

Approche de la notion de masse au CE₁ et de sa mesure.

L'enseignement des sciences physiques ne commence pas en classe de sixième. Des textes prévoient, parmi les disciplines d'éveil enseignées à l'école élémentaire, une place à l'éveil physico-technologiques. Des travaux très intéressants permettant d'atteindre divers objectifs (d'éducation générale, méthodologiques, développement de techniques opératoires, notionnels) sont réalisés avec de jeunes enfants.

Cet article est le compte rendu d'un travail que nous avons réalisé dans la classe de CE₁ de l'école annexe à l'école normale de Savenay, à raison d'une séquence par semaine pendant environ deux mois.

Nous avons adopté la progression suivante :

- 1) Comparaison des masses de deux objets à l'aide d'un matériel permettant de mettre en évidence les effets du poids : mise en mouvement, déformation.
- 2) Relation entre masse et quantité de matière.
- 3) Comparaison de masses correspondant à des volumes identiques de matières différentes.
- 4) Conservation de la masse lors de transformations physiques : déformation, dissolution, fusion.
- 5) Utilisation d'unités quelconques, légales, encadrement d'une mesure.

Lors de nos activités, nous n'avons pas distingué masse et poids. Les séquences ont duré environ 1 h 30 chacune. Les enfants de la classe (20 élèves) ont travaillé par groupe de deux.

SEQUENCE N° 1.

Les enfants ont construit des parachutes lors de précédents travaux.

Le maître présente aux enfants une bouteille en plastique contenant de l'eau et une autre, identique, contenant du sable.

Question : « A quelle bouteille faudrait-il attacher le plus grand parachute ? »

Réponse : « A la bouteille la plus lourde ».

Question : « Quelle est la bouteille la plus lourde » ?

Les avis sont partagés. Deux élèves viennent essayer à la main, désignent la bouteille de sable mais n'en sont pas vraiment sûrs.

La même question est posée pour des pinces et des tenailles.

Question : « Comment pourrait-on connaître le plus lourd des deux objets ? »

Réponse : « Il faudrait une balance ».

On n'en a pas, mais on peut disposer de matériel qui, peut-être, permettrait de trouver le plus lourd des deux objets. Ce matériel est disposé sur une table. Il a été choisi et groupé par lots qui permettent aux enfants de réaliser une expérience qui débouche sur un résultat. Chaque groupe devra choisir un lot. On distribue auparavant à chaque groupe deux objets. On note au tableau le numéro du groupe et le nom des objets. On demande alors aux enfants quel est l'objet qu'ils estiment le plus lourd et on le note d'une croix au tableau. Les enfants vont alors chercher le matériel et expérimentent.

Le tableau A indique les objets dont on doit comparer les masses et le matériel choisi par les enfants.

Les enfants ont expérimenté pendant une demi-heure, puis ils ont, à tour de rôle, présenté leur expérience et noté leurs résultats au tableau de la classe.

Dans le tableau B sont résumés les résultats des différents groupes, l'expérience qu'ils ont faite, l'expérience à laquelle nous avons pensé en préparant la séquence.

Après leur exposé, nous avons demandé à chaque groupe de faire le compte rendu de sa propre expérience (dessin + légende).

Tous les groupes sont parvenus à utiliser le matériel proposé (pas toujours comme nous l'avions prévu) et à fournir un résultat.

L'expérience du groupe 8, trop difficile est à abandonner. Nous pensions que le matériel correspondant serait choisi en premier. Il a été choisi en dernier. « C'est un jouet » nous a-t-on répondu. Lorsqu'ils choisissent le matériel, les enfants ne font pas attention à la nature de l'objet sur lequel ils doivent expérimenter (boîtes de conserve trop grosses pour pénétrer dans le wagon pour le groupe 8, pinces trop lourdes pour la balance pour le groupe 3. Ils ont une rigueur assez grande dans l'exécution de leurs expériences (positions symétriques des objets).

Tableau A

GROUPES	OBJETS	MATÉRIEL
1	Bouteille avec du sable. Bouteille avec de l'eau.	Ressort, planchette, ficelle.
2	Morceau de fer. Morceau de plomb.	Pot à yaourt, attache parisienne, lame de scie à métaux.
3	Pincés. Tenailles.	Deux planchettes mobiles autour d'un clou, ficelles.
4	Petit flacon avec sable. Grand flacon vide.	Planchette, morceau de manche de pelle.
5	Pomme de terre. Carotte.	Bobine, deux pots à yaourt re- liés par une ficelle, gros clou.
6	Pile plate. Pile ronde.	Planchette, ficelle, deux élastiques.
7	Pomme de terre. Pâte à modeler.	Elastique avec crochet, pot à yaourt avec ficelle, planchette.
8	Boîte de conserve métallique. Boîte à médicament de même volume en carton métallisé.	10 rails droits, un plan incliné, une boîte en polystyrène avec son couvercle amovible, conte- nant un wagon de mar- chandises.
9	Morceau de plomb Morceau de fer.	Roue de bicyclette montée sur une fourche, ficelle.
10	Morceau de plomb Morceau de fer.	Deux fonds de bouteilles plas- tique identiques contenant de l'eau, deux boîtes de conserve pouvant pénétrer dans les fonds de bouteille. Le niveau de l'eau est le même dans les fonds de bouteille.

Les effets relatifs au poids (déformation, mise en mouvement, pénétration dans l'eau) sont connus (intuitivement tout au moins).

Question : « A-t-on pu facilement trouver le résultat pour tous les objets ? »

Les enfants répondent suivant leur propre expérimentation et dans un second temps seulement d'après l'expérimentation de leurs camarades.

« Il aurait fallu une balance » dit l'un d'eux.

