

Auteurs : Travail collectif(plus d'infos)

Résumé : [Témoignage] - Dans cette séquence, les enfants proposent des dispositifs pour refroidir de l'eau chaude.

Objectif : Savoir imaginer puis mettre en oeuvre un protocole expérimental pour répondre à une problématique. Amener les élèves à observer le phénomène de transmission de la chaleur. L'eau chaude, laissée à l'air libre, refroidit lentement ; la chaleur est transférée à l'extérieur. Dans la vie quotidienne, il y a de nombreux moyens pour accélérer le refroidissement de l'eau chaude.

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



Comment refroidir rapidement de l'eau chaude ?

Comment refroidir rapidement de l'eau chaude ?

Cette séquence est extraite de la version préliminaire d'un ouvrage rédigé par des enseignants participant au programme chinois Learning by Doing dans le cadre d'une coopération établie avec La main à la pâte en 2000. La version française a été [préfacée](#) par Georges Charpak. Il ne s'agit pas d'une séquence directement conçue pour l'enseignement des programmes français. Il est néanmoins évident que les enseignants français constateront que les objectifs de cette séquence créée par leurs collègues chinois ne sont pas si éloignés des leurs, et qu'ils sauront tirer le meilleur profit des activités proposées.

Matériel

Verres avec graduation, thermomètres, eau à une température suffisante (généralement à 45°C) .

Cycle 2

La séquence présentée ci-dessous a été mise en oeuvre après avoir réalisé la séquence sur l'eau intitulée « substance intéressante ».

Cette séquence a été réalisée dans le cadre d'un projet de classes d'enfants de l'école maternelle âgés de 6 ans.

La problématique de l'enseignant : comment amener graduellement les enfants à observer le phénomène de transmission de la chaleur *par l'expérience*.

La problématique des enfants : *concevoir une expérience au cours des activités* pour prouver que « l'eau chaude se refroidit lentement », et comprendre au travers des tests expérimentaux que « dans la vie quotidienne il existe beaucoup de moyens différents pour refroidir rapidement de l'eau chaude ».

C'est au cours de ces activités que les enfants vont peu à peu construire les notions visées : l'eau chaude laissée de côté peut se refroidir lentement ; la chaleur peut être transférée à l'extérieur ; dans la vie quotidienne il y a de nombreux moyens d'accélérer le refroidissement de l'eau chaude.....

Ce document, outre son objectif conceptuel sur la transmission de la chaleur, se propose d'illustrer :

Comment l'enseignant gère la progression et conduit la mise en oeuvre des différentes phases de ce type d'activités ;

Comment les enfants réagissent, imaginent, expérimentent et comment se manifestent leurs compétences au cours de l'expérience.

Le contexte de la séquence

L'eau est une substance naturelle aimée et bien connue des enfants. Autour du thème de « l'eau » l'enseignant peut encourager les enfants à découvrir de nombreux phénomènes intéressants *en leur permettant d'en explorer* les mystères, stimulant ainsi leur intérêt pour la science.

Au début du semestre, l'enseignant a mis en place deux situations expérimentales pour aider les enfants de 6 ans à construire quelques concepts : la première vise à faire observer et découvrir les caractéristiques de l'eau à des enfants; la seconde vise à leur faire découvrir des relations qui existent entre l'eau et les autres substances environnantes.

Pour la première partie, l'enseignant avait constitué deux groupes d'expérimentations pour les amener à découvrir quelques caractéristiques de l'eau. A la fin, les enfants ont retenu que « l'eau est transparente » et que « l'eau coule du haut vers le bas ».

Juste au moment où les enfants - pleins d'enthousiasme- sont en train d'explorer et de discuter au sujet de l'eau, l'un d'entre eux demande soudain : « comment l'eau chaude devient-elle rapidement froide ? »

La question soulève l'intérêt de nombreux camarades, et inspire également l'enseignant qui trouve qu'elle mérite d'être explorée. Ainsi l'enseignant décide d'ajourner le plan prévu et de répondre à la question de l'enfant et en reportant à plus tard la troisième situation expérimentale initialement prévue.

