacier est une « montagne » pour un grand nombre d'enfants. C'est la forme du relief qui permet l'identification de l'élément.

2^{ème} temps

Compétences visées

- réaliser les étapes successives d'un protocole expérimental donné par le maître ;
- représenter par plusieurs schémas le déroulement de l'expérience ;
- écrire un compte rendu de l'expérience.

Situation de départ.

Deux bouteilles sont présentées à la classe, l'une contenant de l'eau liquide, l'autre contenant de l'eau à l'état solide.

Les caractères de l'état liquide (« ça coule ») et de l'état solide (« on peut le prendre dans sa main ; c'est dur ») sont énoncés par l'ensemble des élèves.

Problème posé : Comment faire de la glace dans la classe ?

Les moyens connus par les enfants sont évoqués : congélateur, freezer du réfrigérateur ; ces moyens ne sont pas disponibles en classe. Les conditions expérimentales sont alors expliquées par le maître car on a pu constater que la lecture individuelle d'un protocole est difficile pour des élèves de CE2.

Les élèves, par groupe de deux, doivent :

- verser de l'eau dans le tube à essais jusqu'au repère ;
- placer le tube à essais dans un verre contenant du mélange réfrigérant ;
- dessiner le tube et son contenu, le tube étant maintenu vertical ;
- observer, après un temps de 10 minutes le contenu du tube à essais ;
- retirer le tube du verre et dessiner le tube avec son contenu ;
- placer le tube dans un verre contenant de l'eau tiède ;
- observer et dessiner après fusion complète de la glace.

Un tableau avec un schéma de référence a été fourni aux élèves pour faciliter le travail de compte-rendu.

Étape 1	Étape 2	Étape 3
		

Pour ces comptes rendus individuels, on remarque à nouveau l'utilisation des termes « eau et glace » qui semblent être des substances différentes.

50 élèves décrivent le changement d'état « liquide → solide » : « l'eau se transforme en glace ». 40 élèves écrivent « la glace a fondu » pour décrire le changement d'état « solide → liquide » de l'eau. Les autres élèves n'ont pas décrit les transformations.

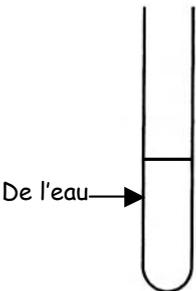
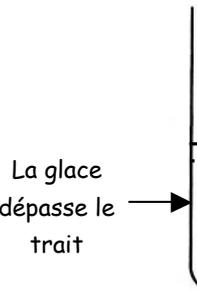
La forme du texte ne respecte pas toujours la chronologie des étapes.

En ce qui concerne les schémas relatifs aux états liquide, solide, puis liquide de l'eau, les résultats sont les suivants :

Transformation de 1 à 2	Niveau plus élevé en 2	36
	Niveau identique en 1 et 2	9
	Confus ou pas de tracé pour 2	7
Transformation de 2 à 3	Niveau identique à 1	35
	Inexact	5
	Pas de tracé	6
	Confus	6

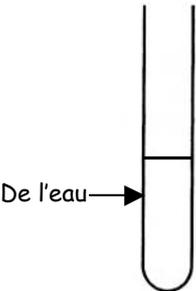
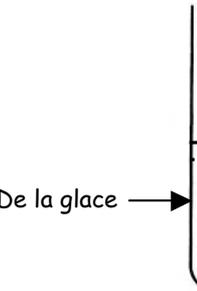
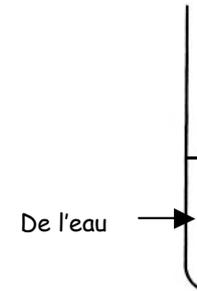
Il apparaît que dessiner le niveau dans les 3 situations successives est une tâche plus difficile que l'écriture du texte. Des élèves qui ont exprimé par le texte la variation de volume de 1 à 2 et le retour au volume initial en 3 n'ont pas mis en relation les niveaux sur les schémas. Pour les élèves, la représentation à l'échelle du tube à essai (tâche qui a demandé beaucoup de concentration) a été un obstacle au dessin du contenu. Ces exigences de précision étaient demandées pour la première fois dans ces deux classes de CE2.

Texte et schémas de Simon :

Étape 1	Étape 2	Étape 3
		
<p>On a préparé le mélange réfrigérant et on l'a mis dans un verre. Après on a mis de l'eau liquide dans un tube à essais. Après on a mis le tube à essais dans le verre.</p>	<p>On l'a laissé 15 minutes dans le verre. Après on a vu que l'eau liquide était devenue de l'eau glacée. On a vu aussi que l'eau glacée a dépassé le trait vert (en pointillé).</p>	<p>Après on a mis le tube à essais dans un autre verre où il y avait de l'eau liquide. L'eau glacée a fondu et elle est redevenue liquide et revenue au niveau du trait vert.</p>

Ce texte est de type narratif. Simon expose les actions successives et ses observations en ne respectant pas le protocole de chaque étape. Il semble que la préparation préalable du mélange réfrigérant occulte la première phase de l'expérience : c'est la solidification de l'eau liquide qui intéresse le maître mais c'est l'environnement expérimental qui est signifiant pour l'élève. La variation de volume de l'état liquide à l'état solide est bien observée.