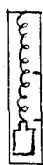
Tableau B

GROUPES	MATÉRIEL	RÉSULTATS	EXPÉRIENCE DES ENFANTS	EXPÉRIENCE PRÉVUE
1	Bouteille sable. Bouteille eau.	×	Schéma 1 : Deux essais. Une marque au crayon pour chaque essai.	Ce qui a été fait.
2	Morceau de fer. Morceau de plomb.	?	Schéma 2 : Les enfants n'ont pas pu se prononcer sur le résultat (flexion trop faible). Le morceau de fer et le morceau de plomb ont été spontanément placés symétriquement par rapport au pot à yaourt.	Schéma 3.
3	Pincés. Tenailles.	×	Schéma 4 : La balance penche nettement du côté des pincés mais elle manque de stabilité.	Ce qui a été fait.
4	Petit flacon avec sable. Grand flacon vide.	×	Schéma 5 : La planchette a été posée de façon à ce que son centre de masse soit sur l'axe du cylindre. Les enfants ont d'abord placé les pots de façon à réaliser l'équilibre. Ils n'en ont tiré aucun résultat. Puis ils les ont placé symétriquement, ce qui produisait le déséquilibre du côté du plus lourd.	Schéma 6 : Ils ont été gênés par le fait que le cylindre roulait.
5	Pomme de terre. Carotte.	×	Schéma 7 : Ils pensent que pour que l'expérience soit bonne, les deux pots doivent être au départ au même niveau. Etant donné le diamètre de la bobine, les deux pots frottent, ce qui les amène à recommencer plusieurs fois leur expérience pour parvenir au résultat.	Ce qu'ils ont fait.

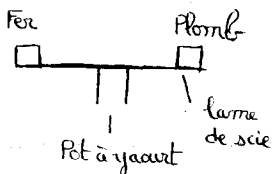
GROUPE	MATÉRIEL	RÉSULTATS	EXPÉRIENCE DES ENFANTS	EXPÉRIENCE PRÉVUE
6	Pile plate. Pile ronde.	×	Schéma 8 : Ils placent la ficelle au milieu de la planchette et les piles symétriquement par rapport au centre.	Ce qu'ils ont fait.
7	Pomme de terre. Pâte à modeler.	?	Schéma 9 : Remarques des élèves « Ça penche du côté de la pomme de terre ». « Il aurait fallu que c'est pareil ». La plupart des enfants conviennent du fait qu'on ne peut pas se prononcer sur le résultat.	Schéma 10.
8	Boîte de conserve. Boîte à médicaments.	=	Schéma 11 : Le couvercle posé se coince sur le fond de la boîte et l'ensemble demeure en équilibre.	Schéma 12 : Le wagon déplace d'autant plus la boîte qu'il est chargé.
9	Morceau de plomb Morceau de fer.	×	Schéma 13 : Des problèmes pour faire les nœuds. Une chaise permet d'atteindre une hauteur suffisante pour placer la ficelle dans la jante.	Ce qu'ils ont fait.
10	Morceau de plomb Morceau de fer.	×	Schéma 14 : Les enfants ont d'abord versé l'eau dans les boîtes de conserve et cherché à savoir si l'un des objets flottait. Le fait que les deux objets coulaient a conduit, après diverses manipulations intermédiaires, au résultat : « Le plomb est plus lourd parce que ça s'enfonce plus ».	Ce qu'ils ont fait.

SEQUENCE N° 2.

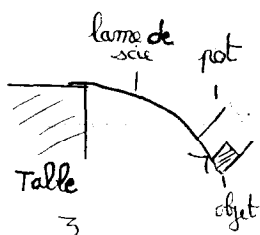
Nous commençons par un rappel de ce qui a été fait la fois précédente.



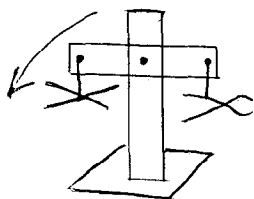
1



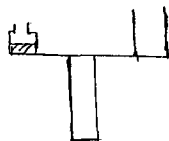
2



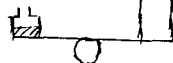
3



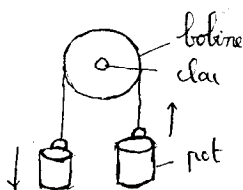
4



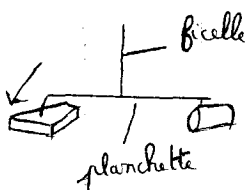
5



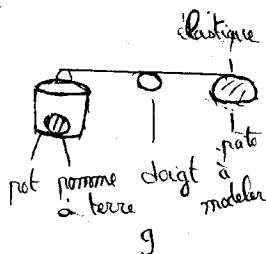
6



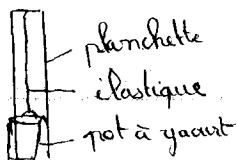
7



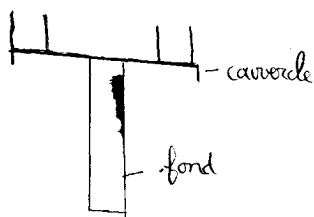
8



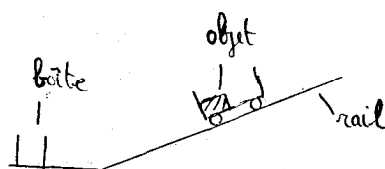
9



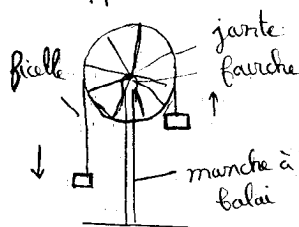
10



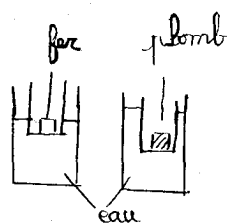
11



12



13



14

Question : « Comment aurait-on pu faire pour comparer les masses des objets ? »

Réponse : « Se servir de balances ».

Question : « Quelles balances connaissez-vous ? »

Les enfants donnent des explications assez vagues mais désignent surtout les balances Roberval qui se trouvent au fond de la classe.

« On va essayer de vérifier ou de compléter les résultats de la dernière fois à l'aide des balances Roberval ».

On distribue les balances aux enfants. Chaque balance n'a qu'un plateau. Les enfants enlèvent le plateau restant pour rétablir l'équilibre. Malgré cela, l'aiguille n'est pas au centre. « C'est pas égaux ». Les enfants essaient d'équilibrer en plaçant de chaque côté des crayons, gommées...

