

LA METHODE DE SEPARATION DES VARIABLES AU CYCLE 3

Orlane CROSSETTI
École primaire, Cranves-Sales (74)
Christelle CASAGRANDE
École primaire, Ambilly (74)

Introduction

Un phénomène scientifique dépend en général d'un certain nombre de facteurs plus ou moins faciles à discerner, mais qui doivent l'être pour en mener une étude expérimentale. Ceux que le scientifique retient résultent d'hypothèses qu'il juge raisonnables. Mais il faut bien voir qu'il s'agit d'une sélection possible qui n'exclut pas l'influence d'autres facteurs qu'il n'a pas soupçonnés ou qu'il n'a pas voulu étudier. Dans la suite de ce texte, nous appelons **paramètres** les facteurs contrôlés, et **variable** le paramètre testé dont on change la valeur.

Le thème de la séquence que nous présentons est l'étude, par des élèves de CM1-CM2, de la vitesse d'évaporation de l'eau. L'objectif est de les aider à acquérir **la méthode de séparation des variables**, consistant à tester l'influence d'une variable en contrôlant les autres paramètres. Le parti pris d'étudier l'acquisition d'une méthode par des élèves nous conduit à réduire au maximum la phase de recherche d'hypothèses. Celles-ci seront introduites au cours des deux premières séances qui ne seront pas analysées ici. Au cours des séances suivantes, ils devront étudier l'influence de trois paramètres : température, surface libre et aération. Ils devront montrer, par une expérience, que tel facteur augmente la vitesse d'évaporation de l'eau. Bien entendu, ils ne vont pas nécessairement y parvenir sans difficulté. Les expériences spontanées ne seront pas toujours méthodologiquement correctes. Nous laisserons se produire des tâtonnements et des erreurs qui seront analysés lors de séances spécifiques où les élèves seront engagés à réfléchir sur leur méthode de travail. Une séance d'évaluation et de réinvestissement de la méthode dans un autre domaine terminera la progression. Le phénomène d'évaporation ne sera donc qu'un support pour aider les élèves à passer d'une pratique expérimentale intuitive et tâtonnante à une pratique contrôlée.

Nous commencerons par la description des séances afin de donner immédiatement une idée concrète de notre travail. Le second paragraphe visera à les justifier à la lumière de considérations théoriques. En dernier lieu, nous présenterons les principaux résultats obtenus et les commentaires qu'ils nous inspirent.

Descriptif des séances

Séances 1 et 2 : Mise au point sur l'évaporation

Bien que cela ne constitue pas l'objet du travail, il nous a semblé nécessaire de nous assurer que les élèves comprennent bien que lorsque de l'eau s'évapore, elle ne disparaît pas. C'est cet objectif qui a été assigné aux deux premières séances. Pour cela, on fait bouillir de l'eau et on récupère sur un miroir la buée devant les élèves. On met cette expérience en relation avec différents phénomènes d'apparition ou de disparition apparente. Par analogie avec la dissolution du sel dans l'eau, on admet que l'eau transformée en vapeur existe encore dans l'air, même si elle est invisible. Ces séances donnent lieu également à une discussion sur les différentes manières de faire sécher le linge. Cela constitue le point de départ de la réflexion sur les différents facteurs agissant sur l'évaporation. Nous pensons que le phénomène est suffisamment familier aux élèves pour pouvoir en mener l'étude.

Séance 3 : Expérimentation sur la variable température

Objectif

Réaliser une évaluation diagnostique de la maîtrise de la démarche expérimentale chez les élèves et proposer une entrée non directive dans l'activité, de manière à laisser se produire des erreurs méthodologiques.

Consigne

Imagine et réalise une expérience qui montre qu'une température plus élevée provoque une évaporation plus rapide.

Déroulement

Les groupes sont constitués et mettent en place librement l'expérience (ou les expériences) qu'ils jugent bon, sans aide de l'enseignant qui ne s'occupe que de contrôler le calme et la sécurité.

Recueil de données

Pour chaque séance d'expérimentation nous ramassons les compte-rendus des élèves et nous notons nous-mêmes leur démarche par l'intermédiaire de la grille suivante.

Noms	Participation individuelle dans chaque groupe	Schéma préalable (oui/non)	Concertation préalable (oui/non)	Expérience témoin (oui/non)	Expérience prévue	Expérience réalisée	Remarques éventuelles
....							

Cette grille nous a permis de mettre en évidence le comportement méthodologique des élèves et de suivre l'évolution d'une séance à l'autre.

Séance 4 : Bilan sur le plan d'expérience, introduction de la notion de variable

De nombreuses expériences comportaient des erreurs méthodologiques, et donnaient parfois des résultats incohérents. Dans cette séance, nous menons avec les élèves une première réflexion sur la démarche employée.

Objectifs

Evaluer si les élèves réussissent eux-mêmes à identifier les incohérences et à en comprendre les raisons. Faire prendre conscience aux élèves de la méthode de séparation des variables. Élaborer un outil méthodologique : **le tableau d'expériences**.

