
VU DANS UNE CLASSE DE CE : LA MALLEABILITE, UNE PROPRIETE MECANIQUE DES MATERIAUX

Daniel LACROIX
I.U.F.M. de Grenoble

INTRODUCTION

Les activités présentées dans cet article visent deux objectifs:

- caractériser les matériaux par leurs propriétés mécaniques, ce qui implique de mettre en évidence ces propriétés et de les formuler;

- faire prendre conscience aux enfants de la conservation de la quantité de la matière lors de déformations affectant les corps malléables.

Trois conditions réunies ici semblent favorables, voire même indispensables, pour atteindre ces objectifs :

1. Les enfants manipulent souvent des matériaux malléables.

2. Sous l'action d'une force, les matériaux se déforment. Il est possible de décrire verbalement et par écrit ces déformations et leurs différentes étapes. Ce sont des propriétés spatio-temporelles qui définissent ces déformations ; il est donc possible d'en rendre compte par des schémas.

3. Tous les matériaux ne se déforment pas de la même manière sous l'action d'une force. Suivant leurs propriétés : élasticité, malléabilité, dureté, certains se déforment temporairement, d'autres de manière définitive, d'autres encore se cassent. Ces différences de comportement peuvent être, elles aussi, décrites par des schémas.

La description de déformations à l'aide de schémas permet :

- d'analyser différents états,
- de revenir sur leur chronologie,
- de les caractériser par des relations spatiales (diminution de l'épaisseur et augmentation de la surface en fonction de l'intensité des forces appliquées),
- d'exprimer visuellement des critères de conservation qu'utilisent habituellement les enfants,
- de visualiser chacune des propriétés mécaniques : malléabilité, élasticité, dureté.

Toutefois, l'étude complète de la malléabilité nécessite de rendre compte de phénomènes tridimensionnels pour lesquels il est pertinent d'utiliser une description à l'aide de deux schémas, comme une vue de face et une vue de dessus, et leur manipulation conjointe. Ceci n'est pas sans poser de problème. En effet, la manipulation simultanée de deux facteurs est difficile pour des enfants de 7-8 ans. L'enfant «ne prend pas conscience d'eux simultanément. Ils agissent alternativement sur le raisonnement et pénètrent dans le champ de l'attention à des moments différents» (Piaget).

Associée à un champ visuel restreint, la représentation par deux schémas, vue de dessus et vue de face, devrait permettre de faire entrer au même moment dans le champ de l'attention les deux relations spatiales et de les manipuler conjointement. Cette manipulation conjointe est indispensable pour justifier de la conservation de la pâte à modeler, par exemple.

Cet article décrit des activités menées durant trois années dans la classe de CE1 de Carmen Chevrot à l'école Clémenceau de Grenoble, de 1989 à 1990. Les observations rapportées ont trait à l'année 1989-1990. Elles ont fait l'objet d'un premier compte rendu dans la revue Techno contact.*

1ère séance - DECOUVERTE DES PROPRIETES DES MATERIAUX

Objectif

Expliciter quelques propriétés des matériaux et classer des matériaux suivant ces propriétés.

Matériel

Chaque groupe de deux élèves dispose des matériaux suivants :

Pâte à modeler ; bouchon de liège ; ressort ; plaque de plexiglass ; papier d'aluminium ; verre contenant de l'eau ; aimant ; élastique ; trombone ; plaque de bois ; clou ; craie ; plaque de verre ; capuchon de stylo ; pot contenant de l'alcool à brûler.

Cet ensemble de matériaux est formé d'objets faciles à nommer et constitués d'un seul matériau.

Déroulement

1. Identification des matériaux

Les enfants sont par groupe de deux avec leur ensemble d'objets.
Une consigne est écrite au tableau.

* Association Techno contact. Chemin de l'Eglise, 38100 Grenoble.

Consigne

«*Mettez ensemble les objets qui ont la même propriété.*»

«*Quand vous avez réuni des objets qui ont la même propriété, vous écrivez pourquoi vous les avez mis ensemble.*»

La maîtresse annonce : «Je vous laisse quelques minutes pour observer, toucher, comparer...». Elle précise : «Il ne faut rien manger, rien goûter, ni rien détruire».

Après quelques minutes, les matériaux sont identifiés :

- certains, bien connus des enfants, sont rapidement nommés: un morceau de craie, un ressort, un clou, un bâton de bois, une plaque de bois, du papier alu, de la pâte à modeler;

- pour d'autres, les enfants font un commentaire : «l'aimant colle à la vis» ; «le bouchon de liège est en bois, c'est pour boucher les bouteilles» ; «le trombone c'est du fer qui bouge, du métal».

Quelques mots sont écrits au tableau : bouchon de liège, plexiglass, alcool à brûler.

Une petite discussion s'engage à propos de l'alcool à brûler : «C'est pas de l'eau» ; «c'est pour allumer le barbecue» ; «c'est pour laver» ; «ça brûle, les cracheurs de feu en mettent dans la bouche».

La maîtresse précise les dangers que présente la manipulation de l'alcool à brûler. (Cinq enfants ne connaissent pas ce produit).

Un autre débat s'engage (vert ou verre ?) :

«Le capuchon du stylo est en vert» dit un élève. «Non, il est vert mais en plastique».

«Voici une plaque de verre. Où trouve-t-on du verre dans la classe... ?» ; « les vitres, les lumières, les ampoules... ».

2. Regroupement des matériaux selon une propriété commune

La consigne écrite au tableau est lue par un élève.

Pour préciser la consigne, un exemple est donné : «La couleur peut être une propriété commune. Toutefois, la couleur ne sera pas une propriété étudiée au cours de cette activité».

Les élèves ne comprennent pas complètement la consigne. Une explication va être reprise par la maîtresse de groupe en groupe.

Dans un premier temps, les élèves écrivent le nom des objets qu'ils ont regroupés, mais ils ne signalent pas systématiquement la propriété commune. Ils proposent par exemple :

plaque de bois	plexiglass
petite baguette	verre.

De groupe en groupe, la maîtresse pose la même question : «Pourquoi les avez-vous regroupés ?» et elle reformule la consigne.

Quelques propositions.

- Philippe (il a travaillé seul)
 - «l'eau et l'alcool à brûler sont des liquides»
 - «le plexiglass et le verre sont de la même famille»
 - «le clou, le trombone et l'aimant sont en métal parce qu'ils s'accrochent»
 - «le ressort et l'élastique peuvent s'élancer en l'air»

- Julien et Volny
 - «le trombone, le ressort et le clou sont attirés par l'aimant»
 - «le bouchon de feutre et le plexiglass sont faits de la même matière»
 - «c'est de la craie»
 - «c'est élastique»

- Ludivine (elle a accaparé le matériel)
 - «c'est transparent»
 - «l'aimant et la pâte à modeler ça colle»
 - «c'est du fer»

- Alexandre (il a travaillé avec les objets qui restaient)
 - «l'alcool à brûler et la baguette on peut les brûler»

- Pierre et Anthony
 - «la pâte à modeler et le papier alu sont mous»
 - «le plexiglass et le verre sont transparents»
 - «le ressort et le trombone sont en métal»
 - «l'eau et l'alcool sont liquides»
 - «l'aimant ça colle»
 - «le gros bouchon et la craie sont ronds»
 - «le bâton de bois est de la même matière que le carré de bois»

Bilan

- Sur l'ensemble de la classe, huit critères de classement ont été utilisés.
- Certaines propriétés caractérisent globalement les matériaux qui constituent les objets : «c'est du bois» , «ils sont en métal» , «c'est du fer».
- Quelques enfants font référence à la forme des objets : «le gros bouchon et la craie sont ronds».
- Dans chaque groupe, il est identifié et utilisé de une à quatre propriétés.

Ce sont ces propositions qui sont exploitées dans l'étape suivante

3. Mise en commun des propriétés utilisées par les élèves

Chaque groupe présente l'une des propriétés qu'il a découvertes et les matériaux qui lui ont servi à la dégager.

Ainsi s'élabore le tableau :

ce qui est liquide	ce qui brûle	ce qui est élastique	ce qui est transparent	ce qui est attiré par l'aimant	on peut changer sa forme	ce qui peut fondre à la chaleur	ce qui est en métal
eau alcool	bois alcool à brûler	ressort élastique	verre plexiglass eau alcool	clou trombone	pâte à modeler papier alu trombone	capuchon de stylo	papier alu trombone

L'adoption de chaque critère est précédée d'une discussion. Par exemple, pour ce qui est élastique : «on peut l'étirer» , «ça s'allonge» , «c'est ce qui va et vient», «le ressort est élastique» , «la pâte à modeler aussi».

Remarque

Deux propriétés mécaniques ont été citées : l'élasticité, de manière explicite, et la malléabilité, de manière implicite. A cette étape, seuls quelques enfants entrevoient la différence.

2ème séance - MATERIAUX QUI BRULENT - MATERIAUX QUI NE BRULENT PAS

Une telle séance a pour but de préciser des propriétés autres que les propriétés mécaniques : elle permet au maître d'exploiter le large éventail de matériaux réunis pour la séance 1.

Le développement de l'étude de différentes propriétés dégagées en séance 1 peut être variable.

Nous présentons en annexe 2 la séance proposée à plusieurs reprises et qui traite de la combustion des matériaux.

3ème séance - LA MALLEABILITE

Objectif

Décrire le comportement des objets malléables et dégager les critères permettant de caractériser leur comportement.