On propose aux enfants sur une table le matériel suivant : fonds de bouteille plastique, soucoupes en terre cuite, soucoupes en papier aluminium, boîtes de conserves, bols métalliques, pots en plastique, plateaux en polystyrène, ficelle, sable. Les enfants vont chercher le matériel. On trouve, par groupe, de part et d'autre sur la balance :

- 1 2 soucoupes en terre,
- 2 1 plateau balance - 1 pot plastique,
- 3 2 fonds de bouteilles,
- 4 2 pots à yaourt,
- 5 1 plateau balance - 1 bol métallique,
- 6 2 plateaux polystyrène,
- 7 2 soucoupes aluminium,
- 8 2 boîtes de conserve,
- 9 2 pots plastique.

Les enfants équilibrent progressivement en plaçant du sable alternativement d'un côté et de l'autre (ce qui, peu à peu, remplit les plateaux). Certains rassemblent le sable en tas au centre du plateau dans l'espoir de l'alourdir. Ils comprennent peu à peu qu'il suffit de faire passer du sable du plateau le plus lourd au plateau le plus léger pour rétablir l'équilibre. Lorsque les balances sont équilibrées, on distribue les objets étudiés la fois précédente. Les enfants en placent un sur chaque plateau et trouvent le même résultat. Les groupes qui n'avaient pas trouvé de résultat la fois précédente, l'obtiennent cette fois.

Le maître demande aux enfants de faire un schéma de leur expérience (voir le dessin d'enfant I).

Le maître montre trois objets de volumes croissants :

— Trois boîtes de conserve : « Quelle est la plus lourde ? »

Les enfants rangent rapidement les boîtes par ordre de poids croissant.

— Trois clés : le résultat est rapidement obtenu.

On distribue alors des séries de trois objets faits de la même matière mais dont le rapport des volumes n'est pas évident.

— 3 morceaux de bois de formes différentes.

— 3 bocaux de formes différentes.

— Pincettes et tenailles.

— Diverses clés.

— Fil de fer plus ou moins plié.

— Blocs logiques.

Chaque groupe dispose d'une série de trois objets.

Il faut ranger les objets du plus lourd au plus léger. Les enfants ont tendance à vider le sable précédemment mis pour équilibrer la balance. Il faut alors rééquilibrer. Les enfants établissent rapidement le rangement. On leur demande de remplir le tableau suivant :

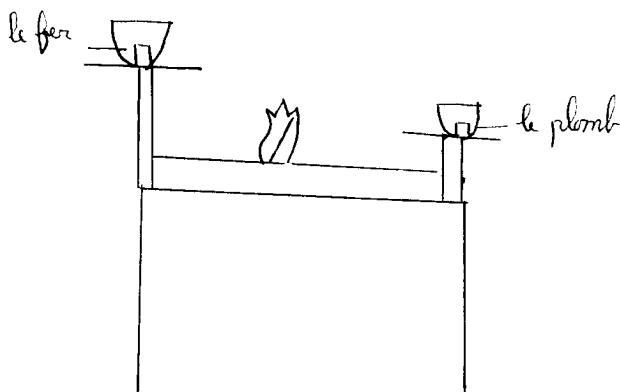
*est plus
lourd que* →

	□	△	○
□		×	×
△			×
○			

On met une croix dans la case si l'affirmation « est plus lourd que » est vérifiée.

L'objet le plus lourd est celui qui a le plus de croix sur une ligne.

I



Le plomb est plus lourd que le fer.

On distribue maintenant aux enfants une série de trois objets de matières différentes mais dont les formes et les volumes sont identiques :

- Parallélépipèdes de fer, bois, polystyrène.
- Feuilles de papier à lettre, calque, dessin.
- Feuilles de carton, papier aluminium, journal.
- Tubes plastique, acier, caoutchouc.
- Fils de laiton, aluminium, acier.
- Morceaux de pomme de terre, pomme, carotte.

Les enfants doivent remplir un tableau analogue au précédent.

Le rangement s'opère facilement mais pour certains groupes, le remplissage du tableau nécessite des explications complémentaires.

Question : « Si des objets sont faits de la même matière, lequel est le plus lourd ? »

Réponses : « C'est le plus gros ».

« Ça dépend s'il est épais quand il est creux ».

Question : « Et si des objets ne sont pas faits de la même matière ? »

Réponses : « Ça dépend ».

« Il faut une balance pour savoir ».

SEQUENCE N° 3.

Contrôle de l'acquis C_1 (voir ci-dessous) : 18 présents.

1) Pas d'erreur : 15

1 erreur : 2

2 erreurs : 1

3) Pas d'erreur : 13

1 erreur : 4

2 erreurs : 1

2) Pas d'erreur : 14

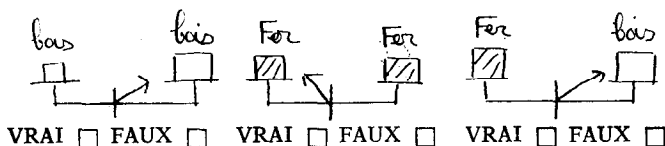
1 erreur : 3

2 erreurs : 1

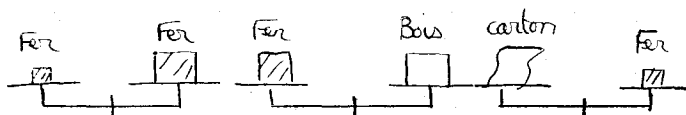
4) 11 bons résultats

1)

C_1

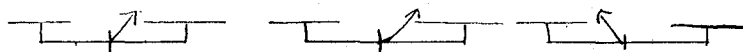


2)



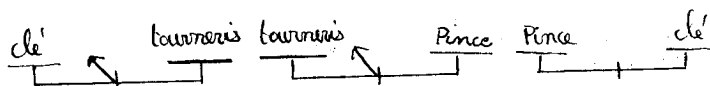
Colorie en rouge l'objet le plus lourd et mets la flèche dans le bon sens.

3)



Dessine les objets pour que la flèche aille dans le bon sens.

4)



Indique le sens de la flèche sur le dernier schéma.

SEQUENCE N° 4.

Le maître présente à la classe une grosse pomme de terre et une petite : « Quelle est la plus lourde ? »

Réponse : « C'est la plus grosse ». On insiste sur le fait que c'est la même matière.

Il présente ensuite une grosse clé et une petite.

« C'est la plus grosse qui est la plus lourde ».

Question : « Qu'est-ce qui est le plus lourd, le bois ou le fer ? »

Réponse : « Le fer ».