Texte et schémas de Christophe

Étape 1	Étape 2	Étape 3
		
<p>Ici c'est de l'eau normale... Pour commencer l'expérience, nous avons pris un tube à essais. Nous avons mis de l'eau jusqu'au trait vert.</p>	<p>Quand nous avons mis le tube à essais dans la glace, l'eau est devenue glacée (le trait en pointillé repère le trait vert)</p>	<p>A la fin nous avons mis le tube à essais dans l'eau chaude et c'est redevenu de l'eau.</p>

Ce texte narratif relate les actions et observations de chaque phase de l'expérimentation. La variation du volume du liquide au solide apparaît sur les schémas.

Pour Christophe, les deux modes d'expression apparaissent comme complémentaires alors que pour Simon, il est nécessaire de faire une description complète par le texte **et** par les schémas.

Séance 2 : Conservation de la masse au cours des changements d'état

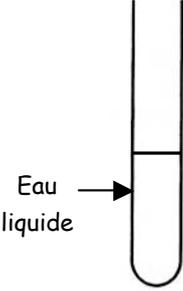
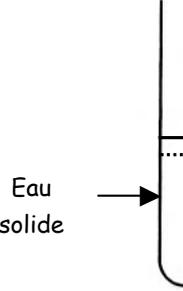
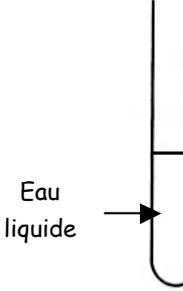
1^{er} temps

Compétence visée

- *réactivation des connaissances vues à la séance précédente.*

La mise au point collective d'un texte relatif à chaque étape de l'expérimentation précédente est réalisée à partir des différents textes produits individuellement.

Les changements d'état de l'eau : liquide → solide → liquide

Etape 1	Etape 2	Etape 3
		
<p>On verse de l'eau liquide jusqu'au trait de repère dans un tube à essais. On place le tube en position verticale en utilisant un support en pâte à modeler. On voit que le niveau est horizontal.</p>	<p>On place le tube dans un verre contenant du mélange réfrigérant (glace pilée + gros sel). On observe que l'eau devient de la glace : le niveau de la glace est plus haut que le repère dans le tube. L'eau liquide est devenue solide parce que le mélange du verre était très froid.</p>	<p>On place le tube contenant de la glace dans un verre d'eau tiède. On observe que la glace fond ; lorsque toute la glace est fondue, le niveau du liquide est repéré par un trait de marqueur. La glace a fondu parce que l'eau tiède a apporté de la chaleur au tube et à la glace.</p>

Suite à ce travail, une fiche de synthèse intitulée « Aide à l'écriture d'un compte rendu d'expériences » est élaborée avec les enfants (document 2 en annexe). Cette fiche correspond à l'état des connaissances des élèves ; elle pourra évoluer par la suite.

2^{ème} temps

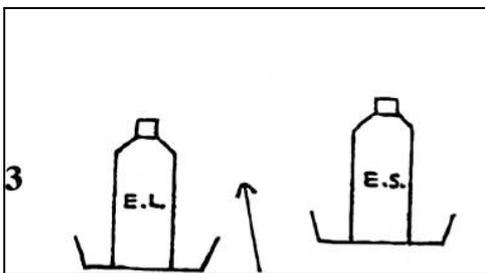
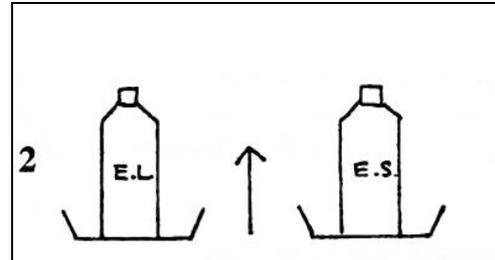
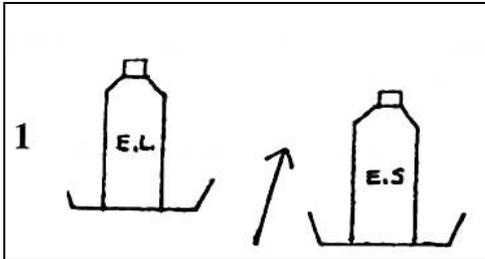
Compétence visée

Une pesée préalable a permis d'observer l'équilibre de la balance Roberval lorsque l'on place sur chacun des plateaux deux bouteilles identiques remplies d'eau : les deux bouteilles ont le même poids.

Les élèves observent la bouteille placée au congélateur dont le contenant a été déformé sous l'effet de l'augmentation de volume de l'eau solide.

La tâche proposée aux élèves est la prévision de la masse de cette bouteille.

Pour une réponse rapide à cette question, le choix leur est donné entre 3 schémas reproduits ci-dessous.



Légende :

E.L : eau liquide

E.S : eau solide

Les résultats obtenus :

- la masse de la bouteille d'eau solide est supérieure à la masse de la bouteille d'eau liquide : 36
- la masse de la bouteille d'eau solide est inférieure à la masse de la bouteille d'eau liquide : 8
- la masse de la bouteille d'eau solide est égale à la masse de la bouteille d'eau liquide : 5
- pas de réponse : 3

On observe qu'une forte proportion d'élèves a prévu la masse de l'eau supérieure à l'état solide : « *Il y en a plus (de la glace) donc c'est plus lourd* ». Ces élèves ont raisonné en termes de relation : « *volume plus grand donc masse plus grande* » .