Matériel

Chaque groupe de deux enfants dispose des objets suivants:

Pâte à sel ; petits cylindres PVC ; papier d'aluminium ; planchette de bois ; élastique ; clou ; balle ; ressort ; morceau de mousse ; pâte à modeler ; craie ; trombone; lamelle de verre ; fil de cuivre.

Déroulement

La maîtresse fait chercher les mots de la famille de «modeler» : modeler, modelage, modelleur, modeleuse, modelable.

La maîtresse : «En fait, ce dernier mot n'existe pas, on dit «**malléable**».

A - ACTIVITES DE CLASSIFICATION ET DE FORMULATION

1. Les corps qui changent de forme sans se casser

• Mise en place de la consigne

Le problème est de classer les corps en deux catégories : les corps malléables et les autres.

Après l'activité de vocabulaire autour du verbe modeler, le tableau des propriétés des matériaux (séance 1) est à nouveau affiché. Les élèves sont invités à préciser une piste de travail.

La prise en compte des corps malléables est exprimée de différentes manières :

- «On va regarder dans ce qui est mou, ce qui peut changer de forme».
- «On cherche ce qui peut changer de forme comme la pâte à modeler».

• Les corps malléables

Dans chaque groupe les enfants se mettent d'accord sur un classement.
Voici ce que certains groupes ont retenu :

groupe 1	groupe 2	groupe 3	groupe 4	groupe 5
pâte à modeler pâte à sel mousse	pâte à modeler pâte à sel mousse trombone papier alu	pâte à modeler pâte à sel mousse trombone papier alu balle	pâte à modeler pâte à sel mousse fil de cuivre ressort	pâte à modeler papier alu fil de cuivre craie élastique

En regroupant les résultats, on s'aperçoit que les corps qui ont des propriétés proches sont choisis systématiquement ou presque. Sur dix groupes,

- 9 groupes ont choisi la pâte à modeler et la pâte à sel,
- 9 " " " le fil de cuivre ou le le trombone,
- 8 " " " le papier alu.

Mais tous les groupes ont choisi un corps cassant ou (et) un corps élastique :

- 5 ont choisi la craie,
- 5 " " la balle,
- 7 " " le morceau de mousse.

Pourquoi un tel choix ?

«La craie, la balle, le morceau de mousse «changent de forme»...»

Toutefois ces corps n'ont pas tout à fait le même comportement ; les élèves le perçoivent et l'expriment : «le ressort change de forme mais il ne peut pas rester» ; «le verre peut changer de forme, il casse mais on ne peut pas le remettre comme au début».

• Premier critère de malléabilité

Les élèves envisagent l'existence de plusieurs états, généralement deux :

- l'état initial,
- la forme de l'objet au moment où une contrainte s'exerce sur lui.

Pour justifier les choix, ils disent : «le ballon change de forme».

Ceux qui n'ont pas choisi le ballon rétorquent : «mais il ne reste pas sous cette forme lorsque l'on cesse de l'écraser».

Ils envisagent la forme de l'objet lorsque la contrainte a cessé ; en fait, ils définissent un troisième état.

Enfin, certains imaginent un hypothétique retour à l'état initial, possible ou impossible pour les corps qui ont subi une déformation permanente.

Tous constatent : «Le verre peut changer de forme» ; «il casse mais on ne peut pas le remettre comme au début».

Les corps tels que le verre sont éliminés. On élabore une première définition :

**Un objet est malléable
si on peut changer sa forme sans le casser.**

2. Corps élastiques - corps malléables

On propose aux enfants d'observer les objets ou matériaux qui ne se comportent pas comme la pâte à modeler.

Les enfants établissent une comparaison :

- La pâte à modeler «garde la même forme» (la forme qu'on lui a donnée) lorsque l'on lâche.

- Le ressort et la mousse n'ont pas le même comportement : «le ressort change de forme sans rester».

Après expérimentation concernant ce changement de forme, les enfants éliminent les objets élastiques.

Ils justifient leur choix :

- le ballon : «il redevient rond quand on le relâche»,

- l'élastique : «il garde la même forme quand on le relâche»,

- la mousse : «elle revient quand on la lâche»,

- le ressort : «il change de forme et ça revient»,

et, par opposition, ils décrivent le comportement de la pâte à sel :

- «ça change de forme, ça garde sa nouvelle forme quand on s'arrête».

On élabore une nouvelle définition :

**Un objet est malléable
si on peut changer sa forme
et s'il garde la forme qu'on lui a donnée
lorsqu'on le lâche.**

Remarque

Cette définition n'est pas suffisamment restrictive car on peut caractériser de la même manière les objets cassants.

3. Corps malléables - corps cassants

On observe à nouveau les objets suivants :

Pâte à sel ; pâte à modeler ; trombone ; fil de cuivre ; feuille aluminium ; plaque de verre ; craie.

Remarque

La malléabilité permet une transformation qui assure une évolution continue de la forme des objets. Cette transformation est réversible.

Les enfants entrevoient ces deux aspects de transformation continue et de réversibilité. Ils l'expriment en disant :

- «la pâte à modeler peut changer plusieurs fois de forme»,
- «elle peut reprendre sa place»,
- «elle peut changer sa forme sans se casser».

La comparaison des comportements de la craie et de la pâte à modeler permet de préciser les critères de malléabilité et d'élaborer une nouvelle définition :

Un objet est malléable si :

- on peut changer sa forme sans le casser,
- il garde la forme qu'on lui a donnée,
- il peut reprendre la forme qu'il avait avant.

Cette définition est conservée et écrite au tableau.

Remarque

La schématisation d'un boudin de pâte à modeler ou de pâte à sel en cours de transformation permet de visualiser et d'exprimer ces différentes conditions.

B - ACTIVITES DE SCHEMATISATION**1. Vue de dessus**

Les enfants ont entre les mains un boudin de pâte à modeler gros comme une quenelle et un rouleau constitué par un tube.

Ce boudin est écrasé et reconstitué à plusieurs reprises ; les enfants ont ainsi la possibilité d'utiliser les propriétés que possèdent les objets malléables :

- «ils peuvent changer plusieurs fois de forme»,
- «ils peuvent reprendre leur forme initiale»,
- «ils peuvent prendre des formes variées».

La description des formes obtenues renforce la prise de conscience de ce dernier aspect :

- «j'ai fait une semelle de chaussure»,
- «ça devient plus petit ... ça s'élargit»,
- «c'est plus long et c'est plus large»,
- «ça va dépasser la feuille».

La maîtresse propose de poursuivre ces observations :

«On va dessiner ce que fait le rouleau lorsqu'il passe sur la pâte à modeler».

Cette activité est reçue comme «évidente» par les élèves.

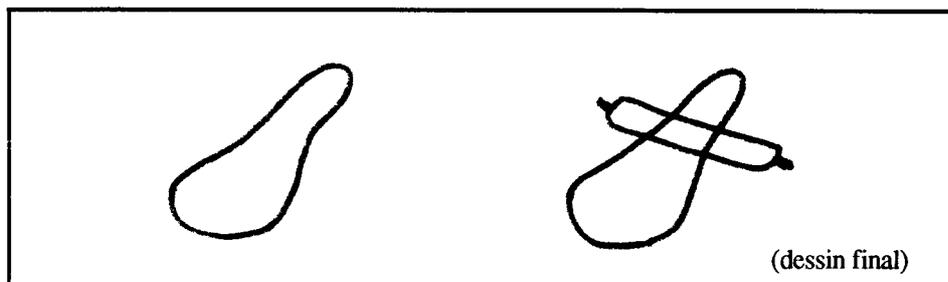
Pour les aider, on leur propose de reconstituer le boudin et d'en écraser une partie. Trop absorbés par leur tâche, certains l'écrasent complètement une première fois.

Les élèves sont invités à représenter la situation expérimentale sous un point de vue familier dans les classes : le boudin est écrasé sur la table et on le voit «de dessus».

Remarque

Six des sept élèves observés réalisent le dessin en deux étapes :

- dessin de la pâte à modeler,
- puis dessin du rouleau.



2. Vue de profil

Commentaire

Ces activités sur la malléabilité ont deux objectifs :

- identifier les propriétés mécaniques des matériaux,
- permettre de prendre conscience de la conservation de la matière.

Les élèves perçoivent cette conservation lorsqu'ils ont l'occasion d'utiliser l'un des trois critères définis par Piaget :

- la compensation,
- la réversabilité simple, c'est-à-dire la possibilité de revenir à l'état initial,
- l'absence de gain et de perte.

Or deux de ces aspects peuvent être exprimés à l'aide d'un schéma.

Utilité du schéma

L'élaboration de schémas permet de mémoriser ces caractéristiques, de les analyser, de les utiliser. Le schéma est ici un intermédiaire entre l'expression du concept et l'observation de celui-ci «in situ».

Les types de schémas

Pour insister sur la compensation, il est intéressant de disposer de deux vues de la pâte à modeler afin de les mettre en relation :

- *une vue de dessus,*
- *une vue de face ou «de profil».*

D'un point de vue dynamique, enfin, il ne peut y avoir écrasement de la pâte à modeler que si celle-ci est soumise à deux forces antagonistes :

- *l'une est développée par le rouleau,*
- *l'autre par la table.*

La représentation du plan de la table permet de rendre compte visuellement du siège de cette deuxième force.