Le maître présente une grande plaque de bois et un cube de fer de petites dimensions. On essaie à la balance (préalablement équilibrée avec du sable). La plaque de bois est la plus lourde.

« C'est parce que le bois est plus gros » disent les enfants.

On essaie avec des morceaux de mêmes formes et de volumes égaux. Le fer est bien le plus lourd. Pour pouvoir comparer, il faut donc des morceaux de même volume.

Question : « Qu'est-ce qui est le plus lourd, l'huile ou le vinaigre ? »

Les avis sont partagés. « Il faudrait essayer ». « Il faut des récipients ». Le maître prend deux récipients de formes différentes, un pot à yaourt en verre, un pot à aliments pour bébés, en verre.

— Un enfant : « Il faut mettre l'huile et le vinaigre au même niveau ».

— Un autre : « Les récipients ne sont pas pareils ».

— Un autre : « Il faut que c'est *ex aequo* ».

Le maître demande de préciser.

— « Il faut que les plateaux soient pareils » (signe même niveau).

Le maître pose un récipient sur chaque plateau et équilibre avec du sable.

— « Maintenant, on met l'huile et le vinaigre à la même hauteur ».

Le maître insiste sur le fait que les récipients n'ont pas la même forme.

Une élève a l'idée de placer un élastique sur un pot à yaourt et de s'en servir comme doseur. On lui fait développer son idée. On remplit successivement d'huile puis de vinaigre le pot jusqu'à l'élastique. On verse l'huile et le vinaigre dans chaque récipient placé sur la balance. On en a alors la même quantité (même volume). On constate que le vinaigre est plus lourd que l'huile (les élèves auraient plutôt pensé l'inverse).

Chaque groupe possède : une balance Roberval, un pot à yaourt avec du sable (pour équilibrer la balance), un pot à yaourt en verre avec élastique (doseur), 3 pots à yaourt en plastique (pour placer en réserve les liquides à étudier), quelques groupes ont un récipient en verre (pour placer l'essence qui dissout le plastique), deux récipients en verre de tailles différentes (pour placer sur les plateaux).

Les groupes disposent des liquides suivants (qu'ils doivent d'abord essayer d'identifier) :

- 1 Eau - alcool - vinaigre.
- 2 Eau - essence - huile.
- 3 Eau - huile - vinaigre.
- 4 Eau - essence - eau salée.
- 5 Eau - eau salée - alcool.
- 6 Eau - alcool - essence.
- 7 Eau - vinaigre - eau salée.
- 8 Eau - eau salée - huile.
- 9 Eau - vinaigre - essence.
- 10 Eau - alcool - huile.

Chaque groupe doit remplir un tableau du type de ceux employés lors des séquences précédentes.

Les enfants ont encore tendance à mettre du sable sur les deux plateaux de la balance pour équilibrer. On leur dit d'en mettre d'un seul côté et d'en enlever ou d'en ajouter pour obtenir l'équilibre. Ils le font. Certains groupes ont besoin d'explications complémentaires quant au fonctionnement du doseur.

6 groupes remplissent correctement leur tableau.

Les 4 autres ont des difficultés qui proviennent soit du rangement des trois liquides (les comparaisons deux à deux étant

<i>est plus léger que</i> →	Vinaigre	Eau	Alcool
Vinaigre		X	X
Eau			X
Alcool			

Tableau C

<i>est plus léger que</i> →	essence	huile	eau	eau salée	alcool	Vinaigre
essence						
huile	X				X	
eau	X	X			X	
eau salée	X	X	X		X	X
alcool	X					
Vinaigre	X	X	X		X	

faites), soit surtout de la transcription des résultats dans le tableau (les mêmes difficultés n'étaient pas apparues avec les solides).

Le maître reproduit au tableau de la classe le tableau C.

Chaque élève possède une feuille photocopiée de ce tableau. On remplit le tableau en commun case par case. Les liquides ont été distribués de telle façon que pour chaque case, un groupe au moins a trouvé la réponse par son expérimentation. Il n'y a contestation que pour les cases huile - alcool et essence - alcool (erreurs précédemment évoquées). Une expérience du maître est alors nécessaire pour départager.

Remarques.

— La notion de conservation des quantités de liquide lorsqu'on change de récipient est difficile à assimiler pour certains.

Cette séquence doit être menée lentement, les enfants ayant des difficultés à manipuler les liquides.

— La phrase préliminaire collective (comparaison de l'huile et du vinaigre) pourrait se faire par groupe au niveau CM. En CE₁, elle semble indispensable.

SEQUENCE N° 5.

Au tableau de la classe se trouve reproduit le tableau synthétique C de la séquence précédente.

Question : « A quoi la croix dans la case eau - essence correspond-elle ? »

Réponse : « Ça veut dire que l'eau est plus lourde que l'essence ».

Question : « Pourquoi la case huile - eau est-elle vide ? »

Réponse : « L'huile est moins lourde que l'eau ».

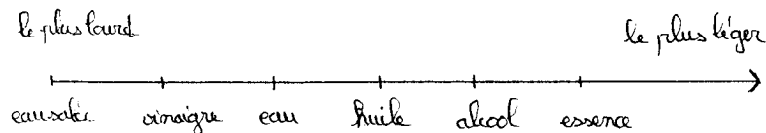
Question : « Quel est le liquide le plus lourd de tous ? »

Réponse : « Celui qui a le plus de croix : l'eau salée ».

Question : « Quel est le liquide le plus léger ? »

Réponse : « Celui qui n'a pas de croix : l'essence ».

On demande aux enfants de tracer individuellement une grande flèche sur leur cahier et de ranger les liquides du plus lourd au plus léger. En comptant les croix, ils les classent (plus ou moins vite) dans le bon ordre de densité.



Le maître montre un tube à essais. Un enfant se rappelle qu'on s'en était servi pour mettre l'air en évidence (balles dans l'eau). On va placer dans le tube les liquides du plus lourd au plus léger. Pour éviter qu'ils se mélangent, on les place à l'aide d'une seringue à l'extrémité de laquelle on a adapté un tuyau en caoutchouc. On place d'abord l'eau salée, puis au-dessus le vinaigre, l'eau (colorée par de l'indigo) et ainsi de suite jusqu'à l'essence. On obtient six couches nettes.