Certains élèves ont proposé une masse d'eau solide inférieure à la masse d'eau liquide. Ils ont peut-être pensé que la glace qui flotte sur l'eau est plus légère que l'eau liquide.

La validation de la solution correcte se fait par la pesée de la bouteille.

3^{ème} temps

Compétences visées

- *transfert du constat précédent dans une situation dans laquelle la variable est le matériel utilisé,*
- *lecture et mise en œuvre d'un protocole expérimental.*

L'activité suivante permet aux élèves de retrouver le matériel expérimental utilisé dans la séance précédente. Les situations successives sont décrites dans le document 3 en annexe. L'expérimentation qui valide les prévisions est réalisée avec un seul dispositif pour l'ensemble de la classe.

L'analyse des résultats est faite suivant les critères suivants :

- conservation de la masse
41 élèves représentent la conservation de la masse lors du cycle des changements d'état liquide → solide → liquide. Pour 4 élèves, l'augmentation de la masse de l'eau solide semble être encore liée à l'augmentation du volume. Il paraît y avoir une diminution de masse entre l'eau liquide du départ et l'eau liquide obtenue après fusion de la glace pour 5 élèves.
- Non-conservation du volume dans la transformation liquide → solide
26 élèves la représentent et 18 élèves dessinent le même niveau dans les 3 tubes. Pour 38 élèves, il n'y a pas perte de matière au cours du cycle.

On peut remarquer qu'il était demandé une mise en relation des niveaux dans les trois tubes **et** une relation entre les positions des plateaux de la balance, tâche complexe qui a été assez bien réussie dans l'ensemble. Il apparaît que la conservation de la masse qui venait d'être vue à propos de la bouteille a été mieux réinvestie que la non-conservation du volume .

Séance 3 : généralisation à d'autres substances

Compétence visée

- *transfert des notions étudiées au sujet de l'eau à une autre substance : la cire à bougie.*

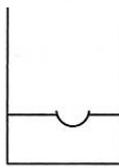
1^{er} temps : conservation de la matière lors des changements d'état « solide ↔ liquide »

Les élèves observent les changements d'état de la cire à bougie.

Ils doivent faire les schémas illustrant les différents états et écrire un texte qui décrit les conditions expérimentales et les transformations de la cire. Une aide formelle est fournie pour la présentation : la feuille quadrillée est partagée en 3 colonnes numérotées de 1 à 3 pour spécifier les 3 états successifs.

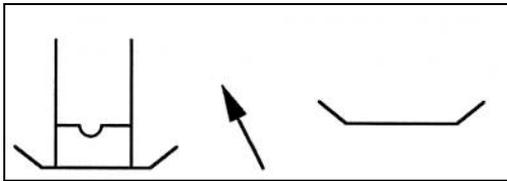
On constate que pour 75% d'élèves la succession des états « solide, liquide, solide » est décrite correctement. Le travail précédent entraîne pour certains une confusion entre les mots « cire à bougie » et « eau ». D'autre part, on remarque, comme pour le compte rendu concernant l'eau, qu'un nombre plus important d'élèves réussissent mieux l'écriture du texte qu'ils ne dessinent les schémas correspondant aux étapes successives de l'expérience. L'ensemble des élèves attribuent au mot « solide » le sens d'état de la matière alors qu'en début de séquence, « solide » signifiait « dur ».

Ainsi le texte de Simon décrit correctement le protocole de chaque étape et l'état correspondant de la cire.

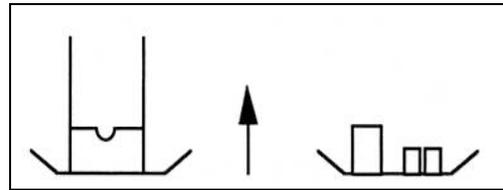
1	2	3
		
On a pris un verre où il y avait de la cire dedans...	On a mis le verre dans un saladier qui contenait de l'eau chaude. On a mis le saladier sur une plaque électrique et la cire solide devient de la cire liquide.	On a mis le verre dans de l'eau froide et on a vu que la cire liquide est redevenue de la cire solide.

2^{ème} temps : conservation de la masse lors des changements d'état « solide → liquide »

Le protocole expérimental est formulé par les élèves.



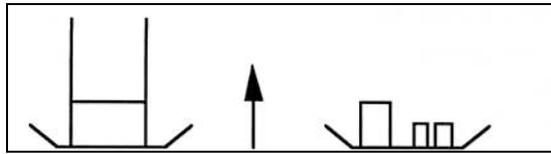
(1)



(2)

« Tu prends le verre avec la cire solide et tu le mets sur le plateau de la balance (1) ;
Tu mets des masses pour faire l'équilibre (2).

Puis tu fais fondre la cire en mettant le verre dans l'eau chaude.
Tu places le verre avec la cire liquide sur le plateau et tu vois ».



Les prévisions du résultat :

- le poids de la paraffine liquide est le même que celui de la paraffine solide : 28 élèves ;
- le poids de la paraffine liquide est inférieur à celui de la paraffine solide : 16 élèves ;
- le poids de la paraffine liquide est supérieur à celui de la paraffine solide : 8 élèves ;
- sans avis → 2 élèves.

La validation par l'expérience conduit à l'énoncé :

“Le poids de la paraffine ne change pas lorsqu'elle change d'état”.