Les réalisations des enfants

Les élèves, en cours d'action, voient le boudin «de dessus». C'est vue sous cet angle qu'ils ont représenté la transformation du boudin. La réalisation d'un schéma de profil, quant à elle, leur est plus difficile.

Pour les aider à produire une vue de profil, il nous est apparu important de faire observer l'écrasement du boudin réalisé par la maîtresse sur le bureau : le dispositif est placé à hauteur de leurs yeux. On leur demande alors de dessiner ce qu'ils voient, «de profil».

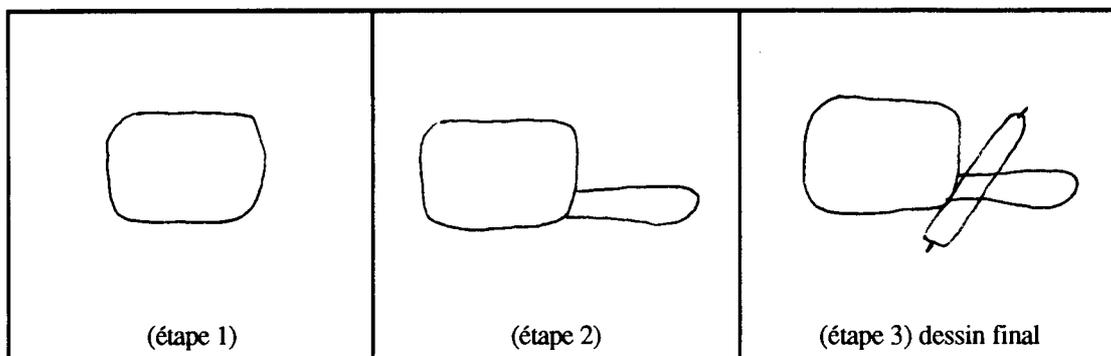
Ceci étant,

- certains reproduisent la vue de dessus antérieure,
- certains ne représentent, «vue de profil», que la pâte à modeler ou le rouleau.

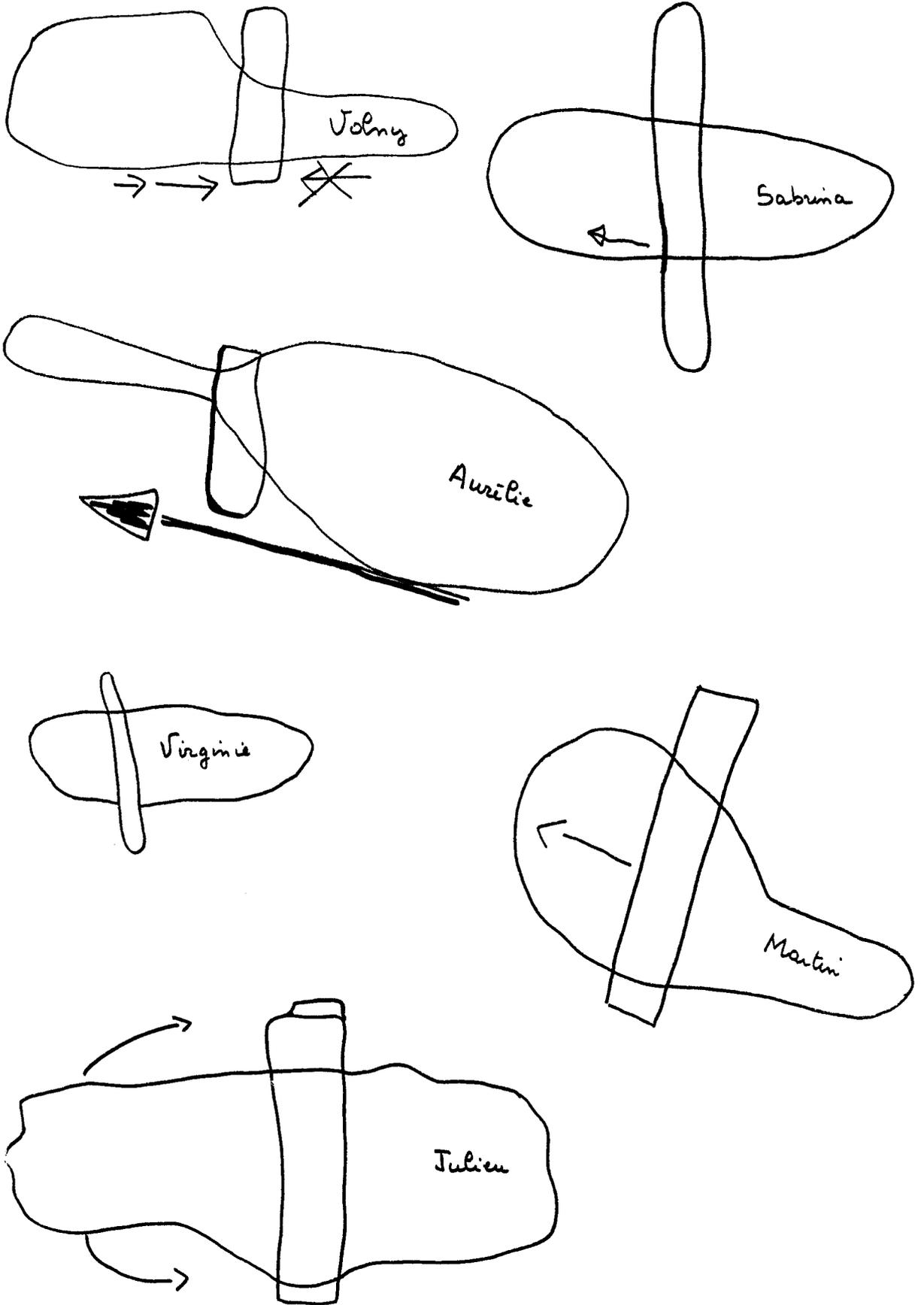
Toutefois dix élèves réalisent une vue de profil complète.

Cette réalisation demande beaucoup d'attention. On peut voir sur les feuilles de une à cinq tentatives. Les représentations sont finalement obtenues en plusieurs étapes.

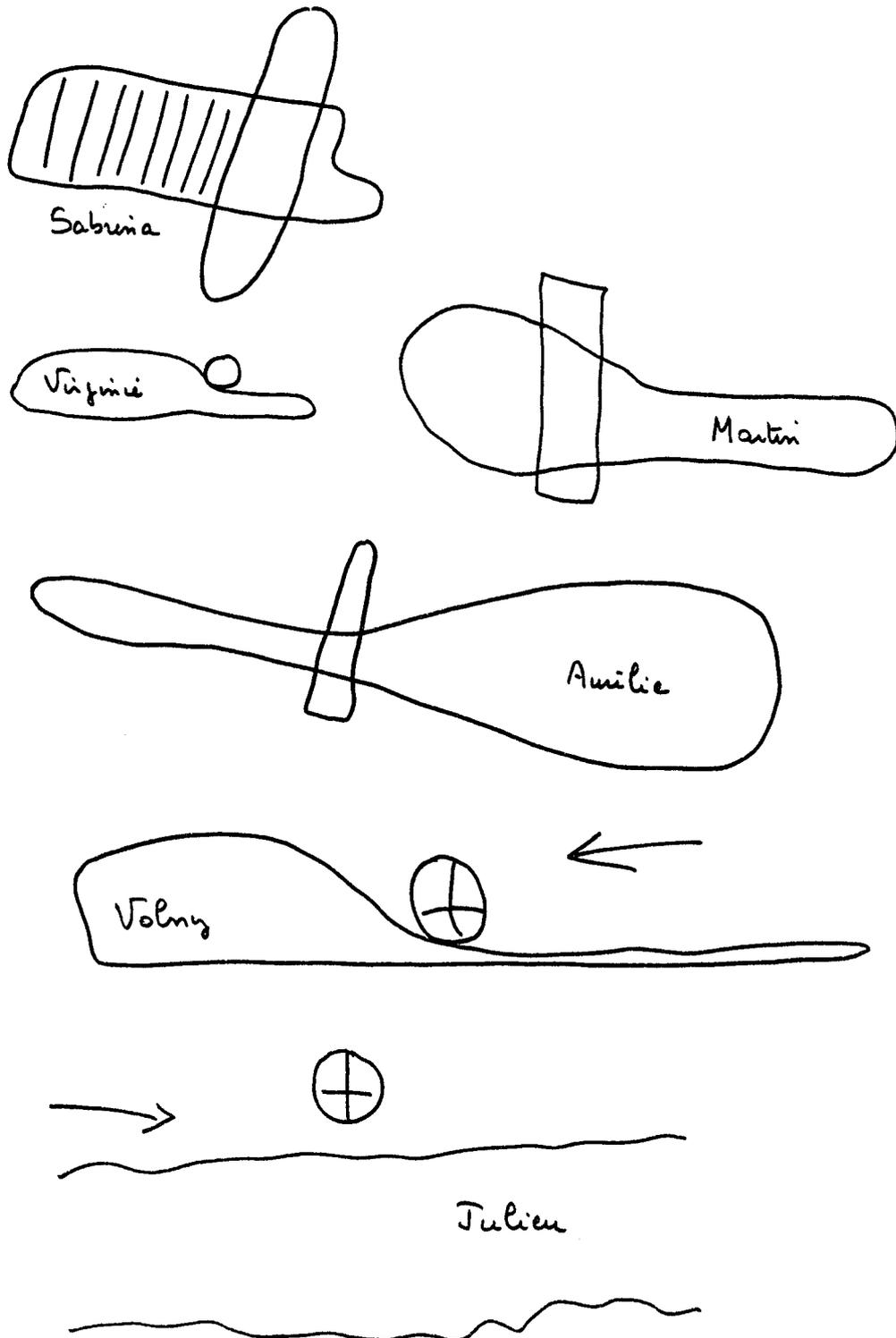
En voici un exemple :