Un enfant propose de recommencer en plaçant d'abord le plus léger. On commence par l'essence, puis on place au-dessus l'alcool qui repasse sous l'essence et ainsi de suite jusqu'à l'eau salée. En fin d'expérience, l'ordre des couches, bien qu'un peu moins net est le même que précédemment.

« C'est toujours le plus lourd qui est au fond et le plus léger dessus ».

Un enfant propose d'agiter. Les séparations de certains liquides miscibles disparaissent.

Remarque.

— Si la nécessité d'utiliser des quantités égales de liquides pour pouvoir comparer afin de répondre à la question « quel est le plus lourd de l'huile ou du vinaigre ? » est apparue nettement aux enfants, la distinction entre dense et lourd n'a pas été bien perçue. Aussi avons-nous utilisé uniquement le terme lourd.

On propose aux enfants par groupe de tirer au sort des feuilles de papier sur lesquelles sont écrites les questions suivantes :

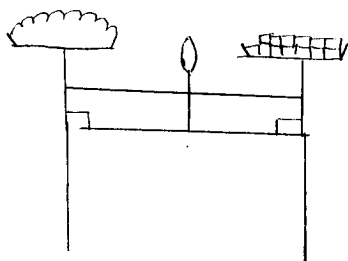
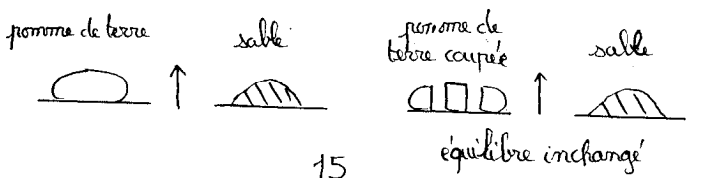
- A) Une pomme de terre est-elle plus lourde lorsqu'on l'a coupée qu'avant de la couper ?
- B) Lorsqu'un glaçon fond, son poids change-t-il ?
- C) Quand on met un morceau de sucre dans l'eau, il se dissout et l'on obtient de l'eau sucrée. Le poids de l'eau + le poids de sucre est-il différent du poids de l'eau sucrée ?
- D) Quand on met du sel dans l'eau, il se dissout et l'on obtient de l'eau salée. Le poids de l'eau + le poids du sel est-il différent du poids de l'eau salée ?
- E) Quand on écrase un morceau de sucre, devient-il moins lourd ?
- F) Un morceau de pâte à modeler en forme de bille change-t-il de poids lorsqu'on lui donne une forme de bâton ?

On demande aux enfants de lire les questions. Ils le font pour certains avec des difficultés. Le vocabulaire est connu. Le sens de la question est compris.

Nous allons maintenant passer en revue les réactions des enfants face aux différentes questions.

- A) Deux groupes ont tiré cette question. Ils répondent *a priori* que ça ne change rien au poids. On leur distribue une balance, du sable, un couteau. Un des groupes ne fait rien, l'autre coupe la pomme de terre en deux et place les deux moitiés sur chaque plateau. On donne la solution (schéma 15).

L'un des groupes peut réaliser un compte rendu qui montre qu'il a compris (dessin d'enfant II). L'autre n'est pas assez concentré.



"quand on coupe une
-pomme de terre ça
change rien."

II

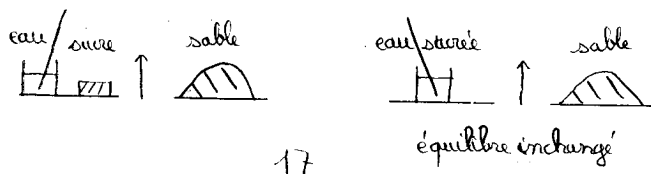
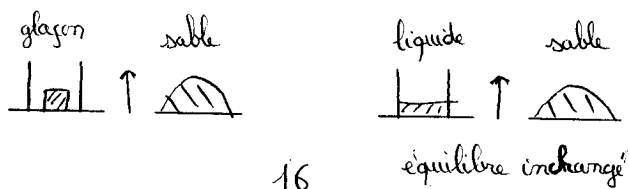
- B) Deux groupes ont tiré cette question. Ils n'ont pas de réponse *a priori*. On distribue une balance, du sable, un récipient, un glaçon. Il faut fournir l'explication de la manipulation (schéma 16). L'un des groupes a compris. L'autre modifie la tare de sable avant la fusion complète.

- C) et D) Les trois groupes qui ont tiré ces questions pensent qu'une fois le sucre ou le sel dissous, le poids diminuera. On distribue : sucre en morceau, sel, balance, récipient, eau, sable, agitateur. Les enfants placent le sucre ou le sel dans l'eau et équilibrent. On explique (schéma 17).

L'un des groupes refait avec succès l'expérience bien comprise. Un autre essaie mais ne parvient pas à retrouver l'équilibre (modification de la tare). Le troisième n'essaie pas.

- E) Les enfants répondent que le poids ne changera pas. On distribue aux deux groupes : balance, sucre en morceau, couvercle métallique, marteau, sable. Un groupe place un mor-

ceau de sucre écrasé sur l'un des plateaux et un morceau entier sur l'autre et parvient à l'équilibre. L'autre groupe se contente de manger le sucre.



F) Un groupe (souvent en difficulté) tire la question. La réponse *a priori* est que le bâton sera plus lourd (sans doute parce qu'il est plus long). D'un côté un morceau de pâte à modeler en forme de bille est placé et de l'autre en forme de bâton. De la pâte à modeler est transférée d'un côté à l'autre jusqu'à l'équilibre. L'explication n'est pas comprise (sable d'un côté, pâte de l'autre).

Remarques.

— Les enfants de CE₁ ont des difficultés à appréhender la notion de tare. Ils ne peuvent pas mettre sur pied une expérience montrant la conservation de la masse, ce qui ne signifie pas qu'ils ne peuvent pas comprendre que lors des expérimentations précédentes, la masse s'est conservée. L'échec est dû pour une grande part à une présentation trop ambitieuse de la séquence. Il aurait fallu une approche beaucoup plus progressive. Par exemple :

Poser le problème collectif : une pomme de terre est-elle plus lourde lorsqu'on l'a coupée qu'avant ?

