

CLASSEMENT ET SERIATION

- Point de vue théorique
- Vu dans une classe de CP

Maryse CODA, Daniel LACROIX

1ère PARTIE : POINT DE VUE THEORIQUE

– Une même situation expérimentale simple permet souvent de classer les objets en deux catégories.

Par exemple : lorsque l'on place des objets dans un récipient contenant de l'eau, certains restent au voisinage de la surface, d'autres reposent sur le fond.

Il y a les objets qui flottent et ceux qui coulent.

Voici un autre exemple : lorsque l'on place en série avec une pile et une ampoule, divers matériaux, certains permettent à l'ampoule de s'allumer ; avec d'autres, l'ampoule reste éteinte.

Les uns sont des conducteurs, les autres des isolants.

Un classement du même type peut être réalisé avec divers objets placés les uns après les autres sur un même plateau d'une balance. Un objet témoin reste seul pendant toutes les manipulations sur l'autre plateau. Là encore, il est possible d'établir deux catégories. Il y a ceux qui sont plus lourds que l'objet de référence, et ceux qui sont moins lourds que lui. Chaque objet du groupe des objets les plus lourds, est plus lourd que l'un quelconque des objets de l'autre sous-ensemble. Ce classement exprime aussi une relation d'ordre.

Cette remarque est aussi valable pour les deux autres classements cités plus haut.

Par exemple, chaque matériau classé comme conducteur est nécessairement moins isolant et même dans ce cas beaucoup moins isolant que tout objet classé comme isolant.

— Une quelconque de ces activités de classement en deux catégories peut ensuite être reprise dans des conditions très voisines.

Sachant :

- 1) qu'un objet compact qui coule est plus dense qu'un objet compact qui flotte,
- 2) qu'un objet flotte ou coule dans un liquide selon que sa densité est inférieure ou supérieure à celle du liquide considéré,

on peut reprendre les activités sur la flottaison en utilisant des liquides de nature différente : de l'eau salée ou un mélange eau-alcool. Ces liquides ont des densités différentes :

- 1,15 pour l'eau salée.
- 1 pour l'eau douce.
- 0,9 pour le mélange 50 % eau, 50 % alcool.

Suivant leur densité, les objets vont avoir des comportements différents :

- 1) Les objets de densité inférieure à 0,9 vont flotter dans tous les liquides.
- 2) Les objets dont la densité est comprise entre 0,9 et 1 vont flotter dans l'eau douce et dans l'eau salée et couler dans le mélange eau-alcool.
- 3) Les objets dont la densité est comprise entre 1 et 1,15 vont flotter dans l'eau salée et couler dans l'eau douce et le mélange eau-alcool.
- 4) Les objets dont la densité est supérieure à 1,15 vont couler dans tous les liquides.

L'emploi de deux nouveaux liquides, l'un de densité inférieure à celle de l'eau, l'autre de densité supérieure à celle de l'eau a permis de séparer les objets compacts initiaux qui flottaient dans l'eau en deux sous-ensembles disjoints, et ceux qui coulaient en deux sous-ensembles, eux aussi disjoints.

Le nombre des sous-ensembles est maintenant de 4.

Quelle que soit la propriété étudiée, lorsque le nombre de situations expérimentales convenablement choisies augmente, chacun des sous-ensembles initiaux va éclater en : n sous-ensembles disjoints.

Ces sous-ensembles ne sont pas quelconques. Ils sont ordonnés les uns par rapport aux autres. On travaille sur des classes d'objets. Ainsi lorsque l'on choisit dans chaque classe un représentant, il est possible de les sérier en fonction de cette propriété (dans la situation ci-dessus, du plus dense au moins dense).

— Ce type d'activités peut être mené en électricité aussi facilement qu'avec les corps flottants.

Pour cela on utilise des composants électroniques dont on apprécie le comportement en "tout ou rien".

Dans un circuit, une ampoule est remplacée par une diode électroluminescente puis commandée par un thyristor. L'ampoule est alors un détecteur moins sensible que la diode électroluminescente, et la diode un détecteur moins sensible que le dispositif formé par l'association thyristor / ampoule.

L'éclairement de l'ampoule permet de classer les corps en conducteurs et en isolants. On peut subdiviser l'ensemble des isolants en deux sous-ensembles, en incluant dans le circuit une diode électroluminescente. Il y a maintenant ceux qui permettent à la diode de s'éclairer, et ceux qui ne laissent pas suffisamment passer de courant pour qu'elle brille. En utilisant le thyristor, il est possible de répartir ces derniers corps en deux catégories.

Dans ce cas, on subdivise le sous-ensemble des isolants en deux autres sous-ensembles; il y a ceux qui permettent toutefois à la diode de s'éclairer, il y a ceux qui ne laissent pas suffisamment passer de courant pour que la diode s'éclaire; et on répartit ces derniers en deux sous-ensembles.

On peut ainsi en utilisant le thyristor constituer quatre sous-ensembles disjoints (et même éventuellement six en appréciant à l'œil les variations d'éclairement de l'ampoule et de la diode électroluminescente).

Sans effectuer de mesure, sans utiliser explicitement d'étalon, on a réussi à sérier les corps en fonction de ces deux propriétés; et on a même construit, dans les deux cas, une échelle permettant de repérer les masses volumiques, les conductibilités.

Il est souvent aisé de représenter le résultat d'un classement sous forme d'un tableau. Or, on procède ici à des classements successifs, la représentation des résultats sous forme de tableau cartésien sera toute naturelle pour nous et pour les enfants eux-mêmes.

Explicitons un tel tableau pour des objets compacts placés dans un récipient contenant un liquide:

Flotte dans	l'eau douce	l'eau salée	l'alcool
BOUCHON EN LIEGE	Oui	Oui	Oui
CHIPS EN POLYSTYRENE	Oui	Oui	Oui
BILLE EN VERRE	Non	Non	Non
COCHONNET EN BUIS	Oui	Oui	Non
OEUF FRAIS	Non	Oui	Non
VIS	Non	Non	Non

L'exploitation des résultats est aisée.

On peut définir, pour chaque corps, deux nombres a et b :

a étant le nombre de OUI

b étant le nombre de NON

On forme ainsi un couple (a, b) associé à chaque corps.

La somme des deux nombres du couple correspond au nombre n de situations expérimentales utilisées : $n = a + b$.

La connaissance de ces deux nombres associés à un matériau permet donc de connaître le nombre de situations expérimentales et le comportement du corps, c'est-à-dire permet à un adulte d'encadrer la densité du matériau.