Exemple de réalisation par étapes d'une représentation



Quelques représentations vues de dessus



Quelques représentations vues de profil

BILAN DES REPRESENTATIONS										
«vue de face»						«vue de profil»				
Elèves	Présence de la flèche	Pâte en 2 parties avant/après	Présence du rouleau	Position relative du rouleau	Même dessin qu'en vue de dessus	Plusieurs essais	Vue de profil de la pâte à modeler	Vue de profil du rouleau	Pâte à modeler en 2 parties	
A	1	1	1	1	1	0	x	x	x	
B	1	0	1	0	0	0	1	1	0	
C	1	0	1	0	0	0	1	1	1	
D	1	0	1	0	0	0	1	0	1	
E	1	0	1	0	0	0	1	1	1	
F	1	0	1	0	0	0	1	1	1	
G	0	1	1	1	0	0	1	1	1	
H	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
J	x	0	1	x	1	0	x	0	x	
K	1	1	1	1	0	0	1	0	1	
L	0	1	1	0	0	0	0	1	0	
M	0	1	1	0	0	0	0	1	0	
N	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
O	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
P	0	1	1	1	1	1	x	x	x	
Q	1	1	1	1	1	1	x	x	x	
R	1	0	1	0	0	0	1	0	0	
S	1	0	1	0	0	0	1	1	1	
T	0	1	1	1	1	0	1	1	0	

Légende : 1 : oui, 0 : non, x : on ne peut interpréter le graphisme.

Remarques

1. Huit enfants ont exprimé la position relative du rouleau dans un premier dessin (vue de dessus), dix dans un deuxième dessin (le rouleau est représenté à la jonction des deux parties de la pâte à modeler).

- Quatre l'ont exprimé en «vue de dessus» et en «vue de profil». Quatorze enfants sur vingt ont donc exprimé la position relative du rouleau. On peut en conclure que l'aspect redondant de l'activité permet à plus d'enfants d'exprimer cette position du rouleau.

2. Aucun enfant n'a représenté la table. Or il ne peut y avoir «écrasement» qu'entre des systèmes engendrant des forces antagonistes.

3. Sur leurs dessins, de nombreux enfants placent une flèche indiquant le sens du développement de l'action dans le temps. Or, si les dessins proposés pour ces deux vues sont de même type, il est à remarquer que seule la flèche permet de représenter la position de la partie écrasée et donc de l'état final (ou encore, l'avant ou l'après). En effet, l'épaisseur du boudin et son étalement sur la table sont représentés de la même manière dans les vues, mais les grandeurs associées (longueur et surface) varient en sens inverse, l'une décroît lorsque l'autre croît.

4ème séance - ANALYSE DES REPRESENTATIONS DE L'ECRASEMENT D'UN BOUDIN DE PATE A MODELER

Objectif

Analyser des dessins en dégagant des critères qui rendent compte de l'écrasement du boudin.

Matériel

- Pâte à modeler, rouleau.
- Fiches représentant des vues de dessus et de profil réalisées par les élèves : 7 dessins ont été retenus (fiches 1 et 2 reproduites ci-après).
- Grande affiche.

1. Rappels

Une brève discussion permet de remettre en mémoire la séance précédente :

- «on avait de la pâte à modeler»,
- «on l'a écrasée»,
- «on l'a dessinée vue de dessus»,
- «on l'a dessinée vue de profil»,
- «pour voir les expériences, on l'avait mise sur la table».

Que va-t-on faire des dessins ?

- «on va les colorier»,
- «on va les échanger»,

- «on va regarder s'ils sont pareils».

Pour se remémorer les activités antérieures, chacun peut à nouveau manipuler un boudin de pâte à modeler, l'écraser.

La maîtresse demande aux élèves de n'écraser qu'une partie du boudin, puis elle leur fait décrire ce qu'ils observent :

- «d'un côté c'est plat, de l'autre c'est encore le boudin»,
- «d'un côté c'est aplati, de l'autre ça fait une montagne»,
- «le côté aplati c'est là où le crayon est déjà passé»,
- «le côté arrondi, c'est là où le crayon n'est pas encore passé».

Les élèves décrivent de manière variée la transformation que vient de subir la pâte à modeler.

2. Analyse individuelle des dessins : vue de dessus

Matériel

Chaque élève reçoit une fiche 1. Cette fiche 1 comporte la reproduction d'une sélection de trois productions.

Consigne

«Regardez de près les dessins, indiquez ce qui manque».

Les élèves commencent par observer le dessin 1.

Celui-ci donne satisfaction à la majorité, toutefois neuf élèves signalent que la flèche qui indique la progression du rouleau a été oubliée.

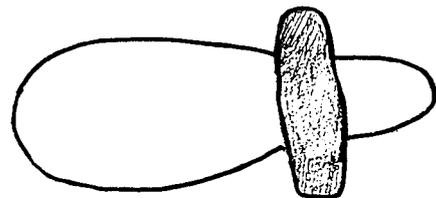
Un élève trouve que la partie aplatie est trop large, un autre que le rouleau ne s'est pas arrêté au milieu.

Plus généralement, pour chaque dessin, une moitié environ des élèves identifient le critère que l'on voulait qu'ils expriment, critère que nous allons expliciter dans le compte rendu ci-après de l'analyse collective.

3. Analyse collective

Analyse du dessin 1

Ce dessin très agrandi est affiché au tableau. Pour les élèves, l'ajout de la flèche est important «pour dire que le rouleau va de gauche à droite».



«Quand passe le crayon, ça s'élargit, ça s'étend, ça s'aplatit».

«Le rouleau progresse de la gauche vers la droite».

La maîtresse demande aux élèves d'orienter leur morceau de pâte à modeler «comme» celui qui est présenté sur la feuille polycopiée.

Ainsi se met en place un premier critère d'analyse des dessins : la flèche indique le mouvement ou le sens de progression du rouleau.

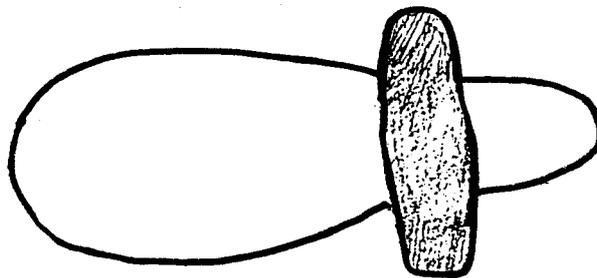
On écrit sur l'affiche ce qui est important.

Ce qui est important :
La flèche indique le sens du rouleau.

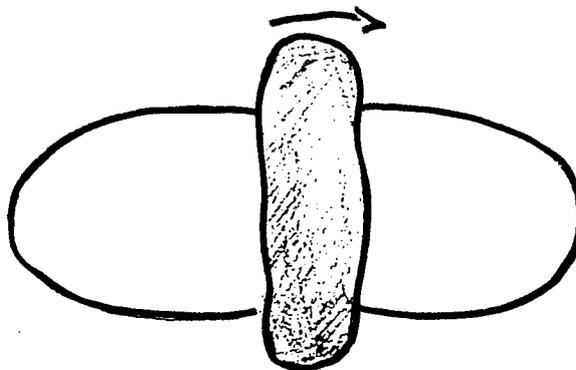
FICHE 1

Vues de dessus

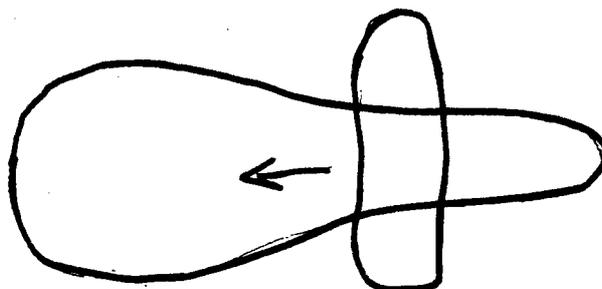
dessin 1



dessin 2



dessin 3



Analyse du dessin 2

Les remarques fusent :

«Là, à gauche, c'est gros, ça devrait être petit».

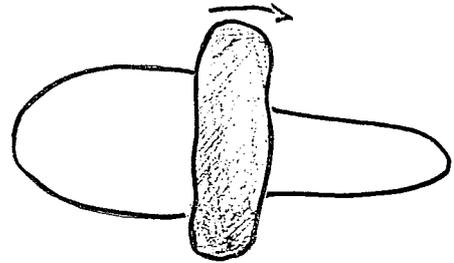
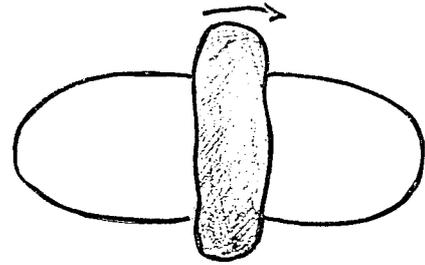
«Il est aplati des deux côtés».

«Il a tout aplati et il a mis le rouleau au milieu».

«Le crayon n'est pas encore passé».

On demande de corriger le dessin.

«A gauche, c'est aplati, à droite c'est encore le boudin».