Le résoudre ensemble en cheminant peu à peu :

- on équilibre la pomme de terre,
- on la coupe,
- on vérifie si l'équilibre est rompu,
- on en tire la conclusion.

Puis, proposer un problème analogue qui sera le même pour tous les groupes : lorsqu'un glaçon fond, son poids change-t-il ?

Peut-être aurait-on pu proposer sur les feuilles tirées au sort une démarche à suivre ?

- Equilibrer avec du sable un récipient contenant de l'eau et l'agitateur.
- Placer un morceau de sucre sur le plateau contenant le récipient et équilibrer avec du sable.
- Dissoudre le sucre dans l'eau et replacer le récipient et l'agitateur sur le plateau sans toucher au sable.
- Que peut-on dire après cette expérience ?

SEQUENCE N° 6.

On distribue à chaque groupe : un objet, une balance, du sable. Les enfants pensent tout de suite à équilibrer la balance à l'aide de sable. On demande à deux groupes de s'associer pour trouver le plus lourd des deux objets. Les enfants pensent placer un objet sur chaque plateau d'une des balances. La consigne est qu'on ne doit pas placer deux objets sur une même balance. Les enfants sont bloqués. On distribue un matériel complémentaire. L'objet à étudier est en italiques :

- | | | |
|---|---|---|
| A | { | A ₁ <i>pomme de terre</i> , sable |
| | | A ₂ <i>pâte à modeler</i> , sable, |
| B | { | B ₃ <i>morceau de fer</i> , gros clous |
| | | B ₄ <i>morceau de plomb</i> , gros clous, |
| C | { | C ₅ <i>pot à yaourt</i> , récipient, grains de café |
| | | C ₆ <i>flacon</i> , récipient identique, grains de café, |
| D | { | D ₇ <i>cube de bois</i> , haricots blancs |
| | | D ₈ <i>plaque de bois</i> , haricots blancs, |
| E | { | E ₉ <i>Pile plate</i> , récipient, eau |
| | | E ₁₀ <i>Pile ronde</i> , récipient identique, eau. |

Les enfants ont procédé de la façon suivante :

- A : Aucun résultat. L'un des groupes équilibre avec du sable convenablement. L'autre met du sable sur les deux plateaux pour équilibrer.
- B : Les deux groupes placent des clous dans l'un des plateaux mais sont gênés par le fait qu'ils ne peuvent pas obtenir l'équilibre. Pour le fer, 9 clous ne suffisent pas et 10 sont trop lourds. Pour le plomb, 13 ne suffisent pas et 14 sont trop lourds. La conclusion que le plomb est le plus lourd est tirée peu à peu.
- C : Les enfants placent des grains de café dans l'un des plateaux mais n'en tirent pas de conclusion (sans doute les grains sont-

ils trop nombreux à compter). Le récipient n'a pas été utilisé.

D : Pour le cube de bois : 30 haricots - Pour la plaque de bois : 21 haricots. Le cube est le plus lourd.

E : Davantage d'eau dans le récipient équilibrant la pile plate que dans celui équilibrant la pile ronde. La pile plate est la plus lourde.

La liste des objets par groupe de deux est écrite au tableau. On met une croix face au plus lourd. Les groupes C ont bien compris la méthode. Les groupes A n'ont toujours pas compris (manque de concentration semble-t-il). Un membre des groupes E leur explique qu'il aurait fallu mettre du sable dans les récipients et voir où il fallait en mettre le plus à l'équilibre.

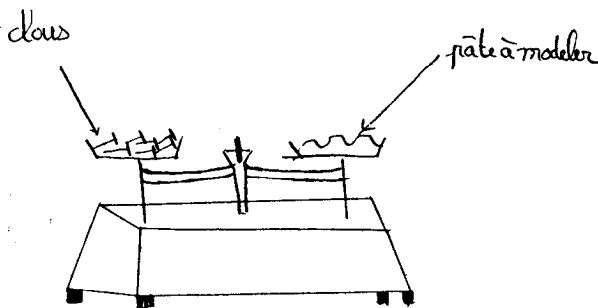
On veut maintenant connaître le plus lourd des 10 objets. Les enfants s'interrogent. Un membre des groupes C pense qu'il faudrait donner du café à tout le monde. Les groupes sont peu à peu convaincus qu'il faut donner « la même chose » à tout le monde. On distribue des gros clous à tous les groupes (après avoir ramassé haricots, café...).

On ne trouve jamais l'équilibre juste (un clou en trop ou en moins). Les enfants comprennent que l'on ne peut qu'encadrer le résultat. « Comment pourrait-on écrire le résultat ? »

Un enfant propose de prendre un carreau pour un clou et de tracer une ligne droite de longueur proportionnelle au nombre de clous.

On adopte cette représentation (feuille D).

On range sur une flèche les corps du plus léger au plus lourd (feuille D). Les enfants connaissent la notation $A < B$.