L'enseignant commence par analyser tout d'abord attentivement les acquis des enfants et découvre que les enfants ont déjà acquis inconsciemment beaucoup de moyens de « refroidir rapidement l'eau chaude » dans la vie quotidienne. Cependant, ce sont ces simples expériences qui contiennent les principes scientifiques.

Connaissances et savoir-faire que l'on souhaite voir acquis ou en cours d'acquisition par les enfants à l'issue de la séquence

Savoir qu'il y a beaucoup de moyens de refroidir l'eau chaude; être capable de mettre en oeuvre des différentes méthodes pour refroidir l'eau chaude ; aimer discuter avec des camarades les questions relatives aux expériences, et explorer les secrets du « refroidissement de l'eau chaude » dans un processus d'investigation commun avec l'enseignant ; proposer ses propres suppositions au cours des activités et les vérifier par l'expérimentation.

Un déroulement possible de la séquence

Séances	Question de départ	Activités conduites avec les enfants	Connaissances, savoirs et savoir-faire en jeu	Activités langagières
Séance 1	Que devient l'eau chaude mise de côté dans un verre ?	Prévoir le changement de température de l'eau dans le verre et essayer divers moyens de prouver que « l'eau se refroidit lentement ».	Savoir que l'eau d'un verre peut se refroidir lentement. Essayer d'utiliser un thermomètre, savoir que dans la vie le thermomètre peut montrer le changement de la température.	Décrire le phénomène « l'eau se refroidit » et lire correctement les indications du thermomètre.
	Où la « chaleur » de l'eau est-elle partie ?	Imaginer l'utilisation de divers moyens pour prouver que « l'eau se refroidit lentement » : recouvrir le verre avec la main ou un autre objet et percevoir que la « chaleur » s'en va.	Percevoir la « transmission de la chaleur » au cours de l'expérience et savoir que le résultat de cette transmission est que la chaleur a été transférée aux objets environnants.	En prenant des notes, être capable d'exprimer ses propres opinions.
Séance 2	De quelles méthodes disposons-nous pour refroidir rapidement l'eau chaude?	Inciter les enfants à observer et noter les méthodes utilisées dans la vie courante et les amener au cours de leurs échanges à comprendre les résultats apportés par l'emploi de ces méthodes.	Connaître quelques méthodes utilisées dans la vie courante, savoir qu'il y a de nombreux moyens d'accélérer « la transmission de la chaleur ».	Décrire ce qu'on a noté soi-même, faire connaître ce qu'on a vu et entendu dans la vie, rendre compte des différents résultats obtenus.
		Imaginer une expérience pour « faire refroidir rapidement l'eau chaude ».	Rechercher des objets de la vie courante, déterminer les moyens pour accélérer « la transmission de la chaleur » de l'eau.	Verbaliser un protocole d'expérimentation, préciser « comment je pense faire ».
Séance 3	Quels sont les moyens que nous pensons employer pour refroidir rapidement l'eau chaude ?	En utilisant des objets variés collectionnés par eux-mêmes ou fournis par l'enseignant les enfants mettent en oeuvre l'expérimentation « faire refroidir rapidement l'eau chaude » et <i>notent par écrit</i> les processus expérimentaux.	Accélérer « la transmission de la chaleur » dans diverses expérimentations, noter les protocoles expérimentaux et leurs résultats.	Etre capable de rendre compte de ses expériences, présenter les protocoles expérimentaux, les problèmes rencontrés et leurs résultats.
	En fin de compte, comment l'eau chaude refroidit-elle ?	Discuter en commun des problèmes rencontrés au cours des expériences, découvrir durant l'investigation les secrets du « refroidissement de l'eau chaude ».	Elaborer le principe de « la transmission de la chaleur » au cours des échanges des enfants.	Etre capable d'exprimer avec ses propres mots les concepts qu'on a compris au travers les expériences.

Séance 1. Que devient l'eau chaude mise de côté dans un verre ?