Déroulement

Les résultats de l'expérience de la séance 3 sont affichés. Individuellement, les élèves doivent, par écrit, indiquer s'ils repèrent des expériences qui ne donnent pas le bon résultat et s'ils comprennent pourquoi.

Une synthèse collective est suivie de l'élaboration du tableau d'expérimentation :

	Expérience 1	Expérience 2
Récipient		
Quantité d'eau		
Température (en fait, lieu où se déroule l'expérience)		
Résultats		

Séance 5 : Expérimentation sur la variable surface de contact air-eau

Objectif

Evaluer dans quelle mesure les élèves réinvestissent la méthode et s'ils s'aident du tableau d'expérimentation.

Consigne

Imagine et réalise une expérience qui montre qu'une plus grande étendue de l'eau à la surface du récipient provoque une évaporation plus rapide.

Déroulement

Mis à part un moment de réflexion en groupes que les élèves effectuent au préalable, le déroulement est similaire à celui de la séance 3.

Séance 6 : Deuxième séance de réflexion sur la démarche

Objectifs

Amener les élèves à analyser leurs expériences grâce au tableau d'expérience. Evaluer individuellement par des exercices de systématisation l'acquisition de la méthode (exercices en annexe).

Déroulement

La première partie consiste en une lecture des résultats des expériences de la séance 5, et en une discussion visant à identifier et à analyser les expériences contradictoires. La deuxième partie est un moment d'exercices de systématisation individuels.

Séance 7 : Expérimentation sur la variable aération

Objectifs

Relever dans les procédures expérimentales des élèves des indices témoignant d'une évolution dans la compréhension de la méthode expérimentale vue précédemment.

Consigne

Imagine et réalise une expérience qui montre que l'aération provoque une évaporation plus ou moins rapide.

Déroulement

Il est similaire à celui de la séance 5, mis à part la réflexion préalable, individuelle cette fois, sur le plan d'expérience à réaliser.

Séance 8 : Bilan et réinvestissement

Première partie : lecture des résultats, bilan des connaissances sur les facteurs influençant l'évaporation, retour au questionnaire pour une conclusion générale sur le séchage du linge.

Deuxième partie : réinvestissement de la méthode de séparation des variables dans un autre domaine de physique. Le thème est le glissement d'un objet sur un plan incliné présenté aux élèves par analogie avec le glissement d'un skieur sur une pente enneigée.

Objectif

Evaluer la capacité des élèves à réinvestir la méthode de séparation des variables dans un autre contexte de physique, et ainsi évaluer la pleine acquisition de cette notion.

Consignes

Afin d'étudier l'influence de plusieurs facteurs sur le glissement, nous avons séparé la classe en deux séries de trois groupes d'élèves qui répondent à deux consignes différentes.

- 1. Imagine et réalise une expérience qui permet de savoir si le poids du skieur provoque un glissement plus ou moins rapide sur la pente.**
- 2. Imagine et réalise une expérience qui permet de savoir si la nature de la neige (glacée, collante, etc...) provoque un glissement plus ou moins rapide du skieur.**

Réflexions sur la stratégie employée

Une consigne fermée...

Les facteurs influençant la vitesse d'évaporation ont rapidement été identifiés à la fin de la deuxième séance. Les élèves connaissaient donc les résultats des expériences avant de les faire. Leur réflexion portait uniquement sur la mise en place d'une démarche expérimentale correcte. Les consignes données aux élèves étaient donc particulièrement fermées : "Montrer que tel ou tel facteur provoque tel effet sur la vitesse d'évaporation de l'eau". En contre-partie des inconvénients signalés en introduction, nous pouvions penser que certains élèves auraient du mal à planifier leur travail et oublieraient en cours d'expérimentation le but final à atteindre. Aussi, plus ce dernier serait explicite, moins les élèves risqueraient de s'en éloigner. Ils canaliserait ainsi tous leurs efforts dans la démarche proprement dite.

... Mais de la place pour le tâtonnement et les erreurs

Cependant, si la consigne était fermée, elle laissait à l'enfant une grande marge d'autonomie. Nous avons laissé les groupes élaborer leur propre démarche, tâtonner et commettre des erreurs. Cette stratégie est bien sûr volontaire. Selon Genzling (1991) : "il peut être tentant, pour le maître, de limiter l'autonomie des élèves, de réduire leur droit à l'erreur et de leur suggérer la bonne manière de faire. C'est oublier que l'erreur est féconde et formatrice car elle permet de prendre conscience de la méthode".

Le statut de l'erreur dans les apprentissages a largement évolué. Si, autrefois, les erreurs étaient considérées comme des fautes, on sait maintenant qu'elles sont très importantes dans tout apprentissage. Selon la perspective actuelle, ne pas en tenir compte serait une "faute pédagogique" pour reprendre les termes de J.C. Genzling (1991). "Ce n'est qu'en cas de difficultés majeures, repérées comme telles, que la pensée va entreprendre un processus de transformation sur elle-même (Lemeignan, Weil-Barais, 1993)". À trop guider les élèves, on aboutit sans doute plus rapidement au résultat expérimental recherché, mais on les détourne des difficultés et on les empêche d'accéder au véritable apprentissage.