$$7 > p > 6$$

III

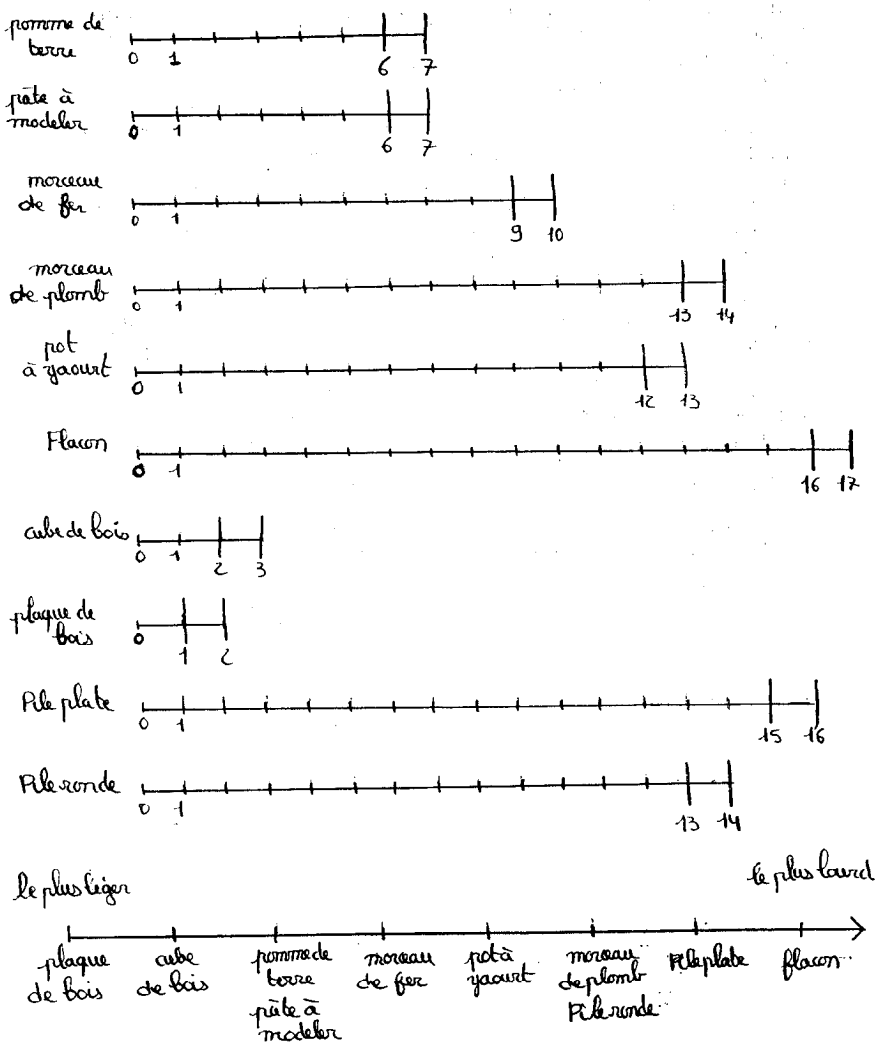
« On appelle p le poids de la pomme de terre. Comment pourrait-on écrire que le poids de la pomme de terre est supérieur à celui de 6 clous ? »

Un enfant vient écrire : $p > 6$.

Un autre enfant vient compléter : $7 > p > 6$.

Les enfants font leur compte rendu d'expérience (voir dessin d'enfant III).

Tableau D



SEQUENCE N° 7.

La partie gauche du tableau E est reproduite au tableau.

Question : « Comment a-t-on pu ranger les objets par ordre de masse croissante ? »

Un élève explique qu'on s'est servi de clous mais que ça penchait, soit d'un côté, soit de l'autre.

Un autre élève vient écrire l'encadrement.

Tableau E

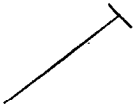
gros clous	nombre de clous moyens m
18	
17	
Flacon	$2 < m < 3$
Pile plate	$3 < m < 4$
14	
Pile ronde	3
plomb	$0 < m < 1$
prot à yaourt	$4 < m < 5$
12	
11	
10	
morceau de fer	$2 < m < 3$
9	
8	
7	
pièce à modeler	5
pomme de terre	$3 < m < 4$
6	
5	
4	
3	
cube de bois	$1 < m < 2$
2	
plaque de bois	4
1	
0	

Question : « Pour certains objets (pile ronde et plomb, pâte à modeler et pomme de terre), on n'a pas pu savoir lequel était le plus lourd. Comment pourrait-on faire ? »

Réponse : « Il faudrait des petits clous ».

Certains enfants penseraient à couper un gros clou.

Tableau F

clous objets			
flacon	16	2	4
pile plate	15	3	2
pile ronde	13	3	0
plomb	13	0	2
pot à yaourt	12	4	1
flex	9	2	2
pâte à modeler	6	5	0
pomme de terre	6	3	10
cube de bois	2	1	5
plaque de bois	1	4	9

On distribue les balances, les objets précédents, les gros clous, des clous de taille moyenne, du sable (pour équilibrer la balance au départ, ce qui, maintenant, ne pose plus de problème).

Certains enfants utilisent simultanément les gros clous et les clous moyens. Le maître intervient pour leur demander d'approcher l'équilibre avec des gros clous puis d'utiliser ensuite les clous moyens. Seuls trois groupes parviennent à réaliser l'équilibre. Les autres retrouvent le même problème d'encadrement qu'avec les gros clous. Mais cette fois, on peut savoir dans tous les cas quel est l'objet le plus lourd. On complète la partie droite du tableau E. L'encadrement pose cette fois moins de difficultés pour sa transcription. Chaque enfant possède une feuille photocopiée du tableau E qu'il doit remplir.

On demande alors aux enfants comment il faudrait faire pour atteindre l'équilibre juste.

« Il faudrait des clous minuscules » dit l'un d'eux.

On distribue aux enfants des clous de petite taille. Au tableau de la classe est reproduit le tableau F.

Les enfants qui avaient déjà obtenu l'équilibre avec des clous moyens pèsent d'autres objets (règles...) et vérifient ainsi la nécessité d'utiliser des petits clous.

Les autres constatent que les petits clous permettent d'obtenir l'équilibre juste. Chaque groupe annonce ses résultats et on remplit le tableau F. Chaque enfant possède une feuille photocopiée du tableau F qu'il doit remplir.

SEQUENCE N° 8.

Le tableau F figure au tableau de la classe. Le maître demande à l'un des enfants de venir équilibrer la pile plate à l'aide de gros, moyens et petits clous. Cette expérience a pour but de vérifier si les enfants ont compris la nécessité d'utiliser les trois tailles de clous. Il s'avère que cette révision est nécessaire pour quelques-uns.

Question : « Serait-il possible de trouver la masse de la pile en n'utilisant que des petits clous ? »

Un enfant vient essayer. Il vide le paquet de petits clous dans l'un des plateaux sans parvenir à établir l'équilibre.

« Il en faudrait davantage » dit un enfant.

« Ce serait long à compter » dit un autre.

Question : « Nous n'avons pas assez de petits clous mais serait-il possible de trouver combien de petits clous il faudrait pour équilibrer la pile ? »

Les enfants cherchent un moment. L'un d'eux a une idée et vient l'exposer devant les autres. Il place un gros clou dans l'un des plateaux et des petits clous dans l'autre jusqu'à ce qu'il obtienne l'équilibre.

« Il faut 33 petits clous pour équilibrer un gros clou ».

Cherchons combien il faut de petits clous pour 15 gros clous. Il en faut 15×33 . Le problème est résolu par la méthode de la carte. $15 \times 33 = 495$.