Objectif : Etudier la « transmission de la chaleur » à l'aide d'outils (thermomètres) de la vie quotidienne.

Matériel : des verres, de l'eau chaude (à 45°C) et des thermomètres

Avant l'activité, l'enseignant a disposé de nombreux verres d'eau chaude (à environ 45°C) dans la classe, il laisse les enfants deviner ce qui arrivera à l'eau chaude laissée à l'air libre dans la pièce. Tous les enfants expriment explicitement que l'eau chaude du verre va refroidir. Certains enfants disent même « l'eau chaude se refroidit lentement. » Après que tous les enfants aient exprimé leur propre jugement, l'enseignant poursuit le questionnement : « Comment sais-tu que l'eau chaude refroidit lentement ? Quels moyens peux-tu proposer pour prouver que l'eau chaude refroidit lentement ? » Un enfant dit : « on peut le sentir avec la main ! », deux autres proposent d'utiliser un thermomètre.

Phase 1

L'enseignant propose tout d'abord aux enfants d'observer l'eau chaude en s'appuyant sur les questions posées : la plupart des enfants sentent le changement de l'eau avec la main, deux garçons qui avaient mentionné le thermomètre le demandent à l'enseignant et ils ont tous deux choisi le thermomètre en verre avec une graduation. Pour prouver que « l'eau chaude se refroidit », l'enseignant encourage les enfants à noter par écrit les méthodes qu'ils ont utilisées et observe en même temps le procédé expérimental des deux garçons.

Phase 2

Au cours des échanges sur les méthodes expérimentales, l'enseignant conduit consciemment les enfants à discuter de la méthode de ces deux garçons. Le thermomètre devient le centre de la discussion.



Au cours de la discussion « le thermomètre peut-il vraiment nous dire que l'eau chaude refroidit lentement ? », les deux garçons qui utilisent le thermomètre donnent leurs arguments. Ils disent : « je vois que la température baisse peu à peu à partir de 45°C », « je vois que la ligne rouge dans le thermomètre descend pas à pas ». Leurs descriptions convainquent enfin tous les enfants qui acceptent « qu'il est plus précis d'utiliser le thermomètre que la main ».

« Comment utiliser un thermomètre avec la graduation ? » C'est le bon moment pour l'enseignant pour apprendre aux enfants à utiliser correctement le thermomètre et à connaître ses fonctions. Les enfants découvrent qu'« avec la main, on sent que le verre est moins chaud, que la température a baissé mais sans plus alors que le thermomètre indique la température de façon précise ».



L'enseignant apprend aux enfants à utiliser correctement le thermomètre, il encourage le garçon qui sait déjà utiliser le thermomètre à apprendre à sa camarade comment lire les indications du thermomètre.

Phase 3

Tous les enfants commencent leur expérience en essayant d'utiliser le thermomètre. Pendant ce temps, un élève écrit sur son cahier des notes « 1, 2, 3, 4, 5, 6.....10 », il se prépare à noter la température à dix moments différents; un autre fixe le regard sur le thermomètre en suivant la variation de température en permanence

A la fin de cette activité, les enfants ont découvert que la température de l'eau du verre a vraiment baissé.

Ici au cours de l'utilisation du thermomètre, l'enfant connaît naturellement « la température de l'air », « la température de l'eau du début », « la température de l'eau à la fin de l'expérience », un enfant a même calculé la variation de la température de l'eau.

Indiquons que, pendant l'utilisation d'un thermomètre de laboratoire, l'enseignant a découvert quelques problèmes, par exemple : le thermomètre en verre est fragile, deux ont été cassés lors des expériences. Pour assurer la sécurité des enfants, ainsi que pour prendre soin des appareils expérimentaux, l'enseignant pose, après l'activité, la question « comment prendre soin du thermomètre ? ». Un enfant répond « on peut fabriquer un support », ainsi les enfants sont amenés par l'enseignant à chercher des boîtes de pâte dentifrice avec lesquelles ils fabriquent des supports.