Dans le même ordre d'idée (laisser de la place au tâtonnement et aux erreurs), le matériel mis à la disposition au début de chaque séance d'expérimentation était tel qu'il n'induisait en rien les élèves. Ils devaient sélectionner ce dont ils avaient besoin parmi un

ensemble varié d'objets (assiettes, verres, bols en plastique, verre ou métal, tubes à essai...) disposés sur un unique meuble dans un désordre savamment organisé. Les lieux d'expérimentation n'étaient pas indiqués aux élèves qui les choisissaient comme ils le souhaitaient (dans la classe, dans la cour, dans le réfrigérateur...).

Importance du travail méta-cognitif de l'enfant sur sa propre démarche

La séquence est une alternance de séances d'expérimentation (3, 5, 7) et de séances de réflexion (4, 6). "La recherche de l'erreur, si nécessaire sur le plan du raisonnement, exige un retour sur ce qui a été fait. Il faut comparer la démarche des groupes. Il s'agit là d'un moment de méta-réflexion qui doit mener à la prise de conscience de la méthode par l'ensemble du groupe-classe" (Genzling, 1991). C'est dans cet esprit que nous avons organisé les séances 4 et 6 où les élèves devaient entrer dans une démarche réflexive et prendre du recul vis à vis des résultats obtenus. En effet, "l'essence même de la réflexion c'est de comprendre qu'on n'avait pas compris" (Bachelard 1937). Cependant Genzling insiste sur le fait que "cette réflexion sur le passé ne peut aboutir que si elle peut s'appuyer sur des documents produits par les différents groupes". Le **tableau d'expérimentation**, que nous avons présenté plus haut (séance 4), donne un descriptif complet et explicite des expériences menées par chaque groupe.

Le travail en groupes

C'est pour favoriser une interaction entre les élèves au sein des groupes ainsi qu'entre les groupes que nous avons choisi ce mode de travail. "Témoin de la façon dont ses camarades s'acquittent du travail, l'élève bénéficie d'une multitude de points de vue sur l'objet d'étude. (...). Ce sont les méthodes de travail, les formes de raisonnement, les procédures de résolution de problème qui se trouvent multipliées par l'échange : tout seul je n'aurais jamais pensé à faire comme ça!" (Barlow, 1993). Citons, pour compléter, De Vecchi et Giordan (1987) : "Aux premiers dires très spontanés des apprenants succèdent des conceptions plus élaborées, plus argumentées. La confrontation des idées entre les élèves les oblige à justifier ce qu'ils avancent". Ainsi, chaque individu peut examiner sa propre démarche à la lumière de celle du groupe. "En échangeant des idées, éventuellement en affrontant des points de vue opposés au sien, l'élève apprend à raisonner en s'efforçant de convaincre. C'est en entrechoquant ses idées avec celles d'autrui que l'on construit son intelligence (Barlow, 1993)".

Si elles ne dégénèrent pas, les divergences créent une dynamique favorable. On a envie de vérifier, de savoir qui a raison... Dans cette perspective d'échanges, nous avons choisi de constituer des groupes homogènes respectant les affinités. Cela doit donner la possibilité à tous de participer de manière équivalente. Les élèves travaillaient donc par groupes homogènes de trois, constitués au fur et à mesure des séances par l'enseignant, suivant les comportements observés. Certains groupes ont été modifiés à la séance 5, mais sont restés fixes ensuite afin de pouvoir observer une évolution dans les démarches.

Résultats et analyses

La première séance d'expérimentation

Elle nous a permis de mettre en place une évaluation diagnostique de la démarche expérimentale employée par les élèves.

Démarrage

Il n'y a aucune confrontation à l'intérieur des groupes. Tous les élèves se jettent littéralement sur le matériel et ramènent un peu de tout sans concertation. Chaque élève du groupe pose ses trouvailles sur la table.

Jessica ne veut pas prêter son entonnoir : "on sait jamais ça peut servir".

Par la suite certains s'apercevront que des éléments ne servent à rien.

Malorie : "mais le tube à essai ne servira à rien !"

On peut penser que le plaisir de manipuler des objets nouveaux l'a emporté sur la réflexion et a relégué au second plan le problème à résoudre.

Tâtonnement

Beaucoup utilisent le thermomètre pour mesurer la température de l'eau.

Stéphane, le thermomètre dans un pot, va voir sur le radiateur si cela se réchauffe.

Jessica observe un long moment le thermomètre dans un tube à essai : "ça change pas maîtresse !"

Maxime : "il y a pas le feu !"

Amandine : "de toute façon il faut faire du feu pour que cela s'évapore."

Ces exemples, révélateurs des échanges dans les groupes laissent penser que beaucoup d'élèves ont associé température avec mesure de température. En outre, pour certains, il n'y a évaporation que s'il y a chauffage.