Chaque nombre a et b du couple (a, b) est un entier. Si les n situations expérimentales sont bien choisies, et si le nombre d'objets est suffisamment grand, a et b peuvent prendre toute valeur entre 0 et n .

Chaque couple décrit l'ensemble des comportements d'un objet testé dans toutes les situations expérimentales. A tout objet pourra être associé un couple. Plusieurs objets peuvent avoir le même ensemble de comportements, le même couple leur est associé. Chaque couple est un critère définissant une classe.

En effet, à chaque couple ne correspond qu'un seul ensemble de comportements.

Si le couple $(2, 1)$ est associé au corps A, cela signifie que A flotte dans deux liquides et coule dans un. Etant donné les masses volumiques des liquides considérés, A ne peut que flotter dans l'eau douce et l'eau salée et couler dans le mélange eau-alcool.

Il ne peut exister un corps qui flotterait dans l'eau et dans le mélange eau-alcool et qui coulerait dans l'eau salée, ou qui flotterait dans l'eau salée et le mélange eau-alcool et qui coulerait dans l'eau ! A chaque couple est donc associée une classe et une seule.

On pourra sans référence à la situation physique, sérier les critères et donc les classer en fonction, par exemple ici, des valeurs croissantes du premier nombre du couple. (nombre de "oui").

La sériation des classes semble alors naturelle, même pour des enfants du C.P. Sur le plan physique, le raisonnement est un peu différent.

Tous les objets qui flottent dans l'eau douce flottent dans l'eau salée.

Tous les objets qui flottent dans l'alcool flottent dans l'eau salée et dans l'eau douce.

Tous les objets qui flottent dans l'eau salée ne flottent pas nécessairement dans l'alcool ou dans l'eau douce.

Ainsi, beaucoup moins d'objets flottent dans l'alcool que dans l'eau salée. Seuls ceux qui ont une densité inférieure à celle de l'alcool flottent. Cette situation sélectionne les corps de masses volumiques les plus faibles. On pourrait dire que l'alcool à brûler est le système le plus sensible dont on dispose ici. On avait à notre disposition un milieu encore plus sensible : l'air. Cependant ici ce n'était pas très utile compte tenu de l'âge des enfants et des corps testés.

Les enfants reprennent très volontiers ces expériences individuellement en dehors de l'école. Leur étude est rarement systématique. Il est peut-être intéressant de rassembler leurs résultats souvent incomplets dans un tableau.

Coule dans	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
eau salée	Non	Oui	Oui	Oui	Oui		Non				Oui		Non	
eau douce	Non	Non	Oui	Oui		Non			Oui		Oui	Oui	Non	Non
alcool	Non	Non	Non	Oui				Non		Oui		Oui		Non

Remarque :

Les liquides utilisés ont été classés par ordre de masse volumique décroissante. On se trouve devant plusieurs situations :

a) le comportement du corps a été testé dans toutes les situations expérimentales ; dans ce cas, sa place dans l'un ou l'autre des sous-ensembles définis antérieurement est connue.

b) le comportement du corps n'a pas été testé dans toutes les situations possibles, dans ce cas on peut, tout au moins si on dispose des objets, avoir recours à l'expérience pour compléter le tableau. Mais dans certains cas, un raisonnement logique lié à une analyse du tableau I précédent permet de dégager quelques règles générales et de les réutiliser pour compléter les cases manquantes.

Par exemple : un corps qui flotte dans l'alcool, flotte dans l'eau douce et dans l'eau salée ; un corps qui coule dans l'eau salée, coule nécessairement dans l'alcool et l'eau douce. On rencontre ici une condition nécessaire ; on l'exprime, on la manipule et on l'utilise.

Ceci apparaît en clair sur le tableau II, (lorsque le tableau a été construit en tenant compte de la remarque), constitué à partir des quatre catégories définies antérieurement, où l'on voit que sous un NON apparaît toujours un NON, sous un OUI apparaît toujours un OUI. Ainsi, certaines cases peuvent être remplies sans avoir recours à l'expérience. L'expérience permet alors de tester la validité du raisonnement et éventuellement son degré de généralité.

Par contre, pour compléter les cases restantes, le recours à l'expérience est indispensable.

Remarque :

Enfin, l'erreur est humaine, et il convient souvent avant d'entreprendre cette analyse, de confronter les résultats obtenus par plusieurs expérimentateurs.

Cette démarche est assez caractéristique d'une démarche expérimentale dans laquelle les résultats d'expériences sont confrontés, reliés entre eux, dans laquelle des lois simples sont dégagées et réinvesties pour pouvoir prévoir d'autres résultats expérimentaux.

La confrontation expérimentale a lieu à toutes les phases de la démarche. Le réinvestissement possible de la loi et la vérification des résultats prévus permet d'en étendre le domaine d'application et d'en vérifier la généralité, à condition d'envisager d'autres matériaux, d'autres objets dans cette phase de réinvestissement.

Des enfants très tôt grâce à leur sens, sont capables d'établir des sériations. Ici, ils les découvrent et les établissent à l'aide d'instruments ou de situations expérimentales. Les premières sont nécessairement subjectives; celles-ci au contraire sont objectives.

Parfois, la même propriété peut être abordée sensoriellement et instrumentalement. C'est le cas de la masse. Il est alors possible de comparer et de vérifier les résultats obtenus par ces deux méthodes.

Dans le langage courant, du fait de l'abus de langage, des propriétés très différentes peuvent être exprimées à l'aide du même mot. Par exemple : lourd peut se rapporter soit à la masse de l'objet, soit à sa masse volumique.

Les enfants eux aussi emploient le même terme pour caractériser ces deux notions qu'ils ne dissocient pas nettement. Ils peuvent, sans peine, sérier les mêmes objets suivant leur masse, puis suivant leur masse volumique. De manière aussi naturelle que précédemment ils cherchent à établir une liaison entre ces deux relations d'ordre. Dans ce cas, ils cherchent même à les identifier, ce qui revient à identifier les deux situations expérimentales : être plongé dans un liquide et être comparé à l'aide d'une balance Roberval à un objet de masse donnée.

	plus lourd que A	moins lourd que A
coule dans l'eau douce	case W	case X
flotte dans l'eau douce	case Y	case Z

	coule dans l'eau salée	flotte dans l'eau salée
coule dans l'eau douce	case P	case Q
flotte dans l'eau douce	case S	case R

En choisissant correctement les objets, il est toujours possible de trouver un représentant à chaque case du 1er tableau ; par contre, il n'est pas possible de trouver de représentant à la case S du 2ème tableau.