Séance 4 : approche du phénomène de vaporisation par évaporation

Compétences visées

- *analyse d'images de situations vécues ;*
- *début d'appropriation d'un modèle particulier proposé par le maître.*

Problème posé aux élèves en début de séance

Une bouteille, vide de tout liquide, fermée par un bouchon vissé, est sortie du freezer d'un réfrigérateur. Elle est placée dans la salle de classe.

M (maîtresse) : « Pourquoi les parois extérieures se recouvrent-elles de fines gouttelettes d'eau ? »

Quelques propositions d'élèves : « quand ça passe du froid au chaud » ; « elle (l'eau) était dans l'air »

M : « Peut-on voir de l'eau dans l'air ? »

« on ne (la) voit pas, l'air est transparent » ; « c'est comme la vapeur du fer à repasser » ;
« l'eau, elle était dans la classe »

M : « Où est l'eau dans la classe ? »

« dans la bouteille (bouteille sans bouchon au fond de la classe) »

« dans la terre des plantes, dans la terre des champignons »

(Les 2 dernières propositions font allusion aux expériences en cours en biologie).

La discussion en reste là. Le travail qui suit permettra de revenir au problème soulevé.

Aide à la résolution du problème :

M : « Vous allez maintenant réfléchir à 5 situations de la vie quotidienne présentées sur le document (document 4 en annexe). Dans chaque cas, il y a un élément (objet ou personne) qui contient de l'eau liquide et cet élément sèche. C'est l'inverse de ce qui se passe avec la bouteille. »

Les réponses concernant le devenir de l'eau liquide :

- l'eau s'évapore : 21 élèves ;
- pas d'autre explication : 6 ;
- l'eau disparaît : 3 ;
- l'eau s'envole : 2 ;
- l'eau va dans l'air : 4 ;
- transformation de l'eau en air : 2 ;
- transformation de l'eau en buée : 2 ;
- transformation en nuage : 2 ;
- l'eau se transforme en air : 3 ;
- ça sèche (l'eau ou l'élément mouillé) : 14 ;
- pas d'idée : 6.

On peut supposer a priori que les enfants qui utilisent à bon escient le terme correct et attendu « l'eau s'évapore », ont une bonne perception du phénomène. En réalité, lorsqu'on leur demande de préciser le sens du mot, on s'aperçoit que, s'ils sont capables d'identifier une situation correspondant au phénomène, ils ne savent pas donner du sens à l'expression. D'autre part, et nous le justifierons par la suite, le sens donné aux mots (tels que solide, vapeur) dans la vie quotidienne est un obstacle difficile à dépasser par les enfants. On retrouve ici l'obstacle de la « connaissance commune » décrit par G. Bachelard³.

La mise en commun

M : « Dans chacun des cas, l'élément passe de l'état mouillé à l'état sec ; qu'est devenue l'eau ? »

Dans les réponses des élèves, il y a détournement du mot « devient ». De même que l'enfant ne donne pas la définition d'un mot mais le décrit par son usage, il élude ici la difficulté en transformant la question pour pouvoir y répondre. En conséquence, la grille remplie au tableau dans un ordre aléatoire comporte tout d'abord des éléments pour la colonne « Comment ? ».

Élément	Que devient l'eau ?	Comment ?
Linge	L'eau s'évapore L'eau s'en va L'eau se transforme en vapeur	Grâce au soleil Grâce à la chaleur Grâce au vent
Maillot	Idem	Chaleur et vent
Cheveux	Idem	Chaleur et air en mouvement
Mains	Idem	Chaleur et air en mouvement
Vaisselle	Idem	Grande surface en contact avec l'air de la cuisine

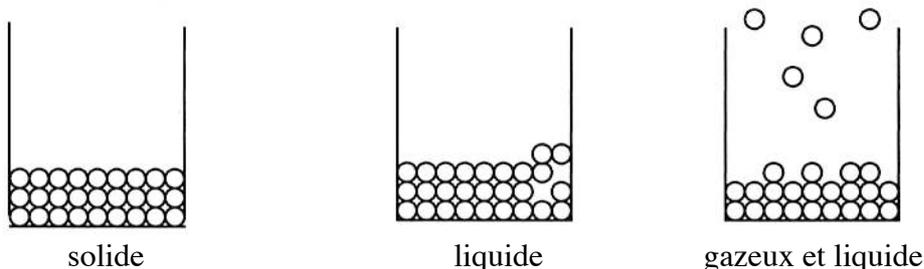
La maîtresse introduit le troisième état de la matière, **l'état gazeux**.

Elle reprend la situation évoquée par le dessin "séchage" des mains. Pour aider à la représentation du phénomène, on fait mimer par les élèves l'état liquide de l'eau : les élèves (grains de matière) se touchent et glissent les uns par rapport aux autres. Lorsque

³ ibid

l'air chaud souffle, les grains sont très agités et certains se détachent du liquide et se dispersent dans l'air de la classe ; les élèves miment la situation.

Un **germe de modèle particulière** est matérialisé par des petites boules placées dans un aquarium. La maîtresse imprime un mouvement de plus ou moins forte intensité en fonction de l'état de la matière évoqué.



Cette mise en scène permet alors aux élèves d'imaginer que :

L'eau liquide s'est transformée en vapeur d'eau invisible qui se disperse dans l'air.

Qu'est-ce qui favorise l'évaporation ?