D'autres groupes se placent devant le radiateur en attendant que l'eau contenue dans leur tube à essai ou leur gobelet s'évapore. Ils attendent un résultat immédiat. Il faut leur préciser qu'on ne lira les résultats que dans 3 jours...

Participation dans les groupes

Il y a, dans cette séance, peu de concertation dans les groupes. Les expériences sont souvent individuelles, sans échange avec les autres. Le problème peut relever dans certains cas d'un manque d'affinité entre les membres de chaque groupe (ce qui nous a amené à en modifier légèrement la composition). Mais le facteur essentiel est probablement un désir de manipuler qui doit être satisfait sans partage.

Expériences proposées par les élèves pour montrer l'influence de la température sur l'évaporation

GROUPE 1 : Marion, Laura, Jennifer

Récipient employé	Verre en plastique	Verre en plastique	Verre en plastique	Tube à essai	Tube à essai
Quantité versée	4-5 cuillères	4-5 cuillères	4-5 cuillères	Plein	À moitié rempli
Lieu	Sous le radiateur	Sur le radiateur	Sur le radiateur	Sur le radiateur	Sur le radiateur
Résultat après 3 jours	Il reste 3 cuillères d'eau	Il n'y a presque plus d'eau	Il n'y a presque plus d'eau	Il y a moins d'eau	Il y a moins d'eau

La première partie de l'expérience est correcte (deux premières colonnes). Mais la présence de toutes les expériences parasites montre que la méthode de séparation des variables n'est pas encore acquise.

GROUPE 2 : Soizic, Jessica, Maxime

Récipient utilisé	Assiette en plastique	Verre en plastique	Pot en verre
Quantité d'eau	2 seringues	2 seringues	3 seringues
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur	Sur la table
Résultat après 3 jours	Il n'y a plus d'eau	Il reste 1 seringue d'eau	Il reste 2 seringues d'eau

Cette expérience aboutit au fait que le récipient qui se vide en premier n'est pas celui placé dans le lieu le plus chaud.

GROUPE 3 : Jérémy, Malorie, Marie

Récipient utilisé	Pot "danone" en plastique	Assiette en verre	Verre en plastique	Pot en verre
Quantité d'eau versée	2 cuillères	2 cuillères	3 cuillères	2 cuillères
Lieu	Sur le radiateur	Dans le frigo	Sous le radiateur	Sur la table
Résultat après 3 jours	Il reste une cuillère d'eau	Il n'y a plus d'eau	Il reste une cuillère d'eau	Il reste une à deux cuillères

Même résultats contradictoires que dans le groupe précédent : l'eau contenue dans l'assiette placée au frigo s'évapore plus vite que l'eau contenue dans le verre placé sur le radiateur.

GROUPE 4 : Elvina, Sébastien, Luc

Récipient utilisé	Pot en aluminium	Pot en aluminium	Pot en verre	Tube en verre	Pot en plastique
Quantité d'eau versée	4 cuillères	4 cuillères	4 cuillères	2 cuillères	4 cuillères
Lieu ou support pour le récipient	Sur le radiateur	Dans le casier	Sur le radiateur	Sur le radiateur	Dans le casier
Résultat après 3 jours	Presque vide	Presque plein	Vide	Plein	Presque plein

La première partie de l'expérience est correcte (pots d'aluminium placés sur le radiateur et dans le casier), mais la présence d'expériences parasites appelle la même remarque que pour le groupe 1 : la méthode n'est certainement pas acquise.

GROUPE 5 : Yannick, Amandine, Stéphane

Ils n'ont réalisé qu'une seule expérience : placer un tube à essai rempli d'eau près du radiateur. Sans expérience témoin, il est impossible de montrer quoi que ce soit.

GROUPE 6 : Charles, Rémy, Alexandre

Récipient utilisé	Assiette en plastique	Assiette en plastique
Quantité d'eau versée	20 seringues	20 seringues
Lieu	Sur le radiateur	Sur la table
Résultat après 3 jours	Presque plus d'eau	3 seringues

Cette expérience est correcte. Ce groupe n'a modifié qu'une seule variable.

Alexandre : "on va mettre le même niveau d'eau dans les assiettes et en placer une à l'intérieur et une à l'extérieur pour voir qui s'évapore le plus vite".

Conclusion

Lors de cette première expérimentation un seul groupe (le numéro 6) sur les six a mis en place une expérimentation correcte. Les autres groupes n'ont pris aucune précaution méthodologique. Parfois deux expériences parmi d'autres sembleraient convenir (groupe 1, groupe 4). On peut penser que c'est plutôt le fruit du hasard.

Cette séance d'évaluation diagnostique a rempli son rôle essentiel puisqu'elle nous a permis de voir émerger suffisamment d'erreurs méthodologiques pour alimenter la suite de la séquence.

Première séance de réflexion (séance 4)

Chaque groupe a reporté au tableau le schéma et les résultats des expériences réalisées en séance 3. Le but est d'aboutir à une confrontation entre tous les élèves sur les démarches entreprises. Avant une phase de discussion collective, nous avons demandé aux enfants de répondre individuellement et par écrit aux deux consignes suivantes : **Dis pourquoi certaines expériences ne montrent pas que plus la température est élevée, plus l'évaporation de l'eau est rapide.**

Indique l'expérience qui, à ton avis, est juste. Pourquoi ?