Remarque :

Le statut de l'objet testé n'est pas le même lorsque l'objet est placé sur le plateau de la balance ou lorsqu'il est placé dans l'eau. Lorsqu'il est placé sur le plateau de la balance l'objet sert de référence, de point de repère, de comparaison, et de ce fait, fait partie de la situation expérimentale et l'objet testé.

En d'autres termes, on établit une comparaison des objets deux à deux ; par contre, dans un même récipient plein d'eau, on peut placer en même temps tous les objets que l'on veut comparer. L'aspect classement est plus net dans la deuxième situation que dans la première, toutefois lorsque l'on confère à l'un des objets un statut particulier : masse marquée ou objet le plus lourd, ou le plus léger, cet aspect comparaison des objets deux à deux passe au second plan.

Elle constitue une technique de comparaison, l'aspect référence joue un rôle plus important. On constitue là encore la classe des objets moins lourds que l'objet le plus lourd. Ceci peut constituer une démarche assez efficace pour établir une sériation lorsque la transivité n'est pas acquise.

On fait une sériation à l'aide des informations sensorielles. Généralement elle n'est pas très différente de ce que l'on obtiendra après vérification instrumentale.

On vérifie que ceux placés aux extrémités sont les plus lourds ou les plus légers.

On les élimine, puis on recommence autant de fois qu'il est nécessaire. Cette méthode est en germe dans les solutions proposées à ce problème par les enfants du C.P.

2ème PARTIE : VU DANS UNE CLASSE DE CP

1ère ACTIVITE : APPROCHE DE LA DENSITE
--

L'objet de cette étude est de comparer la densité d'un solide à celle de différents liquides.

Des objets compacts peuvent couler dans tout liquide, ou flotter dans tout liquide ou flotter dans certains et couler dans d'autres.

On s'attend à ce que les enfants définissent comme étant les plus "légers" ceux qui ne coulent jamais . . . on voit apparaître un conflit entre ces deux notions : le poids de l'objet et sa densité. Deux notions désignées par le même terme (lourd-léger). Notre but est d'amener les enfants à prendre conscience de ce problème.

1ère SEQUENCE

La première séance a pour but de préciser la notion de flotter, de couler.

Un objet qui coule est en contact avec le fond, et s'y maintient.

Lorsqu'un objet flotte, sa partie inférieure est située au-dessous de la surface de l'eau, sa partie supérieure au-dessus.

On décrit le comportement des objets placés dans l'eau en insistant sur leur position par rapport à la surface, ou par rapport au fond.

Ces propriétés spatiales peuvent être particulièrement bien décrites à l'aide d'un schéma.

Lorsqu'ils ont sous les yeux cette situation expérimentale, l'élaboration du schéma est relativement aisée, aussi peut-on compléter cette activité.

Pour la rendre plus riche, on a proposé aux enfants une série de photos tirées du mensuel "VOILE". On pouvait observer des monocoques et multicoques, des voiliers, des bateaux à rames, à vapeur, des bateaux de plaisance, des navires de commerce . . .

A l'aide d'un demi-bouchon, d'une allumette, d'un clou, de vis, on leur a proposé de construire un voilier. Les bateaux les plus simples (bouchon-allumette) ne posaient pas de problème.

Aussi, pour mettre en évidence la fonction de la quille, on leur a imposé un mât métallique (clou).

Des solutions astucieuses ont été trouvées pour maintenir le mât vertical. Le bouchon ainsi lesté s'enfonce plus profondément dans l'eau, aussi est-il plus facile de réaliser le schéma du dispositif expérimental.

2ème SEQUENCE

Dans l'ensemble des dessins des enfants, la schématisation de la position du bateau par rapport à la surface est correcte.

Les enfants ont-ils individuellement perçu l'objet de la leçon ?

En particulier, ceux qui ont eu des difficultés à transcrire leur montage ?

Les dessins reproduits et agrandis par la maîtresse au tableau sont comparés entre eux.

Une maquette de bateau (en polystyrène) lestée, permet de visualiser la position de la coque par rapport à la surface. Cela leur semble maintenant évident comme le montrent les résultats des tests.

Chaque groupe de deux enfants dispose maintenant d'objets (polystyrène, cochonnet, bille de verre, pièce de monnaie, œuf, bouchon de liège) et d'un récipient (un fond de bouteille en plastique) contenant de l'eau.

On leur demande de noter le comportement de ces objets lorsqu'ils sont mis en contact avec l'eau.

Pour les amener à élaborer ultérieurement un tableau cartésien, on leur demande de transcrire le plus simplement possible les résultats expérimentaux.

Une réorganisation de ces résultats sous forme de tableau cartésien est faite collectivement:

	flotte
polystyrène	oui
cochonnet	oui
bille de verre	non
pièce de monnaie	non
œuf	non
bouchon de liège	oui

Une idée est émise par Marisol lors de cette activité.

Les bateaux flottent sur les lacs, donc sur l'eau douce ; d'autres flottent sur la mer, donc dans l'eau salée, "quel sera le comportement de ces objets dans l'eau salée ?". Cette étude fait l'objet de la séquence suivante.

3ème SEQUENCE

Les objets sont placés dans l'eau salée, le tableau est complété sur proposition des enfants.

	flotte dans l'eau douce	flotte dans l'eau salée
polystyrène	oui	oui
cochonnet	oui	oui
bille de verre	non	non
pièce de monnaie	non	non
œuf	non	oui
bouchon de liège	oui	oui

Discussion des enfants à partir de "l'œuf flotte maintenant" :

- "il y a un "non" qui s'est transformé en "oui" ."
- "il flotte dans l'eau salée, l'eau salée est plus lourde que l'eau douce".
- "à la mer on flotte mieux qu'à la piscine".
- "le sel se colle à l'œuf, ce qui le fait flotter".
- "l'eau se colle sur le sel et tient à l'œuf" (3 enfants le pensent).
- "le sel ça porte et ça flotte ; le sel remonte l'œuf".

— 'c'est peut-être pas la même poule qui a pondu les deux œufs, celui utilisé la semaine dernière, et celui utilisé cette semaine, peut-être était-il plus gros et plus lourd".

On leur précise que l'on a utilisé les mêmes œufs ; "ils étaient plus frais" la semaine dernière. L'œuf flotte parce que l'eau est "cuite" (a été chauffée).

Si on mélangeait de l'eau douce et de l'eau salée, "l'eau douce serait moins salée", "est-ce que l'œuf flotterait encore" ?

Il leur est proposé de réaliser une expérience du même genre avec de l'alcool à brûler, appelé "eau brûlée" par certains enfants.

L'odeur leur étant familière, ils reconnaissent l'alcool à brûler à son odeur désagréable, "ça sent mauvais". Pour cette raison, la maîtresse se propose de faire les expériences devant eux. Ils noteront au fur et à mesure les résultats sur leur feuille.