M : « *On vient de voir que la soufflerie d'air chaud permet « aux boules d'eau » d'être en mouvement très rapide. Les grains qui sont à la surface peuvent alors se séparer des autres et se disperser dans l'air et c'est pourquoi on ne voit pas l'eau à l'état de gaz. Observez les autres situations et trouvez dans quelles conditions les « boules d'eau » peuvent également se séparer les unes des autres.* »

La discussion qui s'établit conduit aux formulations suivantes :

- « *Si la surface de contact entre l'eau liquide et l'air est grande, l'évaporation est plus rapide.* » ;
- « *Si l'air est chaud, l'évaporation est plus rapide.* » ;
- « *Si l'air est agité, l'évaporation est plus rapide.* ».

Séance 5 : phénomène de vaporisation (suite)

Compétences visées

- *Recherche de situations expérimentales qui permettent de valider quantitativement le rôle des facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation de l'eau.*
- *Ecriture des protocoles d'expériences et communication de ces protocoles par une affiche.*
- *Mise en place des expériences.*
- *Ecriture des résultats des expériences avec une structure de comparaison.*

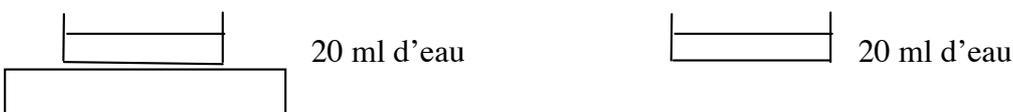
1^{er} temps : Recherche, écriture des protocoles expérimentaux et communication par affiche à l'ensemble de la classe

Une formulation orale par les enfants permet d'établir précisément les critères qui doivent définir chaque protocole :

- on doit faire agir **un seul facteur** à la fois ;
- on doit **comparer les temps** mis pour que **la même quantité** d'eau s'évapore dans deux situations : le facteur étudié n'agit que sur l'une des deux ; l'autre sert de témoin.

Les propositions des groupes d'élèves d'une des classes sont données ci-dessous. Les protocoles, dessinés sur une grande affiche, sont présentés par chaque groupe d'élèves (4 à 6 élèves par facteur traité) à l'ensemble de la classe.

Rôle de la chaleur



20 ml d'eau 20 ml d'eau

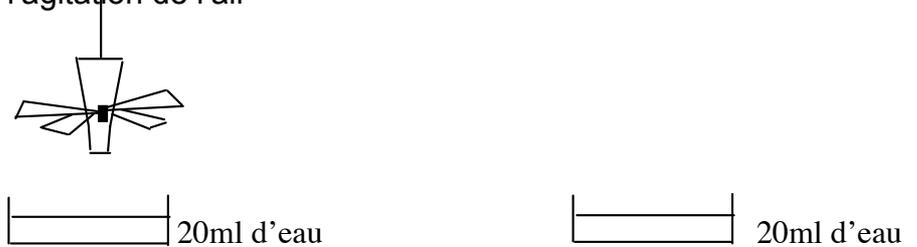
Dans quel récipient l'eau va-t-elle s'évaporer plus vite ?

Rôle de la grande surface au contact de l'air



20 ml d'eau 20 ml d'eau

Rôle de l'agitation de l'air



20ml d'eau 20ml d'eau

Dans quel récipient l'eau va-t-elle s'évaporer plus vite ?

Remarques :

Ces élèves ont ici privilégié le schéma avec légende et le texte écrit se résume au problème posé.

Chaque affiche a été utilisée comme outil de communication, et comme support à une explication orale plus détaillée.

Dans l'autre classe, les élèves ont produit des textes de type injonctif ; un exemple est donné ci-dessous (Ces élèves avaient analysé et produit des textes de ce type : règles de jeux mathématiques, fiche de fabrication en technologie).

Rôle de l'agitation de l'air

Prendre une soucoupe remplie de 20 ml d'eau et la placer devant le ventilateur.
Prendre une autre soucoupe identique à la première, remplie de 20 ml d'eau et la placer dans un endroit sans air agité.

Matériel : deux soucoupes, une éprouvette, un ventilateur.

Dessin :



20 ml d'eau 20ml d'eau

2^{ème} temps : mise en place des expériences

Ensuite, chaque groupe a pour consigne de conduire l'expérimentation prévue pour une situation. (lecture du protocole)

3^{ème} temps : écriture des résultats d'expériences

Cette dernière tâche est différée dans le temps car il a fallu attendre que l'eau liquide soit évaporée dans l'ensemble des récipients. Le support « affiche » est précieux dans ce contexte car il permet d'avoir une trace de ce qui a été réalisé et de ce que l'on cherche.

Pour formuler les résultats, les élèves ont utilisé une **structure linguistique de comparaison**.

« L'eau dans le récipient placé sur la plaque électrique s'évapore **plus vite que** l'eau contenue dans le récipient identique placé sur la table ».

« L'eau dans la soucoupe s'évapore **plus vite que** l'eau contenue dans le verre. »

« L'eau dans la soucoupe sous le ventilateur s'évapore **plus vite que** l'eau contenue dans la soucoupe placée sur la table »

L'apprentissage de cette structure de comparaison (difficile à utiliser pour des enfants de CE2) prend tout son sens dans l'interprétation de cette expérimentation. Ainsi le langage et ses structures, adaptés à des situations vécues par les élèves, deviennent fonctionnels. L'expression correcte devient nécessaire pour se faire comprendre.