Les résultats obtenus sont les suivants.

Cinq élèves ne répondent pas...

Sept élèves n'identifient pas la bonne expérience.

Six élèves sur dix-huit reconnaissent l'expérience du groupe 6 comme étant la bonne. Parmi eux quatre savent le justifier, deux autres fournissent des explications trop vagues pour qu'on puisse penser qu'ils ont compris. Trois de ces six élèves appartiennent au

groupe ayant réalisé l'expérience correcte. Ceci permet de penser qu'ils sont en bonne voie vers la compréhension méthodologique.

À la suite de ce moment de travail, nous avons introduit le tableau d'expérimentation dont le rôle, rappelons-le, est d'aider à comprendre et à dépasser ses erreurs.

Après discussion, il n'a pas été jugé utile par les élèves de relever la température du lieu où a été disposée l'expérience. L'activité se déroulant en hiver, trois lieux ont été choisis pour faire varier la température : sur le radiateur ; sur une table dans la classe ; sur le rebord extérieur d'une fenêtre. Dans le tableau, le facteur **température** a été remplacé par **lieu**.

Deuxième séance d'expérimentation (séance 5)

Rappelons qu'il s'agit de montrer l'influence de l'étendue d'eau dans le récipient.

La séance est conçue sur le même principe que la première mais, afin d'éviter que les élèves se précipitent sur le matériel, nous avons imposé une étape de réflexion commune préalable au sein du groupe. Nous n'avons pas fixé d'autre contrainte. Nous souhaitions voir si les élèves, d'eux-mêmes, faisaient un schéma ou s'ils réinvestissaient le tableau d'expérimentation.

En fait, les élèves se sont bornés à lister le matériel nécessaire. Il n'y a eu ni tableau d'expérimentation, ni schématisation préalable. Nous verrons en revanche, qu'après l'expérimentation, quelques groupes font un compte-rendu sous la forme du tableau d'expérimentation.

Résumé des expériences proposées

GROUPE 1 : Marion, Laura, Maxime

Récipient employé	Assiette en plastique	Assiette en plastique	Verre en plastique	Verre en plastique
Quantité d'eau versée	6 cuillères	6 cuillères	6 cuillères	6 cuillères
Lieu ou support pour le récipient	Frigo	Radiateur	Frigo	Radiateur
Résultat après 3 jours	S'est évaporée	S'est évaporée	S'est évaporée à moitié	S'est évaporée

Les élèves avaient décidé de placer un récipient de chaque sorte dans le frigo et sur le radiateur. Ils couvraient ainsi toutes les possibilités d'expériences. Nous leur avons demandé d'en choisir seulement deux pour vérifier s'ils avaient vraiment compris. Ce n'est apparemment pas le cas puisqu'ils ont décidé de garder les expériences rapportées dans les deux premières colonnes (bordures plus épaisses).

GROUPE 2 : Yannick, Jennifer, Soizic

Récipient utilisé	Tube à essai	Assiette	Assiette
Quantité d'eau versée	12 cuillères	6 cuillères	6 cuillères
Lieu ou support pour le récipient	Sur la table	Sur le radiateur	Dans le frigo
Résultat après 3 jours	Il reste de l'eau	Il ne reste plus d'eau	Il reste de l'eau

Il est manifeste que ce groupe n'a encore pas assimilé la méthode.

GROUPE 3 : Malorie, Marie, Elvina

Récipient utilisé	Assiette en plastique	Pot en plastique (danone)
Quantité d'eau versée	5 cuillères	5 cuillères
Lieu	Sur le radiateur	Sur le radiateur
Résultat après 3 jours	Elle s'évapore plus vite	Elle s'évapore doucement

Bonne expérience spontanément proposée par tous les membres du groupe.

GROUPE 4 : Sébastien, Jérémie, Stéphane

Récipient utilisé	Assiette en métal	Assiette en métal	Tube à essai	Tube à essai	Pot en plastique (danone)	Pot en plastique (danone)
Quantité d'eau versée	5 cuillères et 5 seringues	5 cuillères et 5 seringues	4 cuillères	4 cuillères	5 cuillères et 5 seringues	5 cuillères et 5 seringues
Lieu	Dans le frigo	Sur le radiateur	Sur le radiateur	Sur la table	Sur le radiateur	Sous le casier
Après 3 jours	Plus rien	Plus rien	Il reste les 3/4	Intact	Plus rien	La moitié

Même remarque que pour le groupe 1. Ils ont réalisé un grand nombre d'expériences parmi lesquelles certaines pourraient être jugées pertinentes. Nous leur avons demandé d'en choisir seulement deux (nous les avons repérées dans le tableau ci-dessus

par des bordures plus épaisses). Le choix prête à discussion. Il y a une erreur puisque la matière des récipients n'est pas identique. Nous pensons, malgré cela, qu'au stade où en sont les élèves, on peut considérer leur réponse comme correcte (c'est un paramètre auquel on ne pense pas facilement).