Avant les expériences, une réflexion s'engage sur les deux questions suivantes :

Que va-t-il se passer ?

Les objets se comporteront-ils de la même manière ?

— "ça va changer" affirment certains.

— "ça va pas changer" affirment d'autres.

— "ça va être le contraire".

— "il y a peut-être des choses qui vont changer" affirment les plus prudents.

De manière plus ponctuelle à propos de la bille de verre :

6 pensent qu'elle va flotter.

12 pensent qu'elle ne va pas flotter : — "car le verre, c'est lourd".

— "parce que dans les autres liquides elle n'a pas flotté".

3 ne savent pas ou ne se prononcent pas.

Pour le liège, les prévisions sont unanimes, il va flotter car il est plus léger que l'œuf.

Voici les résultats expérimentaux présentés sous forme de tableau :

	Flotte dans l'eau douce	Flotte dans l'eau salée	Flotte dans l'alcool à brûler
œuf	non	oui	non
cochonnet	oui	oui	non
polystyrène	oui	oui	oui
verre	non	non	non
pièce	non	non	non
liège	oui	oui	oui

Les conclusions furent :

- "on pourrait les ranger".
- "le liège c'est 3 oui".
- "il y a ceux qui ont que des oui, ceux-ci sont les plus forts, ils sont plus légers".
- "la pièce a 3 non, mais elle est plus légère que l'œuf".

On les range, de ceux qui flottent le mieux, à ceux qui flottent le moins bien.

le liège	le polystyrène	parce qu'ils ont : 3 oui
le cochonnet		parce qu'il a : 2 oui 1 non
l'œuf		parce qu'il a : 1 oui 2 non
la pièce	la bille de verre	parce qu'elles ont : 0 oui 3 non

Le cochonnet avait été oublié, on retrouve sa place en utilisant le critère exprimé nombre de oui et nombre de non.

Dans une séance ultérieure très brève, on affiche à nouveau le tableau des résultats expérimentaux, et on demande aux enfants de retrouver ce rangement.

On ne note que très peu d'erreurs dans ces travaux personnels.

4ème SEQUENCE

La maîtresse présente les classes ordonnées sur une fiche.

- "on les a rangés en colonne", "du plus fort au moins fort".
- "le liège flotte toujours et tu l'as mis en haut".
- "on les a rangés de ceux qui flottent le mieux à ceux qui ne flottent pas du tout".

On vérifie que tous comprennent ce tableau.

polystyrène	liège	On demande nominalement à des enfants de citer un objet qui flotte mieux que le cochonnet, moins bien que l'œuf ; tous les objets qui flottent mieux que l'œuf, que le cochonnet. Certains justifient leur réponse : "ceux qui flottent le mieux sont ceux qui sont les plus légers" Cette réponse revient souvent. Elle n'apparaît pas évidente pour tout le monde, un autre exemple est plusieurs fois cité : "c'est drôle, la pièce ne flotte pas, et elle est plus légère que l'œuf". Pour lever cette contradiction, quelqu'un propose : "dans ma main c'est comme ça, mais dans l'eau c'est le contraire". D'autres affirment : "non, l'œuf est plus léger".
cochonnet		
œuf		
pièce	bille de verre	

Avant d'établir la relation qui existe entre la flottaison et la masse des objets, on se propose d'établir la relation d'ordre entre la masse des objets.

On va ranger les objets du plus lourd au plus léger (on ne prend qu'un représentant de chaque classe : polystyrène, cochonnet, œuf, pièce).

Un rangement à partir des indications fournies par les sens est établi par les enfants. Les prévisions sont très diverses.

MARC et ERIC	ANNE-LAURE et CHIRAZ
polystyrène	polystyrène
cochonnet	pièce
pièce	cochonnet
œuf	œuf

Ils ne sont pas d'accord.

Ils proposent de vérifier en utilisant la balance. Leurs procédures sont désordonnées, beaucoup tout de même pensent à ne comparer que deux OBJETS, chacun est alors placé sur l'un des plateaux de la balance.

Certains affirment : "le polystyrène est plus léger, parce que le plateau sur lequel il est posé reste toujours en haut". Cette affirmation repose parfois sur deux expériences réalisées. Lorsqu'on leur demande de refaire devant nous les expériences, elles sont refaites parfois avec des objets différents.

Les quatre comparaisons instrumentales sont rarement toutes exécutées.

Des enfants font les mêmes hypothèses que Chiraz.

Pour certains, la comparaison des masses du cochonnet et de la pièce sur la balance permet de changer l'ordre intuitif, pour d'autres non. Les résultats obtenus sont interprétés parfois à la lumière des informations sensorielles.

L'idée se répand dans la classe que l'ordre doit être : polystyrène, cochonnet, pièce, œuf ; ils semblent tous convaincus.

La démarche utilisée par les enfants manque de méthode sinon de rigueur.

On se propose de revenir sur cette activité ultérieurement en utilisant des objets qui n'ont pas été immergés dans l'eau (*), et on obtient un éventail assez large de commentaires. On compare alors les deux sériations : celle obtenue en utilisant la balance ; celle obtenue en utilisant différents liquides.

(*) Vous trouverez le compte rendu de cette activité plus loin dans l'article, sous le titre "Sérialisation d'objets de masses très différentes".

De nouvelles remarques arrivent :

Lucie affirme : "maîtresse tu t'es trompée".

- "le plus lourd c'est pas celui qui coule (toujours)", "c'est pas pareil".
- "parce que l'œuf est bien plus lourd que la pièce et il flotte mieux que la pièce" ;
- "mais pourquoi l'œuf lourd flotte mieux que la pièce ?" ; "c'est à cause de ce qu'il y a dedans" ; "la pièce coule, c'est du fer", du "métal" ; "le métal c'est plus lourd que l'eau" ; "si on vidait l'œuf, l'œuf flotterait toujours, car il serait plus léger".

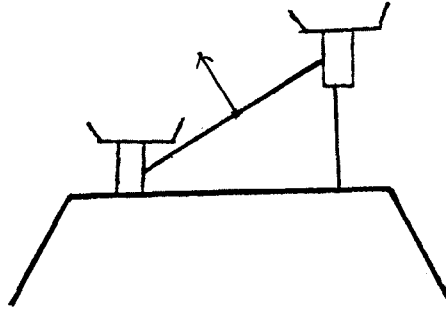
Il est important de remarquer que les enfants mettent ici en relation le comportement de l'objet avec le matériau qui le constitue. Pour les objets constitués de couches hétérogènes comme l'œuf, certains commencent à dissocier le volume du matériau qui les constitue, ce qui les conduit à séparer deux quantités : la nature du matériau et le volume qu'il occupe dans l'espace ; son enveloppe et ce qui la remplit.