Un deuxième critère apparaît : «Un côté est aplati, l'autre ne l'est pas». On complète l'affiche.

Ce qui est important :
La flèche indique le sens du rouleau.
Un côté est aplati et l'autre ne l'est pas.

Analyse du dessin 3

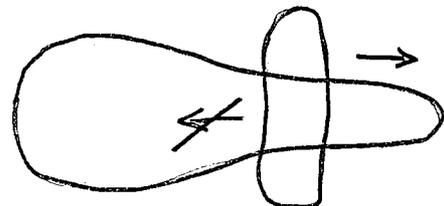
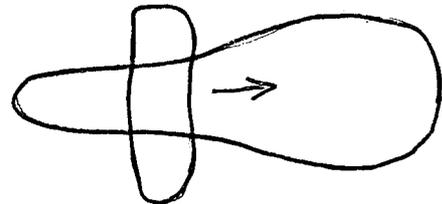
Ce troisième dessin, très agrandi, est affiché au tableau.

Un premier commentaire :

«Il est correct, mais je n'avais pas vu la flèche» (le sens de la flèche).

Les enfants ne sont pas d'accord entre eux. Il faut mimer l'action individuellement et collectivement. On corrige le dessin et on s'aide des remarques précédentes pour contrôler le dessin corrigé.

A défaut de propositions d'élèves susceptibles de fournir un troisième critère, la maîtresse pose la question : «Peut-on voir la pâte à modeler qui se trouve sous le rouleau ?».



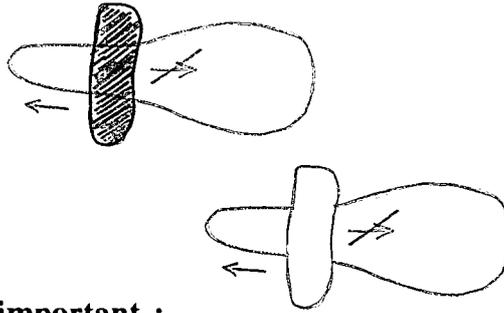
La question leur semble évidente puisque le rouleau n'est pas transparent. Pour rectifier le dessin, les enfants font deux propositions :

- griser le rouleau ;
- effacer ce qui n'est pas visible.

Ainsi peut-on dégager un troisième critère : le rouleau est posé sur la pâte à modeler.

On complète l'affiche :

Ce qui est important :
La flèche indique le sens du rouleau.
Un côté est aplati et l'autre ne l'est pas.
Le rouleau est posé sur la pâte à modeler.



Un peu de vocabulaire

- Comment parler de la pâte à modeler avant que le rouleau ne passe dessus ?

On donne la réponse :

état initial - l'initiale «c'est le début de vos noms».

- Comment appeler l'état de la pâte après le passage du rouleau ?

état final - c'est de la famille de «fin».

- Et entre les deux ?

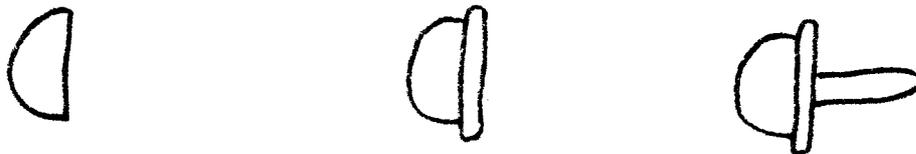
«On agit». C'est **l'action**.

D'autres dessins sont étudiés, ce qui permet de faire intervenir les critères et la terminologie introduite.

4. Réalisation de dessins personnels du type «vue de dessus»

La maîtresse enlève tout ce qui est affiché au tableau. Elle demande à chaque élève de réaliser à nouveau un dessin avec une vue de dessus. Beaucoup d'enfants veulent décrire de manière précise le phénomène en tenant compte des remarques.

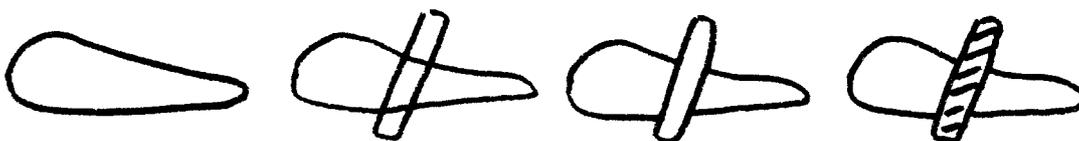
Ce qui donne la réalisation en trois étapes (qui conduit au dessin final) :



(dessin final)

D'autres sont sensibles à la «continuité» du morceau de pâte à modeler.

Ce qui donne par exemple la réalisation du dessin en quatre étapes :



(1ère étape)

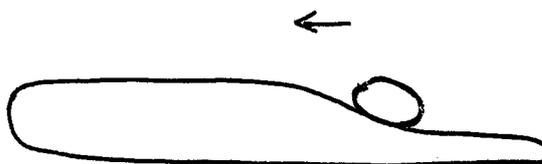
(2ème étape)

(3ème étape)

(4ème étape)

5. Etude des dessins de la fiche 2 : vue de profil

A propos du dessin 4, les enfants remarquent : «il a oublié le tube du crayon». On se met alors d'accord sur une convention de représentation : «pour la vue de profil on ne dessine qu'un cercle pour le rouleau». Le dessin 3 est alors modifié selon cette convention : on hachure les traits «inutiles».



La comparaison des dessins n'ayant pas mis en évidence la table (dure) sur laquelle repose la pâte à modeler, la maîtresse propose que l'on retourne le dessin n° 3 : «a-t-il encore une signification ?».



(dessin 3 modifié à l'envers)

- «Le crayon va tomber». «On le fait à l'endroit et après on retourne».

On réalise la manipulation suggérée : le crayon repose sur la table, le boudin lui aussi, en partie.

- «Peut-on encore écraser la pâte à modeler ?».

Un enfant essaie. On constate :

- «le crayon passe sous la pâte à modeler mais ne la déforme pas».

En conclusion

- «Il faut la mettre sur le bureau». «Il faut que ça soit dur dessous».

Ceci permet de dégager le quatrième critère : la pâte à modeler doit reposer sur un objet dur.

Ce qui est important :

La flèche indique le sens du rouleau.

Un côté est aplati et l'autre ne l'est pas.

Le rouleau est posé sur la pâte à modeler.

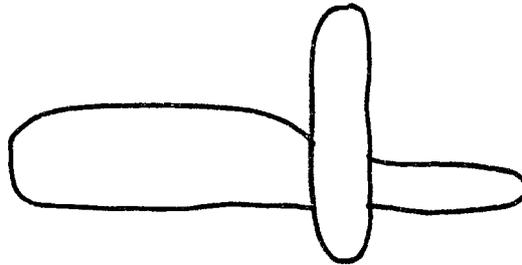
La pâte à modeler doit reposer sur un objet dur.

L'étude des dessins 1 et 2 permet d'utiliser l'ensemble des critères découverts auparavant. La discussion est très ouverte : ces dessins sont-ils des vues de dessus ou de profil. Selon le point de vue **adopté**, quelles modifications ou quels compléments apporter ?

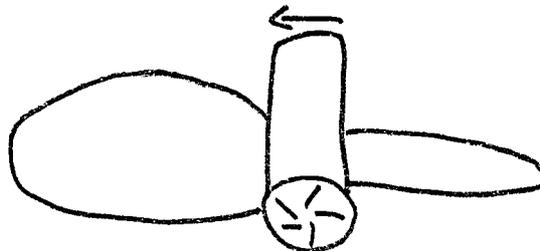
L'étude du dessin 4 amène à envisager la «continuité» dans la représentation de la pâte à modeler.

FICHE 2 : vues de profil

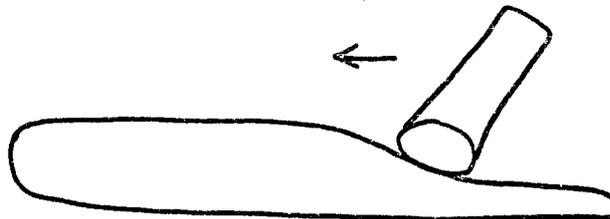
Dessin 1



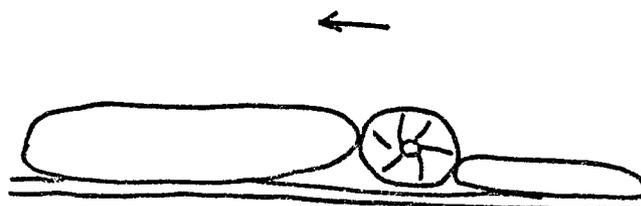
Dessin 2



Dessin 3



Dessin 4



Durant cette séance, la reprise collective du travail individuel mené en séance 3 a permis de préciser les observations et d'expliciter des choix pour les représentations de données. En particulier, l'observation a été affinée par la définition de différents critères et de leur mise en fonctionnement sur les différents dessins.

Remarquons que ces critères sont ceux que le maître utilise pour la conduite de la séance, quand il effectue le choix des dessins proposés à la critique des élèves.

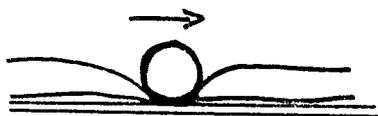
Faisons le point

Le matériel varié proposé aux élèves a permis de dégager une caractérisation des matériaux malléables, tels la pâte à modeler.