Phase 4

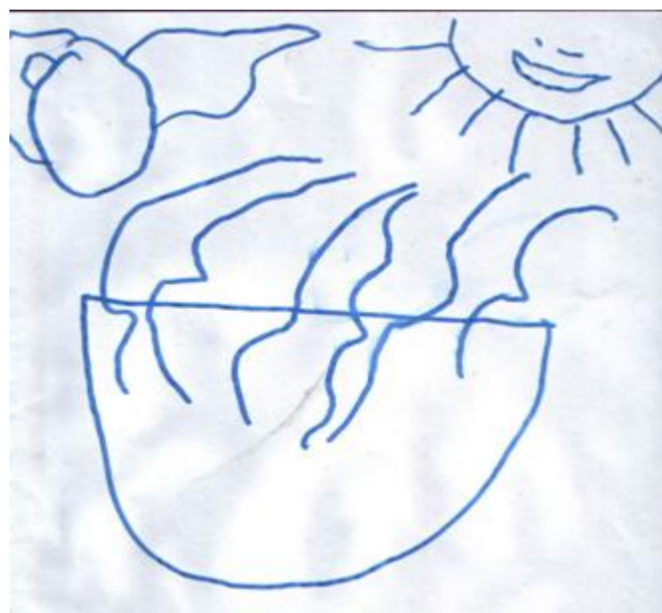
Objectif : Imaginer l'expérience et percevoir la « transmission de la chaleur » au cours de cette expérience.

L'enseignant tire de l'activité précédente la question : « Où la « chaleur » de l'eau du verre est-elle partie ? »

Dès que la question est posée, elle suscite l'intérêt des enfants. Certains répondent tout de suite : « la chaleur de l'eau est entrée dans l'air », et cette proposition est approuvée par tous les enfants. Ainsi, ils ont suggéré de dessiner ce qu'ils ont pensé et de le décrire ensuite sans timidité aux autres.

Dans les échanges, l'enseignant découvre qu'il y a encore de nombreux enfants qui pensent sentir avec la main. Ils mettent la main au dessus du verre, ils sentent facilement que la chaleur arrive sur la main.

Les notes d'un enfant sont approuvées par ses camarades quand il dit que « l'air chaud du verre est tout parti vers les nuages, s'il y a beaucoup d'air chaud ensemble il pleuvra ! »



En analysant les descriptions des enfants l'enseignant prend conscience que sous l'influence des lectures les connaissances des enfants se limitent à l'évaporation de l'eau, il décide ainsi de continuer le questionnement et d'aborder de plus près la question de la chaleur .

« Où la « chaleur » de l'eau du verre est-elle partie ? » l'enseignant pose la question et touche le verre avec la main en même temps. Cette suggestion comportementale engage les enfants à observer le verre avec plus d'attention, et à apercevoir des phénomènes divers de « la transmission de la chaleur ».

Effectivement, les enfants commencent à prêter attention à ce verre d'eau placé devant eux, ils le touchent de-ci, de-là. A ce moment, l'enseignant les encourage encore une fois à noter par écrit leurs observations.



Certains autres pensent au thermomètre encore une fois, ils croient que la température du thermomètre va augmenter en le mettant à côté.

Un enfant dessine une table, il explique que « la table brûlante » indique que « la chaleur est arrivée dans la table ! ». Les lignes sous le verre montrent la direction de la transmission de la chaleur.



Un enfant conseille de verser l'eau du verre dans la bouteille, puis de vérifier que ce verre sans eau est encore brûlant, il trouve que celui-ci est la meilleure preuve de la transmission de la chaleur. Ici l'enfant a dessiné aussi une main tremblante, elle montre que la main a une sensation de brûlure.

Dans cette activité l'enseignant aide les enfants à connaître globalement les phénomènes de « la transmission de la chaleur » consciemment par le questionnement « Où la « chaleur » de l'eau du verre est-elle partie ? » Pendant les échanges, l'enseignant demande continuellement aux enfants : « la chaleur » est-elle vraiment sortie ? », « comment sais-tu que « la chaleur » est sortie ? » pour guider les enfants à exprimer leurs sensations personnelles d'une manière précise.