Le problème sans être complètement résolu est posé en termes beaucoup plus opératoires.

Des activités vont être proposées pour renforcer cette intuition

Nom →

Exercice 1 :



- La pâte à modeler coule dans l'eau.
- La balle de tennis est plus lourde que la pâte à modeler.
- Que penses-tu du comportement de la balle de tennis dans l'eau ?
 - * Je suis sûr que la balle va couler - - - - -
 - * Je ne sais pas - - - - -
 - * Je suis sûr que la balle va flotter - - - - -

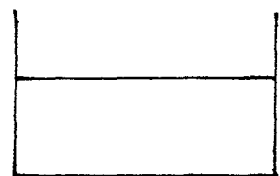
Exercice 2 : L'oeuf coule dans l'eau douce. On le vide partiellement à l'aide d'une seringue. On le vide complètement.



l'oeuf coule

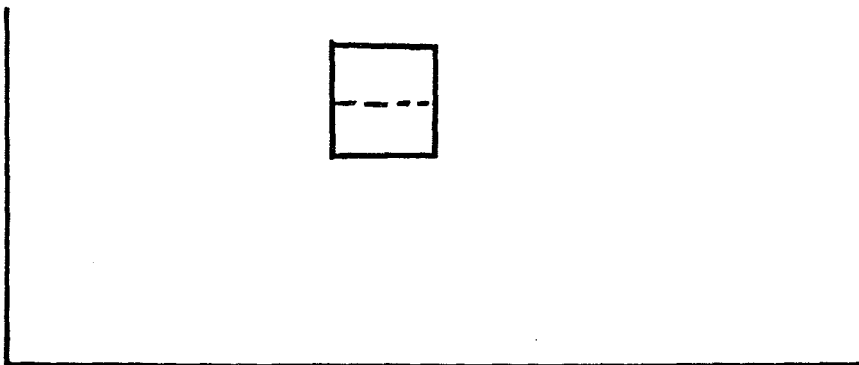
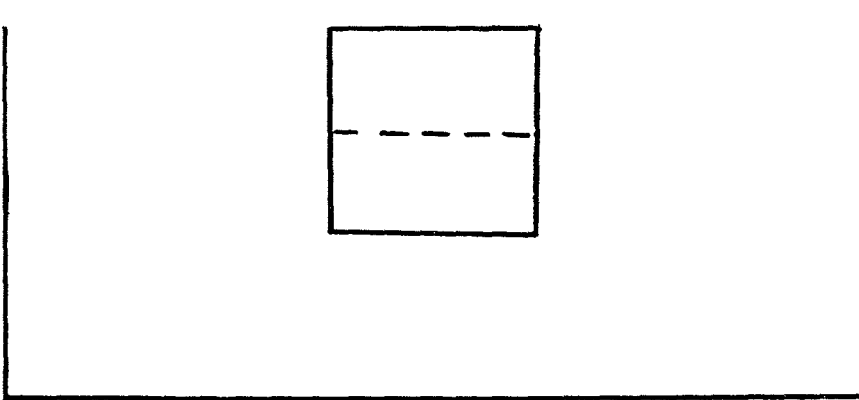
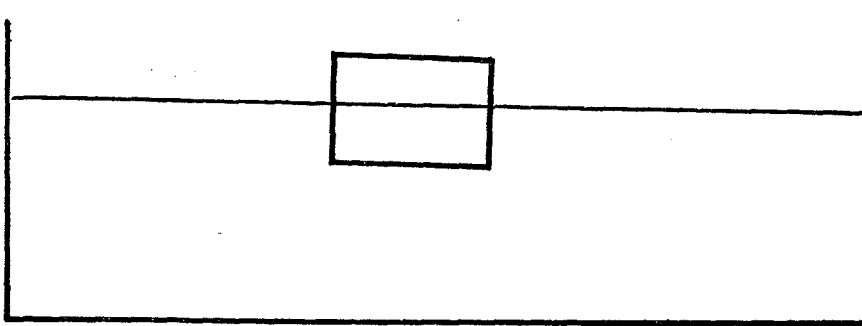


place l'oeuf à moitié vide



place l'oeuf vide

Exercice 3: On a coupé trois morceaux de taille différente dans un même morceau de bois. On les fait flotter.



Place la surface de l'eau.

Dans les activités antérieures, les enfants ont placé des objets dans différents liquides. Ils pouvaient flotter ou couler.

Pour interpréter ces résultats, les enfants, dans leur ensemble, ont mis en relation le comportement de chaque objet :

- soit avec la nature du matériau qui le compose.
- soit avec sa densité perçue sous la forme d'un récipient clos contenant plus ou moins de matériau, donc plus ou moins dense.
- soit avec la masse.

Nous avons proposé à la réflexion des enfants, trois situations simples, pour lesquelles ils devaient prévoir le comportement des objets.

A travers leurs réponses et leurs justifications orales, nous désirions déterminer quelle relation était plus spécialement utilisée dans chaque cas particulier.

Dans chaque exercice, plusieurs arguments pourraient être évoqués (deux en général), et peuvent conduire à des prévisions opposées.

Pour l'exercice 3 : c'est toujours du bois, le même bois (donc il flotte de la même façon), ou le volume et donc la masse sont très différents (donc il s'enfonce plus ou moins dans l'eau).

Pour l'exercice 2 : c'est toujours le même volume (donc il flotte de la même manière), ou la quantité de liquide contenue dans l'œuf change, la masse aussi (donc il flotte différemment).

Pour l'exercice 1 : les enfants peuvent prendre en considération : les volumes, ou les masses, ou la densité, ou la nature des matériaux. (La prise en compte de la masse seule conduit certains enfants à prévoir que la balle coule ; la prise en compte des autres paramètres peut même en amener certains à prévoir que la balle flotte).

Voici les réponses des enfants :

Exercice 3 :

Prévisions en accord avec l'expérience pour tous les enfants.

Dans ce cas le comportement n'est lié qu'au seul paramètre : nature du matériau ; les critères volume ou masse ne sont jamais évoqués par les enfants.

Il est à remarquer que ce matériau est connu, et son comportement identifié, analysé de longue date, dans ce cas, l'expérience antérieure, présente à l'esprit des enfants, est rappelée et leur suffit pour pouvoir prévoir les résultats. La mise en place du dispositif expérimental demande du soin ; le centre de poussée est plus bas que le centre de gravité, ils ne sont pas confondus. Toute inhomogénéité du bois déséquilibre le cube qui prend une position quelconque par rapport à la surface de l'eau. Pour éviter ce type d'inconvénient, on peut utiliser des boules de bois de diamètres différents.