La transformation de la pâte à modeler par écrasement a été identifiée et décrite, d'abord verbalement, puis à l'aide de deux schémas, en vue de dessus et en vue de profil.

Deux prolongements de ces activités semblent alors possibles :

1. A l'aide du même type de schéma, décrire d'autres transformations mécaniques : l'élasticité et la dureté ce qui conduirait à deux types de schémas en vue de profil :



Chambre à air écrasée par le rouleau



Plaque de bois écrasée par ce même rouleau

2. Etudier la loi de conservation associée à la transformation de la pâte à modeler.

Dans l'étude menée jusqu'ici, une analyse causale a été effectuée :

- la progression du rouleau est la cause de cette transformation,
- l'écrasement en est l'effet,
- la flèche représente l'évolution du phénomène,
- l'élargissement représenté sur les dessins «vue de dessus» et l'écrasement représenté sur le dessin «vue de profil» décrivent spatialement la transformation.

Cependant les deux paramètres, épaisseur et surface, ne sont pas indépendants : la conservation de la matière implique ici la conservation du volume.

Première remarque

Les enfants qui ont manipulé le matériau décrivent avec précision les transformations qu'il a subies.

Sont-ils mieux armés pour identifier la loi de conservation et pour développer une argumentation propre à la justifier ?

C'est ce que nous vérifierons ultérieurement.

Deuxième remarque

Cette description du phénomène peut être effectuée par des élèves du CE₁, du CP et même par la Grande Section de l'Ecole Maternelle.

Toutefois, on s'aperçoit que le tiers de CE₁ ont des difficultés à représenter le rouleau de profil.

Ainsi, ces enfants ne peuvent exprimer, à l'aide d'un schéma, la conservation de la pâte à modeler. Ils seront handicapés pour prévoir ce qui va se passer dans des situations nouvelles non encore expérimentées.

Pour les aider, on leur fait manipuler les vues de profil et de dessus de divers objets en utilisant deux jeux* conçus à cet effet.

Soulignons que ces jeux font intervenir implicitement des projections orthogonales. Il est donc nécessaire de mener un travail de mise en relation des dessins d'objets utilisés dans ces jeux avec des dessins rendant compte de l'observation de ces mêmes objets vus d'un point de vue particulier.

5ème séance - MALLEABILITE DE LA PATE A MODELER ET CONSERVATION

Objectif

- Mettre en œuvre la conservation de la matière et argumenter des critères de conservation à propos de leur expression par des schémas.

Matériel

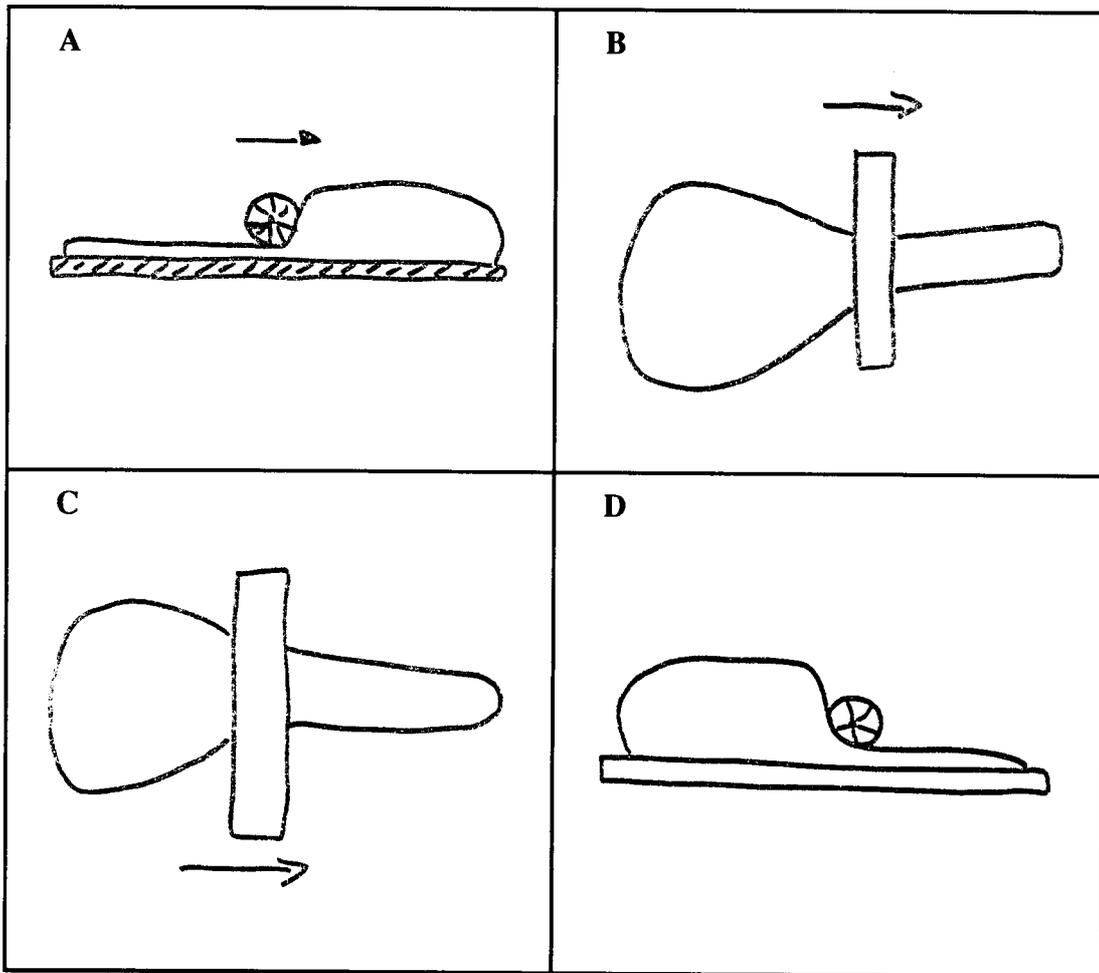
Une fiche par élève (fiche 3 ci-après)

Déroulement

- **Mise en place de la consigne**

Chaque élève reçoit la fiche 3.

* Article de D. Lacroix «Boîtes à trous et jeux de formes» dans Grand N, n° 50.



Fiche 3

Les enfants envisagent des pistes de travail :

- «On va marquer la vue de profil et la vue de dessus».
- «On va corriger».

1. La première piste est reprise : «retrouver les vues de dessus».

Tous les élèves, sauf deux, identifient les vues de dessus.

2. Pour sélectionner ensuite deux vues complémentaires décrivant la transformation d'un morceau de pâte à modeler, on propose aux élèves

- de choisir une vue de dessus et une vue de profil qui décrivent l'écrasement et l'élargissement du même morceau de pâte à modeler ;
- de les découper puis de les coller l'une au-dessus de l'autre.

«Vous faites en sorte de représenter ce que l'on verrait en même temps en regardant par-dessus et de profil et vous expliquez votre choix».

Les enfants se mettent au travail.

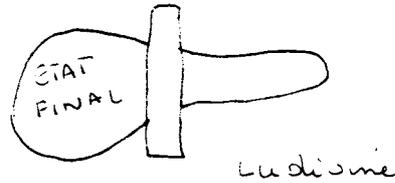
• **Une difficulté : identifier l'état initial et l'état final**

Un enfant propose d'identifier sur les dessins l'état initial et l'état final. Pour certains, ces termes n'ont pas la signification qu'on leur a donnée.

Nous reprenons cette proposition.

A la question : «Où est l'état initial ?», Antoine montre le côté écrasé et affirme : «c'est là où le rouleau est déjà passé».

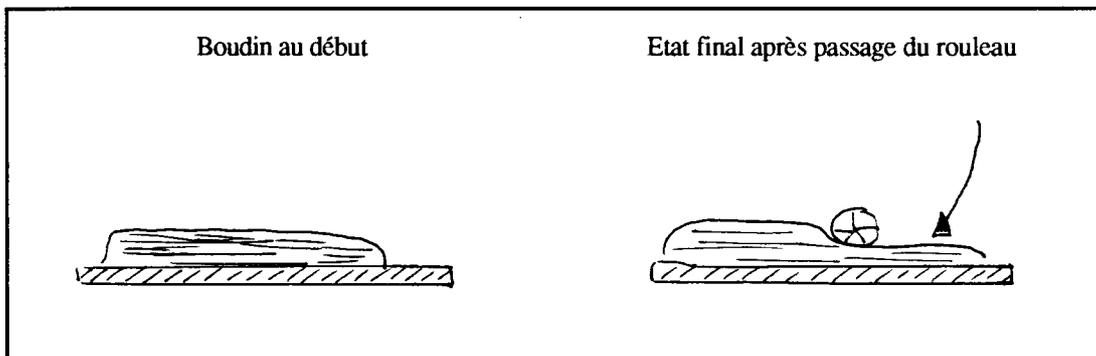
Pour Ludivine, l'état final c'est lorsque c'est fini.



Pour Alexandre : «l'état final, c'est l'état où c'est encore gros, c'est ce que l'on a pas encore fait, c'est ce que l'on va faire».

Une clarification de ces notions d'état initial et d'état final s'impose.

On dessine le boudin avant la transformation puis après transformation partielle.



• Association de schémas décrivant une transformation du boudin : analyse des résultats (20 élèves)

Les élèves ont utilisé les quatre critères suivants pour mettre en relation les schémas vues de dessus et vues de profil. Remarquons que les critères 1 et 2 caractérisant la transformation sont utilisés par la plupart des élèves.