Séance 6 : Les changements d'état : synthèse et réinvestissement au cycle de l'eau dans la nature

Compétences visées :

- *mémorisation de l'ensemble des connaissances élaborées dans les séances précédentes ;*
- *transfert de ces connaissances à l'analyse de phénomènes naturels.*

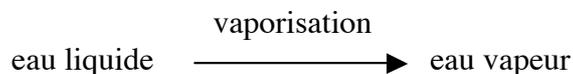
1^{er} temps : la structuration des savoirs en jeu dans l'ensemble de la séquence

On repart des trois affiches de la séance précédente.

M : « Dans les 3 expériences, l'eau s'est évaporée ; qu'est-ce que cela signifie ? »

E : « L'eau est passée de l'état liquide à l'état de vapeur. »

On peut écrire :

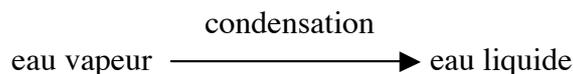


M : « Est-ce que l'on peut retrouver l'eau liquide à partir de la vapeur d'eau ? »

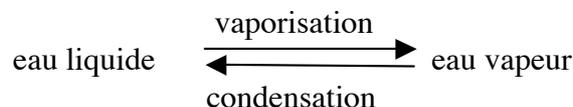
On rappelle ce que l'on avait observé à propos de la bouteille vide d'abord placée dans le réfrigérateur puis dans la classe.

« D'où provenait l'eau qui était sur les parois de la bouteille ? »

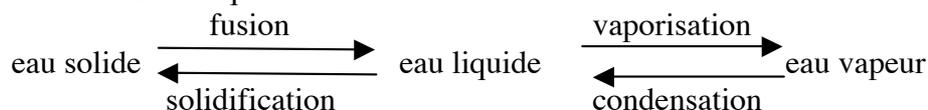
On arrive à l'écriture :



puis à l'écriture condensée



On arrive ainsi progressivement à l'écriture qui regroupe l'ensemble des changements d'état étudiés dans la séquence.



2^{ème} temps : Transfert des connaissances au cycle de l'eau dans la nature

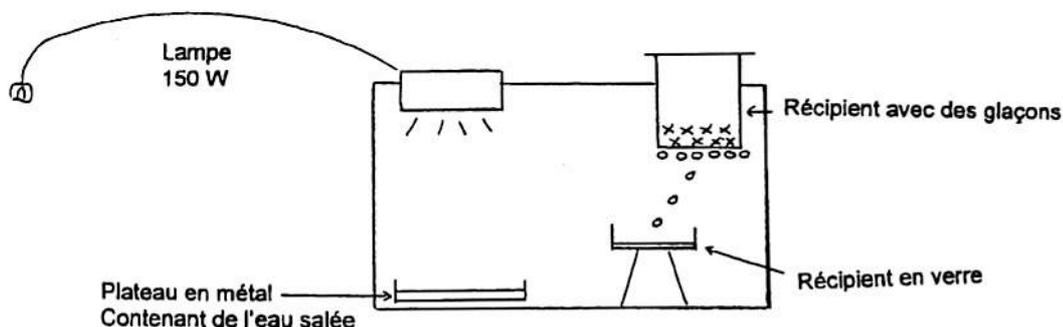
Le support utilisé est de nouveau le document 1.

Tout d'abord, les élèves doivent utiliser le support pour identifier les états de l'eau (en affectant à chaque état une couleur différente) et coder le circuit de l'eau entre les divers éléments du schéma. Ensuite, chacun doit écrire un texte qui explique les mouvements de l'eau sous ses différents états dans la nature.

En ce qui concerne l'identification des états de l'eau dans chaque partie du schéma, on peut encore une fois remarquer la persistance des représentations liées à la « connaissance commune ». Bien que les enfants affirment « la vapeur d'eau est invisible », la plupart d'entre eux ne représentent pas la présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère. D'autre part, la moitié des élèves pense que les nuages sont constitués d'eau à l'état de gaz.

Un débat centré sur les contradictions entre leurs connaissances (toutes récentes) et leurs perceptions permettent à chacun de corriger ses erreurs.

Une aide à l'autocorrection a consisté à présenter une maquette très simple qui permet d'imaginer dans le micro espace, plus accessible aux jeunes enfants, certaines étapes du cycle de l'eau.



La rédaction individuelle du texte explicatif de ce cycle a permis d'évaluer les apports de cette séquence tant au point de vue conceptuel qu'au point de vue maîtrise de la langue.

Quelques textes :

Le cycle de l'eau

L'eau est dans la mer. L'eau s'évapore, se transforme en vapeur qui est un gaz invisible. Quand la vapeur arrive dans l'atmosphère, elle se transforme en eau liquide et forme les nuages. Quand il y a trop d'eau dans le nuage, il pleut. Si le nuage est en altitude, il neige. La pluie soit s'infiltre et forme les rivières, les lacs et les sources souterraines, ou sinon les ruisseaux, les rivières, les fleuves qui se jettent dans la mer. La neige fond, soit s'infiltre dans la terre, soit fait les ruisseaux, les rivières, les fleuves qui se jettent aussi dans la mer. Voilà le cycle qui recommence.