Exercice 2 :

Avec l'œuf vidé les réponses sont unanimes : "il n'y a plus rien dedans", "l'enveloppe est vide, l'œuf va flotter", "et il flotterait certainement dans tous les liquides".

Pour l'œuf partiellement vidé, les propositions divergent : 3 enfants ne se prononcent pas, 6 pensent qu'il va encore couler parce qu'il y a "encore du liquide dedans", et c'est toujours la même matière qui le compose.

Presque tous les enfants évoquent la variation de la masse, suffisante ou insuffisante pour justifier leur prévision. Certains ont toutefois l'idée que, pour un volume donné, il existe un

seuil pour les masses : lorsque l'enveloppe est trop remplie ce seuil est dépassé, l'objet coule ; lorsque l'enveloppe est peu remplie, l'objet flotte. Le seuil concerne les masses et non le volume de matière contenue. Des remarques en ce sens ont déjà été faites au cours des séances antérieures et sont exprimées à nouveau au cours de ce test (voir paragraphe suivant).

Exercice 1 :

Une discussion s'engage à propos d'une remarque d'Emilie. Ce cube de pâte à modeler coule, si "on en prend un petit bout il va flotter". On retrouve les mêmes arguments "non c'est la même matière", "c'est toujours de la pâte à modeler".

La classe est alors partagée en deux : pour une moitié cela ne fait aucun doute, la balle va se retrouver lors de l'expérience au fond du vase, elle est plus lourde qu'un objet qui coule ; certains sont plus prudents : "la balle est plus lourde, mais elle va flotter, j'ai déjà essayé".

Pour des objets constitués de matières différentes, de nature différente, de volumes différents, ce qui peut expliquer leur comportement est leur masse : le morceau de pâte à modeler est plus léger que la balle, il coule, a fortiori la balle doit couler.

Les autres arguments réapparaissent pour justifier le résultat expérimental : "je n'y pensais plus mais il n'y a plus rien dedans" ; "une balle de maracas coulerait" ; "si il y avait des cailloux dedans, elle coulerait".

L'interprétation des comportements ne se réduit pas à une relation simple (comportement, masse de l'objet).

Dans le cas où le paramètre volume est éliminé, les enfants ont l'intuition qu'il y a une liaison directe entre ces deux, volume et densité.

Dans les cas les plus simples, leur perception globale des corps et des phénomènes leur permet d'approcher d'assez près les solutions.

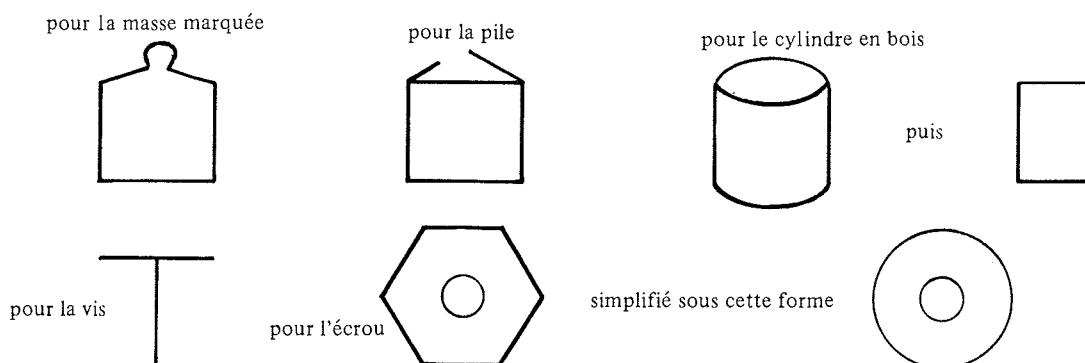
2ème ACTIVITE : SERIATION D'OBJETS DE MASSES TRES DIFFERENTES

SEQUENCE 1

Chaque groupe d'enfants a à sa disposition :

une masse marquée de 200 g., une pile 4,5 V., un écrou pour vis de diamètre 12 mm, une vis 3,5/35, un cylindre de 5 cm de long découpé dans un manche à balai.

Au tableau, un schéma de chaque objet est réalisé collectivement, cela donne :



La maîtresse demande aux enfants de ranger les objets sans les peser du plus lourd au plus léger, de la gauche vers la droite.

Voici quelques rangements (faits de haut en bas dans le tableau) :

Groupe de Céline	Groupe de Chiraz	Groupe de Caroline
masse M pile écrou cylindre de bois vis	masse M écrou pile cylindre de bois vis	masse M pile cylindre de bois écrou vis

La vis et la masse marquée sont perçues par tous respectivement comme l'objet le moins lourd et l'objet le plus lourd.

Quelles pesées faut-il faire pour être sûr que ce poids est plus lourd que tout autre objet ?

Les pesées seront notées sur une feuille polycopiée préparée à cet effet.

On leur demande de ne faire que des pesées utiles. Il faut insister pour qu'ils arrivent à comprendre.

Sur toutes les balances apparaît, dans la première pesée tout au moins, la masse marquée. Ultérieurement deux procédures sont utilisées par les enfants.

Certains maintiennent sur l'un des plateaux de la balance la masse marquée, puis ils substituent tout d'abord à la pile l'écrou, puis à l'écrou le cylindre de bois, puis à ce cylindre de bois la vis.

D'autres comparent la masse marquée et la pile. Ils enlèvent ensuite la masse marquée et déposent sur ce plateau l'écrou. La pile est à son tour remplacée par le cylindre de bois. Personne dans cette première séquence ne poursuit cette procédure jusqu'à son terme. Peut-être les dernières pesées leur semblent-elles superflues !

Une dernière procédure plus économique, valable dans certains cas seulement, aurait pu être choisie par les enfants. Ils l'ont utilisée en général comme vérification.

Les quatre objets présumés les moins lourds sont rassemblés sur un plateau et comparés à la masse marquée.

La maîtresse leur propose à nouveau cette situation expérimentale.

Trois types de réponses sont proposées pour l'interpréter :

- "le poids est le plus lourd parce qu'il est rempli d'objets lourds, de cailloux".
- "le poids ne flotte jamais".

— "le poids est plus lourd parce que si (sur un plateau) la pile était plus lourde que le poids et si le poids était seul et la pile avec les autres objets sur l'autre plateau, le poids serait encore plus léger".