Le fait que ces élèves aient réalisé autant d'expériences peut sans doute s'expliquer par l'effet inducteur dû à l'abondance de matériel mis à leur disposition, et au caractère ludique de ces expérimentations.

GROUPE 5 : Amandine et Jessica

Proposition des élèves de ce groupe : "On met de l'eau dans une assiette et on regarde si elle s'évapore plus vite au chaud ou bien au froid"

Récipient	Assiette en plastique	Tube à essai
Quantité d'eau	7 cuillères	Plein
Lieu	Frigo	Sur le radiateur
Résultat	Il reste de l'eau	Il reste de l'eau

Ce groupe a rencontré des problèmes d'entente et de compréhension. La méthode de séparation des variables n'est pas acquise.

GROUPE 6 : Charles, Rémy, Alexandre, Luc

Récipient utilisé	Assiette en plastique	Bol en métal
Quantité d'eau versée	20 seringues	20 seringues
Lieu	Sur le radiateur	Sur le radiateur
Résultat après 3 jours	Il reste de l'eau	Il n'y a plus d'eau

Cette expérience est correcte à cela près qu'ils n'ont pas tenu compte de la nature des récipients. Aussi les résultats obtenus sont contradictoires. Les élèves ont triché dans un premier temps en transvasant l'eau du bol dans l'assiette. Heureusement, l'un d'eux nous l'a dit et nous leur avons demandé d'indiquer les vrais résultats afin de comprendre l'importance du facteur matière du récipient.

Conclusion de la séance 3

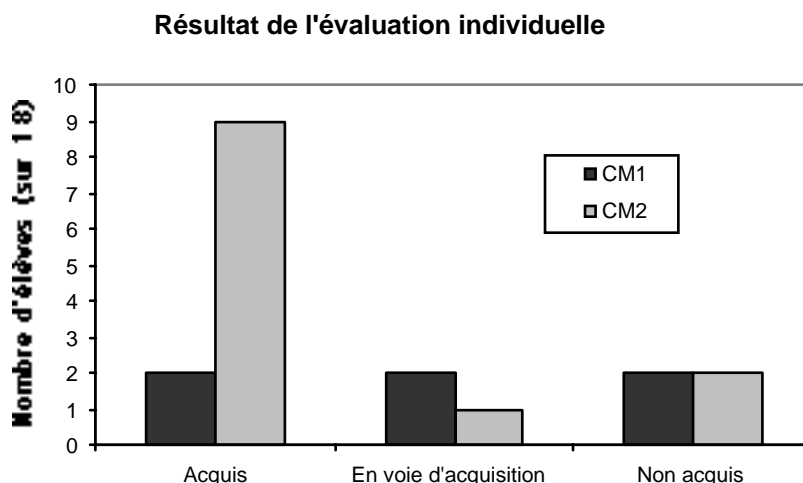
Un groupe a fait juste du premier coup (3) et deux groupes ont fait presque juste (6 et 4). Le cas du groupe 1 reste pour l'instant ambigu. Peut-être est-il néanmoins en bonne voie ?

Nous n'avions pas vraiment imposé aux élèves un compte rendu de leur expérience sous la forme du tableau élaboré lors de la séance 4. Cependant, les groupes 1, 3 et 6 en ont fait un eux-mêmes.

Deuxième séance de réflexion (séance 6)

Il s'agit essentiellement d'exercices de systématisation (voir annexes 1 et 2) permettant d'évaluer les élèves individuellement.

Les résultats obtenus sont les suivants.



Nous classons dans la rubrique "acquis" les élèves ayant répondu systématiquement juste aux exercices proposés. La rubrique en "voie d'acquisition" est réservée aux élèves ayant fait plus de la moitié des exercices justes et "non acquis" à ceux qui ont fait plus de la moitié des exercices faux.

Troisième séance d'expérimentation (séance 7)

Il s'agit d'étudier le paramètre **aération**.

Résumé des expériences proposées par les élèves.

GROUPE 1 : Marion, Laura, Maxime

Récipient	Bol	Bol
Matière	Métal	Métal
Quantité d'eau versée	10 cuillères	10 cuillères
Lieu ou support pour le récipient	Sur la table	Dehors
Résultat après 2 jours	Plus d'eau	Reste la moitié

Les mêmes récipients sont remplis de la même manière et placés à des endroits différents : un dehors au vent, un dedans sur la table. Mais, bien-sûr, il fait beaucoup plus froid dehors que dedans !... Le facteur température a donc varié en plus du facteur aération.

GROUPE 2 : Yannick, Jennifer, Soizic

Récipient utilisé	Assiette + couvercle	Bol
Matière	Verre	Métal
Quantité d'eau versée	6 seringues	25 cuillères
Lieu ou support pour le récipient	Sur le radiateur	Dehors
Résultat après 2 jours	Plus d'eau	22 seringues

Ce groupe n'a toujours pas assimilé la méthode de séparation des variables.