1. La position des états (initial et final).

Laure : «J'ai voulu représenter l'un sous l'autre les deux états «finals» (finaux) et «initials» (initiaux)».

Ou, exprimé de façon différente :

Anne : «Les états (de même nom) sont au même endroit».

Ce critère est évoqué par 8 enfants.

2. Le sens de progression du rouleau.

Aurélie : «Le rouleau est dans le même sens».

Volny : «Les flèches sont dans le même sens».

Ce critère est évoqué par 9 élèves.

3. Les longueurs d'un même morceau de pâte à modeler dans la vue de face et la vue de profil sont identiques.

Ce critère est évoqué par 5 élèves.

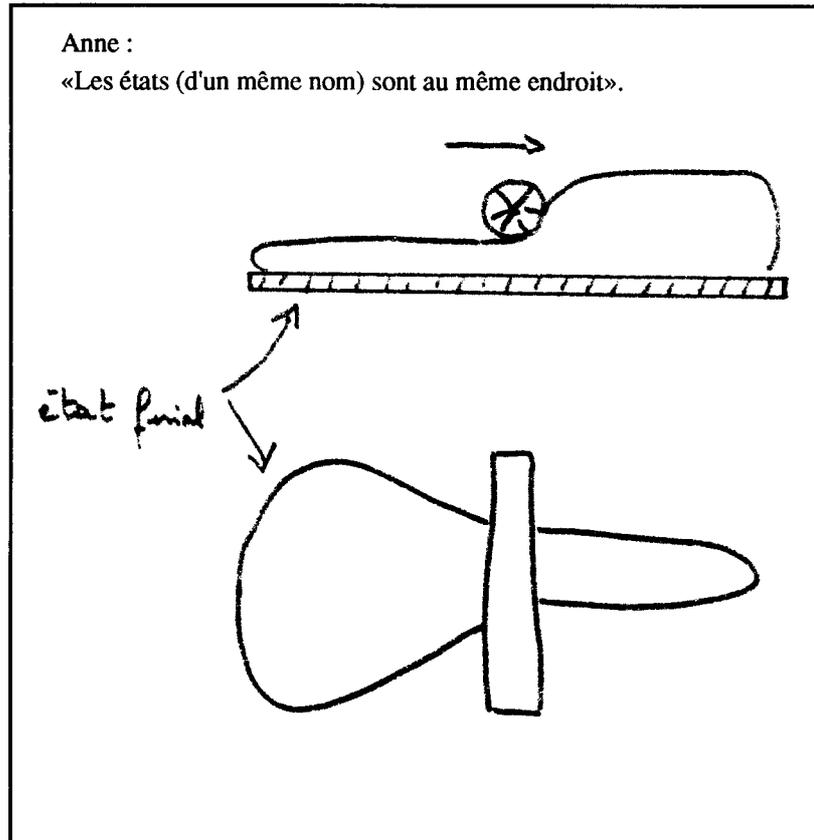
4. Les autres paramètres géométriques.

Volny : «Le rouleau s'est arrêté au même endroit».

Ce critère est évoqué deux fois.

Exemples d'explications écrites**Anne :**

- Parce qu'ils vont dans le même sens.
- Les états sont au même endroit.
- C'est devenu mince et large.

**Volny :**

- Les flèches sont dans le même sens.
- Elles sont de même taille.
- Les rouleaux sont arrêtés au même endroit.
- Les états sont au même endroit.
- Sur un schéma la pâte à modeler est large et sur l'autre schéma la pâte à modeler est aplati.

Certains élèves ont utilisé ces quatre critères pour ordonner les dessins et justifier leur choix (comme Volny). Un seul élève n'en n'a évoqué aucun (Sophie).

Sophie :

- Les boudins sont tous les deux petits.

La maîtresse organise un bilan collectif. Cela permet d'exprimer et de faire la liste des quatre critères qui se rattachent aux critères établis au cours de la séance précédente. Ces critères servent alors à contrôler la validité des mises en correspondance.

• Perception de la conservation

Cet exercice permet de plus d'évoquer la conservation des quantités et de faire argumenter les élèves à son propos.

On pose aux enfants la question suivante :

«Y a-t-il plus, autant ou moins de pâte à modeler après qu'avant ?».

L'un répond : «Il y en a plus car c'est plus large».

Mais dix sept enfants pensent qu'il y en a autant après qu'avant.

«Il y en a autant, affirme l'un deux, elle est plus large, mais elle est moins haute».

Arguments utilisés

- «Son élargissement compense son écrasement» (Piaget appelle cet argument, compensation).

«S'il y en avait plus, on en aurait rajouté».

«Donc, il y en a autant, on n'en a pas enlevé»....

- Il y a absence de perte ou de gain.

«On n'en a pas retranché».

«On n'en a pas rajouté».

- On voit apparaître un autre argument que ceux définis par Piaget. Cet argument, utilisé aussi souvent que les précédents, marque pour les élèves une opposition entre leur description du phénomène et l'interprétation qu'ils en font : «Il y a autant de pâte à modeler quand on a aplati».

On leur demande d'écrire comment cela se traduit sur les dessins.

La question est difficile ; dix enfants donnent une réponse qui reprend l'un ou l'autre ou l'un et l'autre des arguments cités ci-dessus :

Pour Ludivine : «Il y en a autant parce que le rouleau n'en a pas enlevé ni remis».

Pour Laure : «L'état final est plus mince mais c'est plus élargi, donc il y en a autant».

Pour Anthony : «Dans la vue de profil, c'est mince ; dans la vue de dessus, c'est large».

Cinq enfants, qui ne l'ont pas exprimée par écrit, donne oralement la même argumentation. Celle-ci est alors exprimée avec encore plus de netteté.

Voici ce que disent ces cinq enfants :

- «Le rouleau ne rajoute rien».
- «Sur la vue de profil, ça s'est plus aplati, mais sur la vue de face, ça s'est plus élargi».
- «Si on avait appuyé plus, ça se serait plus aplati et plus élargi».
- «Si on avait appuyé moins, ça se serait moins écrasé et moins élargi».
- «Ça serait moins large et plus épais».

Et Julien d'affirmer :

- «On ne peut pas dire que parce que c'est moins épais, il y en a moins, car ça s'est plus élargi».

On remarque une grande variété dans l'expression du critère de compensation. Les remarques sont pertinentes et complémentaires. Elles s'enchaînent logiquement.

Aucun désaccord n'apparaît au cours de cette discussion : chaque enfant semble exprimer un point de vue différent mais perçu par tout le groupe.

Pour seize enfants au moins, l'épaisseur et la surface apparaissent comme deux paramètres liés qui varient en sens inverse : «si l'un croît, l'autre décroît». Cette liaison est souvent soulignée par l'emploi d'une conjonction de coordination : mais / et.

Enfin, des enfants sont capables d'anticiper, ils évoquent des situations hypothétiques, non encore réalisées mais réalisables : «Si on avait appuyé plus, ça se serait plus aplati et plus élargi». (C'est un type d'argument évoqué par Piaget dans la réversibilité simple : le retour hypothétique à l'état initial).

Les élèves évoquent et raisonnent sur des situations hypothétiques. Ils n'éprouvent pas le besoin de les réaliser.

En guise de conclusion, nous pouvons avancer que la conservation des quantités semble acquise pour une quinzaine d'enfants (ce qui pourra être vérifié ultérieurement). Les activités précédentes ont permis aux élèves d'exprimer des arguments justifiant la conservation avec beaucoup de précision.

Remarquons enfin que les arguments produits, qu'ils fassent référence à une situation hypothétique ou à une situation déjà expérimentée, mettent toujours en relation la conservation et une relation spatiale.

ANNEXE 1

Les exercices qui suivent ont été proposés en évaluation. De fait, ces exercices peuvent servir de support pour une reprise et un renforcement des acquis.

Déroulement

Les exercices sont proposés après que les critères définis antérieurement aient été rappelés. Les critères appelés «remarques» figurent sur l'affiche réalisée en séance 4. Ils sont résumés au tableau et ce résumé fait l'objet d'une lecture commentée :

1. Sens du rouleau.
2. On doit voir le côté aplati et on doit voir le côté non aplati.
3. Le rouleau n'est pas transparent et le rouleau est au-dessus.
4. Etat initial, action, état final.
5. Le support.

Les feuilles d'exercices présentées successivement aux élèves sont commentées : «que signifie corriger ?», «que signifie compléter ?», «pourquoi avoir noté sur la feuille «remarques 1, 2, 3, 4, 5» ?».

On précise : «chaque fois que vous utilisez une de ces remarques pour compléter un schéma, vous entourez le numéro de cette remarque»Oïï.