Remarque :

La première procédure permet seulement de répondre au problème posé, elle ne permet pas de vérifier la sériation établie à partir des données sensorielles.

Que cette sériation soit exacte ou fausse, cette procédure donne très rapidement le résultat recherché.

La deuxième procédure permet avec le même nombre de comparaison d'objets 2 à 2, de répondre au problème posé, et de vérifier la sériation initiale.

Cependant dans le cas où cette sériation initiale est fausse, le problème devient rapidement inextricable pour des enfants du C.P.

SEQUENCE 2

On prend les objets déjà utilisés dans la séance antérieure. Les activités sont du même type et se déroulent de la même manière. Seul le problème est très légèrement modifié.

Les objets sont sériés suivant leur masse à l'aide des informations sensorielles que les enfants ressentent et des résultats expérimentaux dont ils peuvent se souvenir. On ne les fait pas exprimer. Le problème est facile à formuler "Comment être sûr que l'objet placé en dernier est le plus léger ?". Ce problème est d'autant plus naturel que toutes les sériations proposées par les enfants ne sont pas identiques.

Voici celles proposées par :

- Groupe de Fabrice : MM P B E V
 - Groupe de Céline : MM P E B V
 - Groupe de Caroline : MM P E V B
 - Groupe de Chiraz : MM E P B V
- La masse marquée est toujours placée en première.
"On a essayé avec la balance".

L'usage de la balance s'impose donc. On leur propose les fiches, elles aussi déjà utilisées dans la séquence précédente, représentant six balances en déséquilibre. Dans chaque groupe, le travail pour chaque enfant consiste :

- à noter son rangement réalisé a priori ;
- à effectuer les pesées et à ne faire que celles qui sont indispensables pour résoudre le problème posé ;
- à transcrire les pesées réalisées.

Le travail, dans la plupart des groupes, est rapide. Les résultats sont transcrits de manière précise et conforme aux résultats expérimentaux. Les pesées sont sériées de manière systématique dans leur logique propre. La méthode utilisée la semaine précédente est comprise et réinvestie.

Ainsi le groupe de Chiraz place la vis sur le plateau de la balance. Cette vis ne quittera pas ce plateau jusqu'à la fin de cette série de pesées. Les quatre objets sont placés sur l'autre plateau dans un ordre quelconque.

Les résultats sont notés au fur et à mesure.

— Le groupe d'Eric réalise lui aussi quatre pesées. Mais les objets sont testés par ordre de masse croissante.

— Le groupe de Cédric en réalise trois. Les objets sont testés par ordre de masse croissante. Mais la masse marquée n'est pas comparée instrumentalement (concrètement à l'aide de la balance) à la vis ; le poids est plus lourd. Ils s'en souviennent et le réutilisent.

— La méthode utilisée dans le groupe de Caroline est différente. Tout d'abord il convient de noter que la vis n'est pas initialement perçue comme l'objet le plus léger. Ils placent sur un plateau la vis et sur l'autre le morceau de bois. Leurs prévisions ne sont pas confirmées "je me suis dit que c'était faux" commente-t-elle et ils tiennent compte des résultats expérimentaux. Le rangement initial portant sur les objets est rectifié. "On range la vis comme ça, la vis en dernier". Le morceau de bois est replacé sur le plateau de la balance, et il est comparé à l'écrou. "On voit que le morceau de bois est plus léger que l'écrou, car le morceau de bois flotte". Le travail expérimental s'arrête là. Le travail antérieur et les informations sensorielles sont pour eux tellement probants que leurs vérifications ne sont pas envisagées. Pour éviter à certains enfants cet écueil on décide de reprendre l'activité la semaine suivante avec des objets de masses très voisines. Caroline conclut "la vis sera plus légère que tout car le bout de bois est plus léger que tous les autres sauf la vis". La transitivité de la relation d'ordre est vécue dans cette activité et exprimée de manière particulièrement nette.

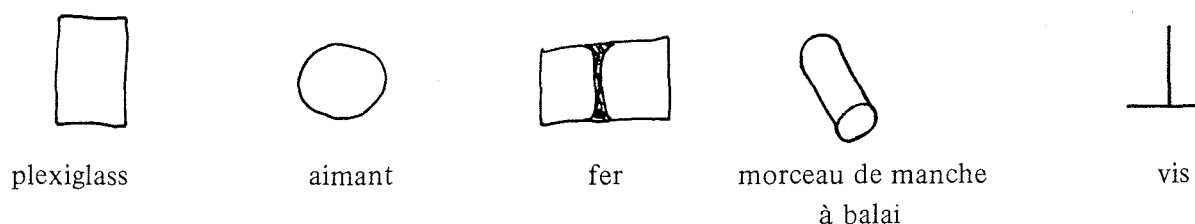
Une dernière remarque :

On voit dans ce commentaire la persistance de la confusion entre deux notions pas toujours bien dissociées même chez l'adulte, la confusion entre masse et masse volumique. Combien de gens hésitent encore lorsqu'on leur pose la question anodine "qu'est-ce qui est plus lourd : un kilo de plumes ou un kilo de plomb ?".

SEQUENCE 3

On reprend le problème tel qu'il a été formulé dans la première leçon mais avec des objets de masses très voisines. Il s'agit d'un aimant, d'un morceau de fer doux, d'un morceau de manche à balai, d'un morceau de plexiglas et d'une vis.

Les enfants ont ainsi schématisé ces objets :



Ces objets sont présentés ci-dessus par ordre de masse décroissante, ce qui n'était pas le cas en classe évidemment.

Le déroulement est identique.

A) Les enfants réalisent une sériation suivant la masse à l'aide des informations sensorielles.

Ils la notent.

B) Ils vérifient que l'objet placé en premier est le plus lourd en utilisant la balance. Ils transcrivent les résultats expérimentaux.

C) Ils rectifient si nécessaire la sériation initiale.

Pour dix enfants le problème était soluble facilement, leur sériation initiale étant conforme aux résultats expérimentaux. Six enfants à la suite d'une étude systématique résolvent le problème posé. Ils gardent sur le plateau de la balance la plaque de plexiglas et exécutent les quatre pesées. Cinq enfants ne vérifient pas la totalité des inégalités ou procèdent par transitivité en oubliant une des inégalités.

Douze enfants inversent la plaque de plexiglas et l'aimant.

Quatre enfants prennent une référence unique soit l'objet placé en tête dans leur sériation sensorielle, soit l'objet perçu comme le plus lourd lors de la première expérience. Il est à noter que les deux objets sont dans ce cas comparés entre eux dès la première pesée. Ils transcrivent correctement les résultats et corrigent leur erreur.