Séance 2. De quelles « méthodes » disposons-nous pour refroidir rapidement l'eau chaude

Objectifs : Décrire les caractéristiques des objets de la vie courante, enquêter sur les façons d'accélérer la transmission de la chaleur, imaginer une expérience pour refroidir rapidement l'eau chaude. Pour l'enseignant, avant cette activité il faut d'abord analyser attentivement les expériences réalisées par les enfants dans la vie de tous les jours. Ils sont familiers de beaucoup de moyens de « refroidir rapidement de l'eau ». Ainsi, l'enseignant pose la question : « dans la vie de tous les jours est ce qu'il y a des moyens de refroidir rapidement de l'eau chaude ? » pour encourager les enfants à observer et noter ces moyens avant la classe.

Phase 1

L'activité commence, tout le monde montre ses notes d'observation. Comme prévu, il y a de nombreux moyens courants. Par exemple :



Papa a mis beaucoup de glace dans le verre pour « refroidir l'eau chaude rapidement ».



Maman prend un autre verre vide et verse l'eau chaude de l'un à l'autre sans cesse entre ces deux verres pour « refroidir l'eau chaude rapidement ».



Maman met le verre d'eau sur le rebord d'une fenêtre, « laisse le vent souffler sur l'eau ! ».



Mamie met l'eau dans le réfrigérateur, ainsi l'eau refroidira.

Pendant que les enfants sont conduits à échanger leurs méthodes pour « refroidir l'eau chaude rapidement », l'enseignant demande systématiquement aux enfants : « quels sont les résultats apportés par l'emploi de ces méthodes ? » pour que les enfants puissent connaître quelques méthodes ordinaires, exprimer et également décrire ces phénomènes courants dans leur vie.

Phase 2



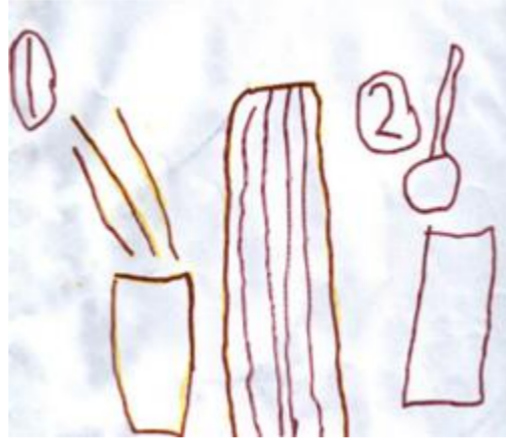
« Comment te prépareras-tu à faire refroidir rapidement de l'eau chaude ? » L'enseignant pose cette question pour stimuler les enfants à établir une proposition. Les enfants commencent à noter par écrit les fruits de leur imagination : Chaque enfant conçoit ses protocoles d'expérience.

Un enfant propose deux protocoles d'expérience :



Première proposition : souffler sur le verre d'eau peut faire refroidir rapidement l'eau chaude.

Deuxième proposition: mettre le verre d'eau dans une cuvette contenant beaucoup d'eau froide, puis l'eau chaude dans le verre, elle refroidira rapidement.

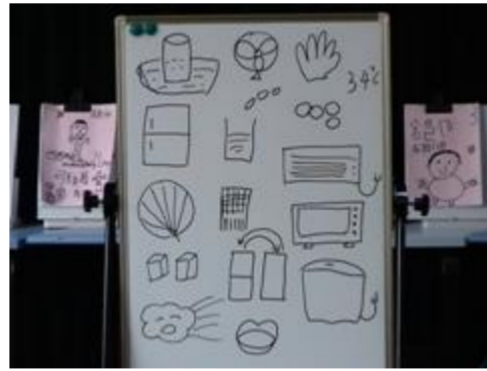


Un autre enfant rédige aussi deux propositions :

1-Allumer le conditionneur d'air dans la classe, le faire souffler le vent froid, il permettra à l'eau chaude de refroidir rapidement.