Alex

Le cycle de l'eau

L'eau de la mer s'évapore et fait une condensation, un nuage. Le vent pousse le nuage, le place à un autre endroit, et au bout d'un moment les petites gouttes d'eau sont trop lourdes et tombent en pluie. La pluie fait ruisseler des rivières qui reviendront à la mer. Le nuage peut monter aussi plus haut et peut tomber en neige sur le glacier. Il fait ruisseler des rivières aussi et elles reviennent à la mer.

Le cycle de l'eau

L'eau de la mer s'évapore dans les airs et fait un nuage qui est poussé par le vent. Quand les gouttes sont trop lourdes ça fait pleuvoir. Ça fait un ruisseau qui retourne dans la mer.

Sinon, le nuage est poussé vers les montagnes et ça fait neiger. Le sommet de la montagne se transforme en glacier ; quand il fait très chaud, le glacier fond et ça fait un ruisseau qui retourne à la mer.

Valentin

Nous concluons en évoquant quelques **apports** et certaines **difficultés** observés lors de la conduite de cette séquence de physique.

Le **concept de matière** semble être en cours de construction ainsi que le **concept d'état** : la même matière peut exister sous les 3 états. Les élèves ont réinvesti ces notions dans la compréhension du cycle de l'eau.

Cependant, pour ces enfants de 8-9 ans, les propriétés de l'état gazeux restent difficiles à conceptualiser. Ce n'est que lorsqu'ils se sont appropriés une représentation du modèle particulière de la matière que les élèves arrivent à ne plus être tributaires du langage commun qui met sous le terme de vapeur aussi bien la fumée que le brouillard, la buée et les nuages. Ils sont alors fiers de leur savoir nouveau et l'on a, en retour, le récit des discussions qui peuvent s'établir avec les parents.

En ce qui concerne les phénomènes physiques complexes, nous sommes convaincus que la **présentation de modèles** très simples à des élèves de cycle 3, contribue à une meilleure compréhension. Les « boules » d'eau comme les « grains » d'électricité sont des outils puissants qui permettent aux élèves de se décentrer de leurs seules perceptions.

De plus, à l'issue de ce travail en sciences, il nous apparaît que chaque élève a progressé dans la **maîtrise de la langue**.

Les comptes rendus d'expériences ont été l'occasion de justifier la production d'écrits en classe. Ces écrits s'appuient sur des actions effectivement conduites par chacun. Consignés dans le classeur personnel, ils peuvent être consultés à tout moment et acquièrent de ce fait le statut d'aide mémoire pour l'élève. La fonction de « mémoire externe » de l'écrit prend alors tout son sens.

L'élaboration des protocoles expérimentaux destinés à la communication exige clarté et précision. Elle contribue à une meilleure structuration des opérations dans le temps.

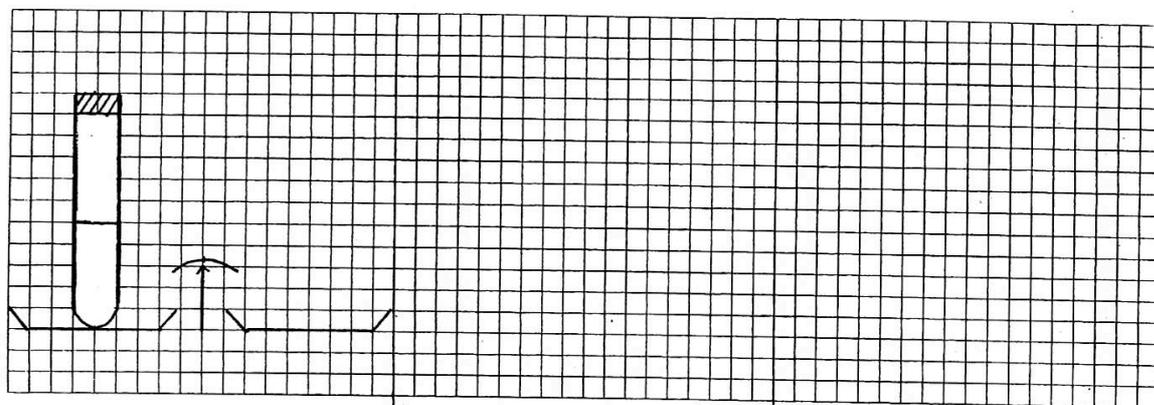
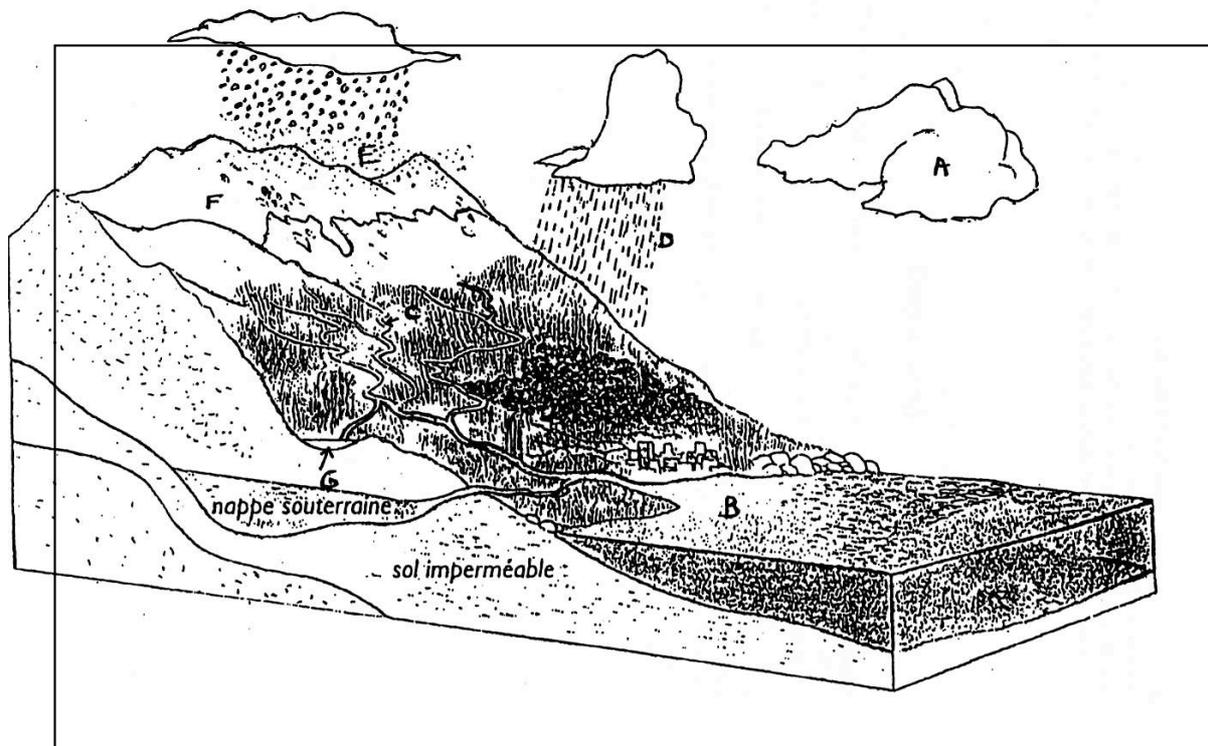
D'autre part, ces élèves de CE2 commencent à discerner les moyens les plus appropriés à la transmission des informations. Est-ce un texte ou un schéma ? Un tableau sera-t-il le plus adéquat à décrire ce que l'on désire exprimer ? Ils commencent à percevoir la complémentarité de ces diverses formes d'écrits.