Il ne reste plus qu'à chercher combien il faut de petits clous pour équilibrer un clou moyen : 5 (on constate ainsi quelques erreurs faites par les enfants dans le tableau F).

D'où la masse de la pile en petits clous : $495 + 15 + 2 = 512$.

Question : « Lorsqu'on va chez le boucher, demande-t-on 500 clous de viande ? »

Réponse : « On demande 1 kilo.

Certains enfants savent qu'il y a 1 000 grammes dans 1 kilo.

Question : « Comment trouver la masse des objets en grammes ? »

Réponse : « On utilise des poids ».

On distribue aux enfants des boîtes de masses marquées. On leur demande de reconnaître les masses (ils doivent montrer la masse marquée correspondant au nombre de grammes demandé par le maître). Jusqu'à 50 g, la lecture est facile. Au-dessous, elle est plus difficile. Les enfants peuvent reconnaître les plus petites masses grâce aux trous de la boîte dans lesquels elles peuvent pénétrer. On reproduit au tableau de la classe le tableau G qu'il faudra remplir. On distribue à chaque groupe une balance, du sable pour l'équilibrer, le même objet que lors des séquences précédentes. Il faut repérer le nombre de masses de chaque sorte utilisées. Les élèves ont tendance à commencer l'équilibrage par n'importe quelle masse. Il faut alors leur rappeler qu'on avait commencé à équilibrer par des gros clous, puis des moyens et enfin des petits. La plupart n'obtiennent pas l'équilibre juste mais ils comprennent très vite que, comme pour les clous, on ne peut qu'encadrer le résultat à la plus petite masse près, soit 1 g. On demande à chaque groupe ses résultats et on remplit le tableau G en plaçant, pour chaque objet, les croix correspondant à la valeur inférieure (convention) de l'encadrement.

Tableau G

masse en g objets	200	100	100	50	20	10	10	5	2	2	1	m masse de l'objet
flacon		X							X		X	103cm < 104
Pile plâle		X										100cm < 101
Pile ronde				X	X	X		X	X			87
plomb				X	X				X	X		74cm < 75
pot à yaourt				X	X						X	71cm < 72
fer				X		X						60cm < 61
raie à modèle					X	X	X		X		X	43cm < 44
pomme de terre					X	X	X		X			42
cube de bois						X		X				15
plaque de bois						X			X			12

SEQUENCE N° 8.

Contrôle de l'acquis C₂ (voir page suivante) : 17 présents.

Exercice N° 1 : 12 bonnes réponses.

Exercice N° 2 : gauche : 12 bonnes réponses,
droite : 15 bonnes réponses.

Exercice N° 3 : 11 bonnes réponses.

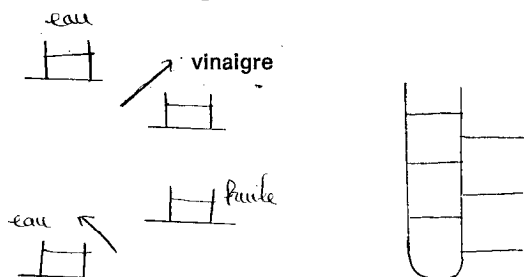
Exercice N° 4 : 16 bonnes réponses.

Réussite totale : 8 élèves.

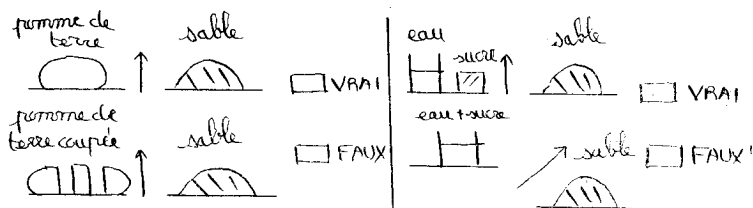
3 bons exercices : 5 élèves.

2 bons exercices : 1 élève.
1 bon exercice : 3 élèves.

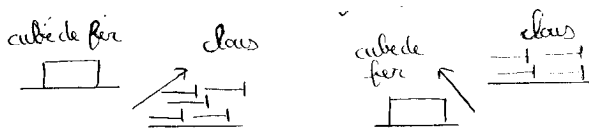
1) Ecrire les noms des liquides : ^{C₂}



2) Mettre une croix dans la bonne case :



3) Ecrire la masse du cube de fer :



4) Quelle est la masse de la pomme de terre ?



Les travaux précédents ont été réalisés en mai et juin. Tout au long de l'année scolaire, nous avons abordé avec les enfants différents thèmes : combustion d'un circuit électrique (jeu du vrai ou faux), cycle de l'eau, mise en évidence de l'air de la classe. Qu'avons-nous constaté par rapport aux objectifs que nous nous étions fixé ?

— Les enfants se sont habitués à travailler en groupe, à exercer leur pensée critique, à écouter leurs camarades.

— Ils ont observé, émis des hypothèses, vérifié expérimentalement, tiré des conclusions, réinvesti.

— Ils ont appris à se servir d'instruments de mesure et d'outils. Ils ont peu à peu simplifié leurs dessins (il a été impossible d'aborder le fonctionnement de la balance Roberval).

— La notion de masse a été abordée. On a appris à encadrer une mesure. Il semble que la notion de conservation de la masse présente des difficultés (notre présentation est certainement en cause).

Le vocabulaire que nous avons employé (masse au lieu de poids, équilibrer au lieu de tarer, lourd au lieu de dense) peut être sujet à critique. Bien qu'il semble préférable d'utiliser le terme précis le plus tôt possible, certains mots étrangers au vocabulaire familier à l'enfant (dense par exemple) ne sont pas compris et les bloquent dans leur expression orale.

Avec de jeunes enfants, les faits expérimentaux sont souvent compris mais la communication pose des problèmes. L'obstacle ne doit cependant pas nous empêcher d'aborder des thèmes scientifiques. Il semble qu'en commençant l'initiation physico-technologique assez tôt, avec des ambitions adaptées aux possibilités intellectuelles de l'enfant, on lui permette d'aborder les études scientifiques ultérieures dans des conditions favorables.

M^{me} BOUVOT,
*Conseillère pédagogique
auprès de l'Ecole Normale.*

J.-C. FOURNEAU,
*Professeur,
(Ecole Normale de Savenay).*