2- Remuer l'eau avec une cuillère permet aussi d'accélérer le refroidissement.

Après ces propositions, l'enseignant incite les enfants à parler de leur propre protocole. Il les note au tableau et fait un bilan de la classe. Les enfants ont proposé quinze protocoles.



Néanmoins, pendant les échanges un de ces protocoles soulève une discussion : un enfant propose d'utiliser le micro-ondes pour refroidir rapidement l'eau chaude. Mais les camarades ne sont pas d'accord, ils donnent pour raison « le micro-ondes est fait pour réchauffer, non pas pour refroidir ! ». Ce propos n'a pas convaincu cet enfant, il propose d'essayer lui-même à la maison.

Le lendemain, cet enfant est d'accord pour effacer son propre protocole, ayant renoncé à son idée de départ.

Par ailleurs, l'enseignant encourage encore les enfants à préparer les matériels divers pour leurs expériences. Ainsi les jours suivants, les enfants s'affairent à leurs préparations et attendent l'activité prochaine.

Séance 3. Quels sont les moyens que nous pensons employer pour refroidir rapidement l'eau chaude ?

Objectif : tester par expérimentation les moyens de refroidir rapidement l'eau chaude connus dans la vie quotidienne, et savoir comment accélérer « le transmission de la chaleur » à travers des échanges.

Phase 1

Avant l'expérience, l'enseignant présente le matériel préparé par certains enfants. Par exemple, quelqu'un a besoin de galets, il en a apporté du « laboratoire » ; quelqu'un a apporté un petit ventilateur et un éventail, il veut les essayer : un autre a apporté aussi des serviettes.....

L'enseignant présente également le matériel qu'il a préparé pour les enfants, y compris un réfrigérateur, de la glace, des verres vides, et des cuvettes etc.



L'activité commence, l'enseignant encourage les enfants à réaliser des expériences selon leurs protocoles établis.

« Ça marche ? Comme ça ! » L'enfant essaye de mettre un verre d'eau dans un petit seau contenant beaucoup d'eau froide.



« Je refroidis un verre d'eau chaude avec une serviette froide. »



« J'essaye le ventilateur, quel est le résultat ? »

L'enfant met en œuvre son protocole consciencieusement.

Ici au cours des expériences, l'enseignant doit être très attentif à ce que fait chaque enfant, à savoir s'il a réalisé l'expérience prévue par lui selon son protocole ? s'il a trouvé le matériel dont il a besoin ? s'il a changé son protocole original ? s'il est en difficulté et a besoin d'aide ? Il demande continuellement aux enfants : « Qu'est-ce que tu as découvert ? Pourquoi fais-tu comme ça ? Quel est ton résultat ? »

Phase 2

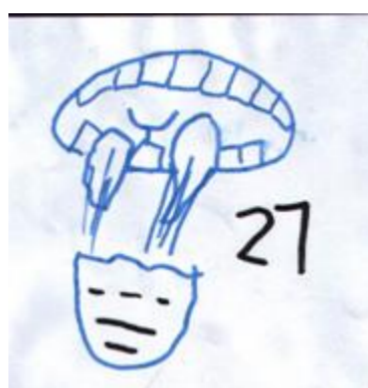
Les expérimentations se terminent. Commence alors la mise en commun. L'enseignant demande « Comment as-tu fait pour refroidir rapidement l'eau chaude ? quelle méthode as-tu utilisée? », « Qu'as-tu obtenu ? ».



Certains suggèrent de tourner avec une cuillère, d'autres sont capables de dire qu' «après avoir mis un glaçon, la température a diminué jusqu'à 0°C »



En faisant un bilan des présentations, les enfants approuvent unanimement que : « Alors, dans la vie quotidienne il y a vraiment beaucoup de moyens de refroidir l'eau chaude rapidement ». Un enfant utilise un éventail et constate que la température est de 26°C



Un des enfants note son expérience : il souffle avec sa bouche et la température de l'eau atteint alors 27°C.