GROUPE 3 : Malorie, Marie, Elvina

Récipient	Bol	Bol
Matière	Métal	Métal
Quantité d'eau	5 cuillères	5 cuillères
Lieu	Sous le sèche-cheveux, position : air froid	Sur la table
Résultat	Elle s'évapore plus vite	Elle s'évapore doucement

Au départ les élèves oublient que la température doit rester identique. Puis ils s'en rendent compte ... Seulement il faut une aération.

Marie : "il faudrait un ventilateur !"

Nous avons alors mis à leur disposition un sèche-cheveux ayant deux positions, air chaud et air froid.

Les élèves ont alors immédiatement choisi la position air froid pour ne pas faire intervenir le facteur température*.

Malorie : "il faut qu'il y ait la même température sur la table que sous le sèche-cheveux."

GROUPE 4 : Sébastien, Jérémy, Stéphane

* Notons que le sèche-cheveux n'était mis en fonctionnement que pendant les récréations et entre 11 h 30 et 13 h 30.

Récipient utilisé	Assiette	Assiette
Matière	Métal	Métal
Quantité d'eau versée	20 seringues	20 seringues
Lieu	Dehors	Dehors
Aération	Oui	Non
Résultat après 2 jours	Échec	Échec

Bonne expérience... mais le vent a renversé les récipients...

GRUPE 5 : Amandine et Jessica

Récipient	Assiette	Assiette
Matière	Plastique	Plastique
Quantité d'eau	Un verre	10 seringues
Lieu	Sur la fenêtre, à l'extérieur	Sur la table
Résultat	L'eau s'est évaporée	Il reste de l'eau

La méthode n'est toujours pas assimilée.

GRUPE 6 : Charles, Rémy, Alexandre, Luc

Récipient utilisé	Assiette	Assiette
Matière	Plastique	Plastique
Quantité d'eau versée	20 seringues	20 seringues
Lieu	Dehors sur la fenêtre	Dehors à l'abri du vent
Résultat après 2 jours	Échec	Échec

Cette expérience est correcte. Mais le vent leur a joué le même tour qu'au groupe 4.

Conclusion de la séance 5

On note une progression par rapport à la séance précédente. Cette fois, trois groupes ont réalisé des expériences complètement justes (3, 4 et 6) et un groupe une expérience "presque juste" (1). Par "presque juste", nous entendons une expérience dans laquelle la démarche méthodologique est élaborée. Mais devant la difficulté à trouver deux lieux où l'aération est différente, et donc en monopolisant toute leur attention sur ce point, les élèves ont oublié le contrôle du paramètre température.

Séance d'évaluation (séance 8)

Elle portait sur l'application de la méthode à un autre domaine de la physique : le glissement d'un mobile (représentant un skieur) sur une pente.

Matériel

- 15 planches en carton (50 cm x 1,25 m), recouvertes de tissu, de plastique, de papier glacé, de papier d'emballage collant ou non. Celles-ci sont marquées par des lettres allant de A à O.
- Divers volumes, servant de mobiles, recouverts d'aluminium. Certains ont des formes identiques, d'autres non. Il en est de même pour les masses. Exemples : boîtes d'allumettes, de tisane, de médicaments, plus ou moins lestées..., divers parallélépipèdes en bois ou en polystyrène. Ces différents objets sont numérotés de 1 à 25.

Les plans d'expériences qui suivent ont été réalisés par les élèves. Cependant, pour une meilleure lecture, nous avons remplacé les nombres et les lettres par les objets qui leur correspondent.

Consigne n° 1

Imagine et réalise une expérience qui permet de savoir si la nature de la neige (glissante, collante etc...) sur la pente provoque un glissement plus ou moins rapide du skieur. Rendre un tableau d'expérience par groupe.

Les élèves ont proposé les expériences suivantes.

GRUPE 3 : Malorie, Marie, Elvina

Pente	Lisse	Rugueuse
Skieur	Planchette en polystyrène	Planchette en polystyrène
Résultats	Glisse plus vite	Glisse moins vite

Bonne expérience.

GRUPE 4 : Stéphane, Jérémy, Sébastien

Pente	Lisse	Rugueuse
Skieur	Boîte d'allumettes	Boîte d'allumettes
Poids du skieur	Même poids	Même poids
Résultats	Glisse plus vite	Glisse moins vite

Bonne expérience.

GROUPE 5 : Jessica et Amandine

Pente	Rugueuse	Lisse
Skieur	Planchettes en bois	Boîte d'allumettes
Résultats	Glisse plus vite	Glisse moins vite

Trois facteurs varient : la masse du mobile, sa forme et la nature de la surface.

Consigne n°2

Imagine et réalise une expérience qui permet de savoir si la masse du skieur provoque un glissement plus ou moins rapide sur la pente. Rendre un tableau d'expérience par groupe.

Les élèves ont proposé les expériences suivantes.