Exercice 1 : SCHEMAS A CORRIGER

Schéma A

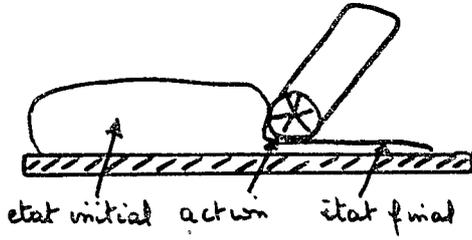


Schéma B

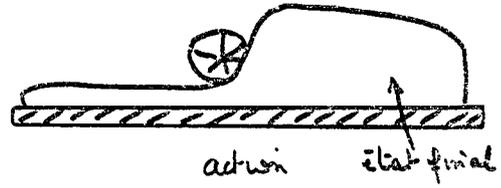


Schéma C

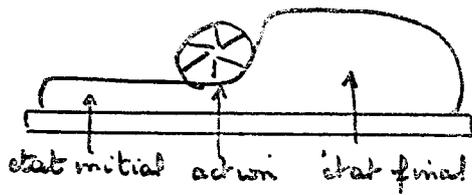
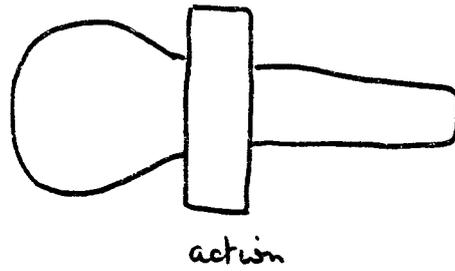
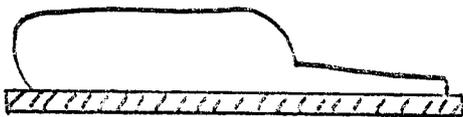


Schéma D



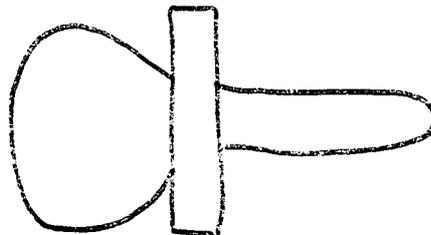
Exercice 2 : SCHEMAS A COMPLETER

Schéma E



Remarques 1, 2, 3, 4, 5

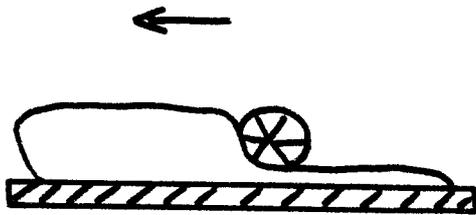
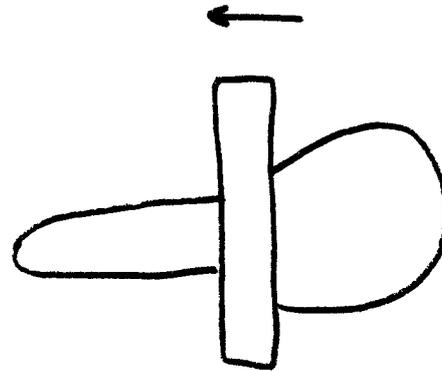
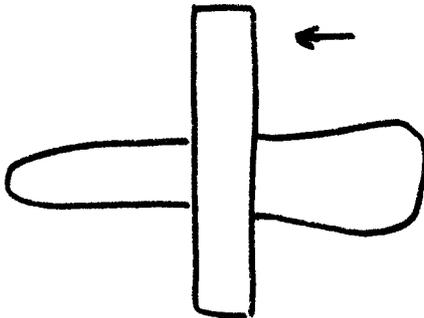
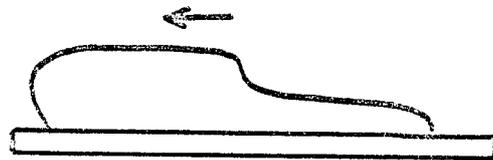
Schéma F



Remarques 1, 2, 3, 4, 5

Exercice 3 : SCHEMAS A REGLER

L'expérience a été faite deux fois à partir de deux boudins identiques :
 dans un premier temps Daniel a appuyé fortement, dans un second temps il a appuyé légèrement.
 Relie les schémas qui correspondent à l'action sur un même rouleau

Schéma G**Schéma H****Schéma I****Schéma J**

Explique ce que tu as fait et pourquoi :

ANNEXE 2

2ème séance - MATERIAUX QUI BRULENT - MATERIAUX QUI NE BRULENT PAS

Le plan de la séance est écrit au tableau :

1. Lecture du tableau des «propriétés des matériaux»
 2. Recherche :
 Brûlera ? Brûlera pas ?
 Nous émettons des hypothèses.
 Nous vérifions les hypothèses.

1. Lecture d'un tableau des propriétés des matériaux

Le tableau suivant est affiché :

ce qui est liquide	ce qui est transparent	ce qui est attiré par l'aimant	ce qui est élastique	ce qui est mou, qui peut changer de forme
eau alcool à brûler	verre plexiglass eau alcool	clou trombone	ressort élastique trombone	pâte à modeler papier alu

Les enfants se rendent compte que certaines propriétés citées lors de la séance précédente n'ont pas été reportées :

«Il manque ce qui brûle».

2. Les corps combustibles**• Mise en œuvre d'une démarche expérimentale**

Les activités se déroulent en quatre temps à l'aide la fiche reproduite ci-après :

- Lecture et compréhension de la consigne.
- Emission d'hypothèses.
- Expérimentation.
- Transcription des résultats de l'expérimentation.

Déroulement

(1) Les élèves prennent connaissance individuellement et silencieusement du point 2 du plan de la séance écrit au tableau. Ils demandent des éclaircissements : «Que veut dire hypothèse ?».

Voici leurs définitions :

«Ça veut dire si ce que l'on dit va marcher».

«On émet une hypothèse lorsqu'on affirme : sûrement le bois va brûler».

«Je fais une hypothèse lorsque je pense quelque chose mais je n'en suis pas sûr ou je crois que ça va marcher».

C'est cette dernière définition que l'on va retenir.

(2) Pour remplir la première colonne de la fiche (émission d'hypothèses), la maîtresse incite les élèves à donner leur propre avis :

«Chacun a le droit d'avoir des idées»...

«Lorsque vous avez une idée, vous complétez»...

(3) et (4) Lorsque la première colonne est remplie, une question se pose :

«Quand va-t-on compléter la deuxième colonne ?».

«Lorsqu'on aura fait l'expérience»...

Les enfants conduisent leurs expérimentations et reportent les résultats expérimentaux dans la deuxième colonne.

N.B. Au cours de cette activité, les consignes de sécurité sont rappelées.

• Mise en commun des résultats et discussion

Pour le bâtonnet, le clou, la plaque de bois, les enfants sont d'accord.

Toutefois on expérimente, ce qui permet de préciser le comportement des objets placés dans une flamme : «Le bâtonnet brûle car il y a une flamme».

Le clou ne brûle pas, mais les élèves pensent qu'il va fondre. La pointe ne s'est pas émoussée.

Deux enfants précisent que la craie va brûler. On chauffe un bâtonnet de craie avec un briquet, puis avec un réchaud à gaz.

Tous les élèves, sauf deux, pensent que le papier aluminium va brûler sur la flamme du «camping gaz».

«On dirait de la crème, ça devient mou».

«Y a-t-il une flamme ?».

«Il rougit», «on voit bouger la surface chauffée comme «une toile»».

FICHE

1. A ton avis, qu'est-ce qui brûle ? Mets des croix dans la bonne colonne...		
	Je pense que ça brûle	J'ai observé... Je sais que ça brûle
pla que verre		
bâtonnet de bois		
craie		
clou		
alcool à brûler		
papier alu		
plaque de bois		
2. Tu as bien observé ? Mets des croix dans la deuxième colonne... Qu'en penses-tu ? 		

• **Une nouvelle expérimentation**

Elle porte sur la combustion d'un corps non signalé dans le tableau : le coton.
Les élèves complètent le tableau en créant une rubrique supplémentaire.

	je pense que ça brûle	j'ai observé... je sais que ça brûle
plaque de verre		
bâtonnet de bois		
craie		
clou		
alcool à brûler		
papier alu		
plaque de bois		
coton		

Certains élèves cochent la deuxième colonne en référence au comportement du coton dans la flamme. Entraînés par leur élan, ils cochent aussi la case de la première colonne (prévision).

Ceci montre, d'une part, le manque de fiabilité de certaines traces écrites et, d'autre part, la difficulté pour certains enfants de percevoir la distinction entre faits expérimentaux et prévisions.

Les résultats :

	je pense que ça brûle
plaque de verre	0
bâtonnet de bois	18
craie	2
clou	19
alcool à brûler	2
papier alu	17
plaque de bois	19

• Traces écrites et comportements observés : bilan

Certains élèves désirent éliminer toute trace des prévisions qui ne sont pas corroborées par l'expérience. Pour eux, c'est plus qu'une erreur ... c'est une faute qui doit disparaître.

Il est facile de déceler ce comportement : les colonnes des prévisions et des résultats expérimentaux sont identiques, y compris pour le coton bien qu'il ne fasse pas partie de la liste proposée initialement.

Un examen plus attentif des fiches permet d'ailleurs de voir les traces laissées par la gomme.

On peut aussi s'en rendre compte au cours de la séance :

Avant de placer un morceau de papier d'aluminium dans la flamme, on a dénombré les élèves qui avaient prévu que le papier d'aluminium allait brûler.

Pour tous, sauf deux, le papier d'aluminium est tout d'abord un morceau de papier et, comme tel, il doit brûler. C'est ce qu'ils avaient signalé sur leur fiche. Mais la moitié d'entre eux a modifié les informations inscrites dans la colonne «prévision» après l'expérience.

Pour ces élèves, la différence entre prévision et résultat expérimental n'est pas acquise. Elle l'est peut-être ... pour la moitié des élèves qui transcrivent cette différence dans leur fiche.

Notons que si l'on veut connaître l'évolution des élèves au cours de la séance, il peut être plus fiable de leur faire compléter deux tableaux distincts : l'un, avant expérimentation, l'autre après.