Un des enfants met beaucoup d'eau froide dans son propre verre. Alors « l'eau chaude refroidit rapidement et atteint 19°C ».

Phase 3

En rappelant régulièrement aux enfants de prendre en note leurs observations, l'enseignant prend des verres d'eau déjà refroidis naturellement, qui ont été laissés de côté depuis le début, et les encourage à mesurer leur température. Un enfant donne la température de l'eau, 29°C, après le refroidissement à l'air libre. Ensuite beaucoup d'enfants commencent à mesurer la température de leur propre verre et la comparent avec celle du verre de l'enseignant ; ils déterminent ainsi par leur propre méthode que « l'eau chaude a refroidi rapidement ».

Sécurité

Il est important que la température de l'eau ne soit pas trop élevée.

Si un enfant casse un thermomètre, retirer les débris de verre et lui indiquer comment procéder pour le manipuler sans le casser.

Parfois les enfants mettent leur main au-dessus du verre d'eau chaude. Lorsque la température de l'eau est trop élevée, cela peut être dangereux car l'enfant risque de se brûler.

Points importants et difficultés rencontrées

C'est un vrai défi pour un enfant de six ans d'utiliser un thermomètre. Il est important de les aider à l'utiliser correctement car, dans cette expérience, un thermomètre est un outil indispensable.

Avec l'aide de l'enseignant les enfants sont capables de sentir puis de vérifier la variation de température de l'eau et en même temps de découvrir différentes façons de transmettre la chaleur. Néanmoins, il ne faut pas utiliser avec les enfants les termes suivants : « différence de température », « transmission de chaleur », « conduction », « convection », « rayonnement ».

Face aux questions que les enfants posent durant les expériences, comme par exemple, « en hiver, quand on souffle sur les mains, les mains deviennent chaudes, pourquoi ici en soufflant sur l'eau, on refroidit l'eau chaude ? », « pourquoi pendant l'expérience, quand on met beaucoup de glaçons, la température atteint 0°C, mais remonte à 5°C après que les glaçons ont fondu », « pourquoi on peut faire refroidir rapidement l'eau chaude quand on l'agite en tournant avec un objet ? », l'enseignant doit déterminer celles pour lesquelles les enfants pourront trouver une réponse, et celles pour lesquelles les réponses leur sont inaccessibles. La difficulté est, pour les questions trop difficiles, de trouver un moyen de ne pas étouffer la curiosité des enfants et la motivation des enseignants.

Conclusion

La conception de toutes les activités est adaptée à l'âge des enfants. Au cours de ces activités, le thermomètre, appareil de la vie courante, est utilisé, mais l'enseignant a surtout insisté sur l'expérimentation. Au travers des activités autonomes, les enfants apprennent eux-mêmes à utiliser le thermomètre.

Au cours de l'activité, l'enseignant met en valeur particulièrement l'esprit d'investigation privilégié par *La main à la pâte*. Il attache également de l'importance à l'écrit, notamment aux comptes-rendus des expériences et laisse les enfants pleinement s'exprimer. Dans les expérimentations de la quatrième séance, les enfants qu'ils étaient capables de prendre des notes.

De plus, au cours de toutes les expérimentations, l'enseignant a offert des matériels divers et laissé l'autonomie aux enfants pour choisir le leur et faire leurs expériences. Ainsi sous la direction de l'enseignant les enfants choisissent leur procédé, la méthode qu'ils ont eux-mêmes imaginé et construisent ainsi leur propre expérience de la vie

Prolongements possibles

Pour aller plus loin, on peut aussi répondre aux problèmes soulevés par les enfants au cours de leurs expériences. Par exemple :

En mettant le verre d'eau dans l'eau froide, il refroidit rapidement. Mais pourquoi peut-il également se refroidir rapidement dans le réfrigérateur ?

Pourquoi en versant l'eau chaude dans un récipient plus grand, peut-il se refroidir aussi rapidement ?

En hiver, nous nous réchauffons en soufflant sur nos mains, mais pourquoi le même souffle permet-il à l'eau chaude de refroidir plus rapidement ?