Références bibliographiques

- Bachelard G. (1972), *La formation de l'esprit scientifique*, Librairie philosophique J.Vrin
Piaget J. (1972), *Problèmes de psychologie génétique*, Collection Médiations - Editions Denoël
Astolfi J.P., Peterfalvi B., Vérin A. (1998) *Comment les enfants apprennent les sciences*, Editions Retz
Cahier d'activités Physique et technologie CE2 - Nouvelle collection Tavernier – Editions Bordas 1995

Annexes

Document 1



Situation 1

Place les masses marquées pour la pesée du tube à essais contenant l'eau liquide.

Ecris la valeur de chaque masse.

Situation 2

On laisse les masses marquées sur le plateau de droite.

On place le tube à essais contenant l'eau solide sur le plateau de gauche.

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

Dessine la situation.

Situation 3

L'eau solide s'est transformée en eau liquide.

Les masses marquées sur le plateau de droite restent les mêmes.

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

Dessine la situation.

Document 2

Aide à l'écriture d'un compte rendu d'expérience

I - Comment se présente - t - il ?

- Il y a un titre.
- On donne une liste du matériel.
- Il y a des schémas et des textes.
- On respecte les étapes dans l'ordre chronologique.
- Pour chaque étape :
 - On dit ce qu'on fait ;
 - On décrit ce que l'on observe (aspect, forme, état . . .) ;
 - On explique pourquoi il se passe tel ou tel phénomène.
- À la fin de l'expérience, on tire une **conclusion**.

II - Pour écrire le texte

- Je fais des phrases courtes.
- Je pense à la ponctuation.
- Je pense à l'orthographe.
- J'utilise le temps "présent".
- J'utilise les pronoms "on" ou "nous".

III - A quoi sert ce type de texte ?

- Il permet de laisser une trace écrite pour l'apprentissage de la leçon.
- Il permet aux parents de savoir ce que l'on fait en classe.
- Il permet de communiquer à d'autres élèves les résultats du travail que l'on a fait pour qu'ils puissent le réaliser à leur tour .

Document 4

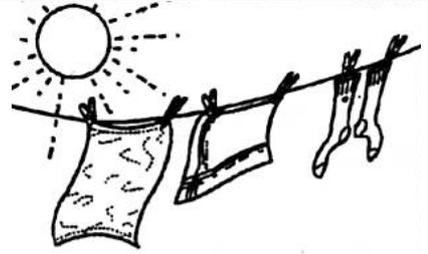
Observe ces dessins qui représentent cinq situations de la vie courante.

Ecris à gauche de chaque dessin le nom de l'élément mouillé.

A ton avis, que devient l'eau dans chacune des situations ? Ecris ton explication.

Elément mouillé :

J'explique ce que devient l'eau :



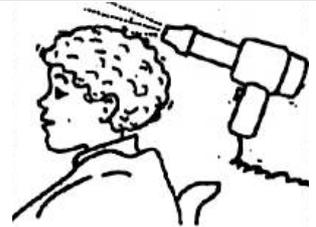
Elément mouillé :

J'explique ce que devient l'eau :



Elément mouillé :

J'explique ce que devient l'eau :



Elément mouillé :

J'explique ce que devient l'eau :



Elément mouillé :

J'explique ce que devient l'eau :