GROUPE 1 : Marion, Laura, Maxime

Pente	Une planche en	Identique
Skieur	Une grosse boîte	Une petite boîte d'allumettes
Poids du skieur	Lourd	Léger
Résultat	Glisse plus vite	Glisse moins vite

L'expérience ne tient pas compte de la forme du mobile et donc deux facteurs varient en même temps.

GROUPE 6 : Alexandre, Luc, Rémy, Charles

Pente	Râpeuse	Râpeuse
Skieur	Boîte de tisane pleine	Boîte de tisane vide
Poids du skieur	Lourd	Léger
Résultats	Glisse plus vite	Glisse moins vite

Bonne expérience.

GROUPE 5 : Soizic, Yannick, Jennifer

Pente	Lisse	Rugueuse
Skieurs	Boîte d'allumettes	Plus grosse boîte
Poids du skieur	Léger	Lourd
Résultats	Glisse plus vite	Glisse moins vite

Trois facteurs varient : la forme du mobile, le poids du mobile, la nature de la surface.

Bilan

On notera donc que les élèves qui avaient montré une bonne maîtrise de la méthode de séparation des variables lors des expérimentations précédentes (groupes 2, 4 et 6) ont été capables de la réinvestir dans un autre domaine physique.

Conclusion

À l'issue de cette séquence, 4 groupes sur 6 montrent une bonne maîtrise de la méthode de séparation des variables contre 1 sur 6 au début. Individuellement, c'est acquis pour 11 élèves sur 18 et en bonne voie pour 4 autres.

On peut s'interroger sur les quelques élèves qui n'ont pas du tout acquis la méthode. Pour une élève, un problème majeur de communication et d'entente avec ses pairs nous semble suffisant pour expliquer l'échec. En ce qui concerne les autres, il peut s'agir soit d'un problème de maturité, soit d'un manque d'intérêt pour le sujet, soit encore d'une difficulté pour s'appropriier le problème que nous avons introduit de manière très directe et peut-être pas assez explicite pour les raisons que nous avons précisées.

Toujours est-il que si l'on voulait poursuivre un apprentissage du même ordre, il faudrait, nous semble-t-il, laisser un peu de temps aux élèves, et reprendre la méthode dans un contexte différent. Plusieurs exemples s'y prêtent : étude des facteurs qui interviennent dans la constitution d'un four solaire à effet de serre ; recherche de pannes dans un montage électrique ; ... "Pour que les élèves apprennent, il faut que la décontextualisation des savoirs scolaires soit possible, c'est-à-dire que l'élève puisse utiliser les savoirs appris à l'école dans d'autres situations que celles de la classe (Meirieu, 1992)".

Nous concluerons en insistant sur l'importance des séances de réflexion et nous citerons une dernière fois Genzling (1991) : "la construction des méthodes ne peut relever du hasard et il est vain d'espérer qu'elle puisse se faire sans séances spécifiques. De telles séances engagent nécessairement les élèves dans une réflexion portant sur les procédures qu'ils ont mises en oeuvre."

Références

BACHELARD, G., (1937), *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin.

BARLOW, M., (1993), *Le travail en groupe*, Armand Colin.

GENZLING, J.C., (1991), "Construire des méthodes à l'école élémentaire : la séparation de variables et la modélisation", *ASTER*, n°12.

GIORDAN, A., DE VECCHI, G., (1987), *Les origines du savoir*, Delachaux et Niestlé.

LEMEIGNAN, G., WEIL-BARAIS, A., (1993), *Construire des concepts en physique*, Hachette.

MEIRIEU, P., (1992), *Apprendre, oui mais comment ?*, ESF.

ANNEXE
Exercices d'entraînement de la séance 6

Dis si les élèves qui ont réalisé les expériences suivantes peuvent conclure ou non. Si non, explique pourquoi.

Consigne : réalise une expérience qui montre que la température provoque une évaporation plus rapide.

Paul

Récipient	Verre	Tube à essai
Matière	Verre	Verre
Quantité d'eau	30 gouttes	30 gouttes
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur

Marine

Récipient	Pot	Pot
Matière	Plastique	Plastique
Quantité d'eau	5 cuillères	5 cuillères
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur

Jonathan

Récipient	Verre	Verre
Matière	Plastique	Plastique
Quantité d'eau	5 cuillères	25 gouttes
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur

Lucie

Récipient	Assiette	Pot
Matière	Faïence	Plastique
Quantité d'eau	5 cuillères	5 cuillères
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur

Consigne : réalise une expérience qui montre qu'une plus grande étendue du liquide dans un récipient provoque une évaporation plus rapide.

Damien

Réceptient	Bol	Assiette
Matière	Fer	Fer
Quantité d'eau	30 gouttes	30 gouttes
Lieu	Frigo	Frigo

Cyril

Réceptient	Bol	Assiette
Matière	Plastique	Plastique
Quantité d'eau	4 cuillères	4 cuillères
Lieu	Sur la table	Sur le radiateur

Céline

Réceptient	Tube à essai	Assiette
Matière	Verre	Plastique
Quantité d'eau	30 gouttes	30 gouttes
Lieu	Sur le radiateur	Sur le radiateur