Quatre enfants font une étude systématique du problème. Certains même ne transcrivent pas correctement les résultats expérimentaux (deux enfants). Une relation d'ordre ou plusieurs ne sont pas vérifiées. S'ils gardent une référence unique, la comparaison à la masse de la vis n'est pas faite. S'il manque plusieurs relations, seuls les objets de masses les plus voisines, plexiglas, aimant, fer doux et manche à balai, sont comparés. L'erreur initiale chez ces quatre enfants est là encore rectifiée.

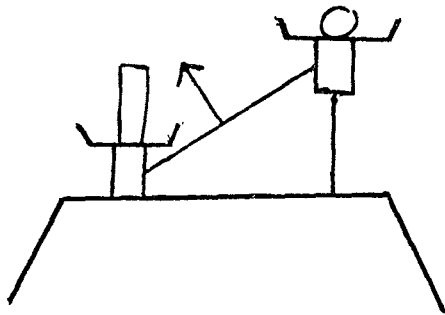
Trois enfants ne résolvent pas le problème posé.

Prénom → marisol

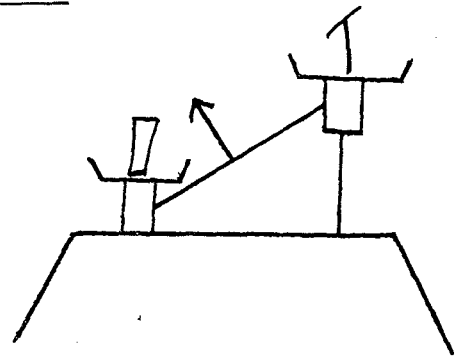
A) Prévisions



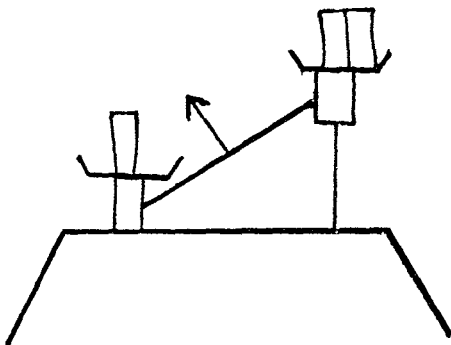
B) Note tes pesées successives



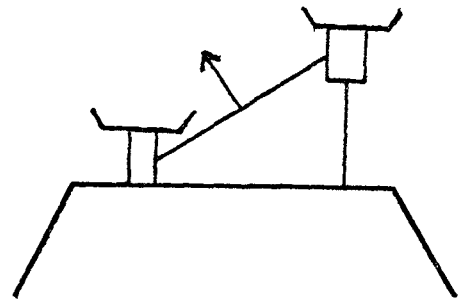
1



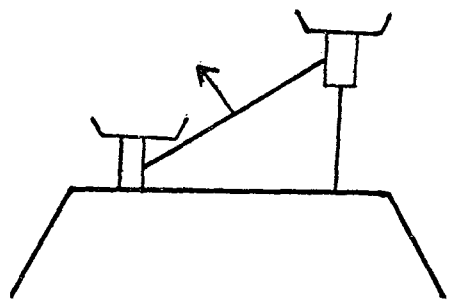
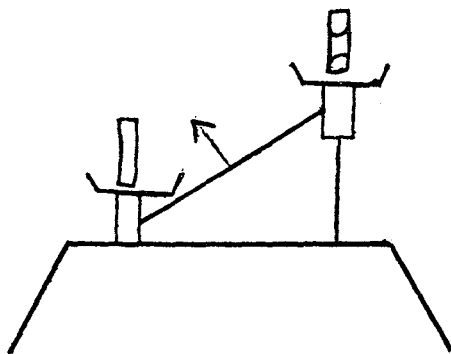
4



2



3

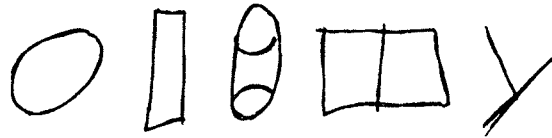


C) Conclusions

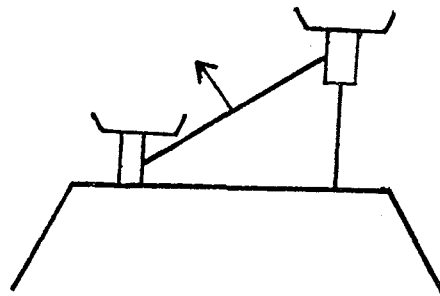
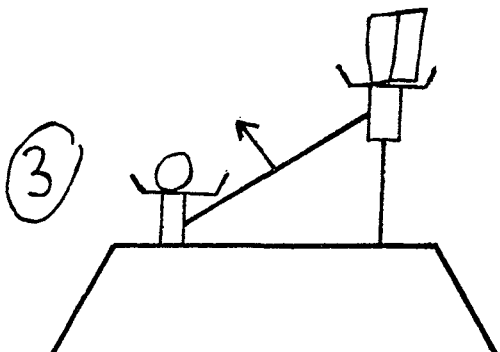
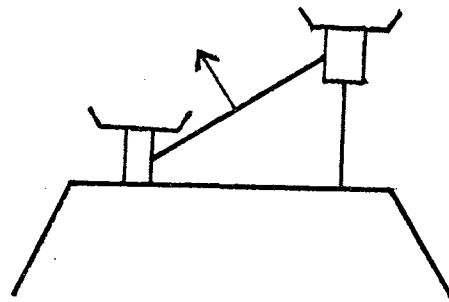
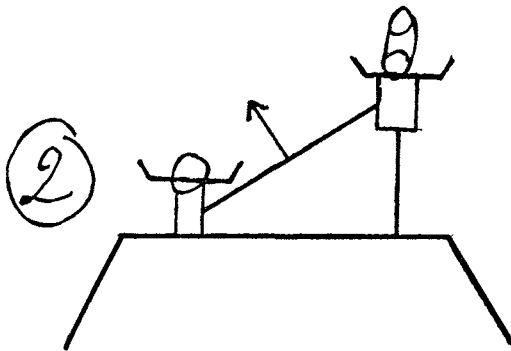
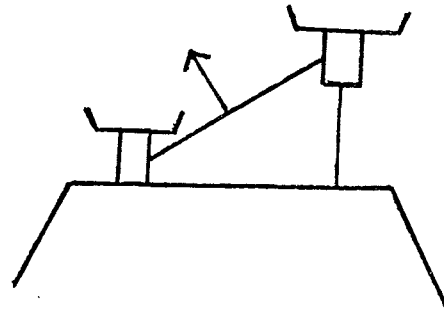
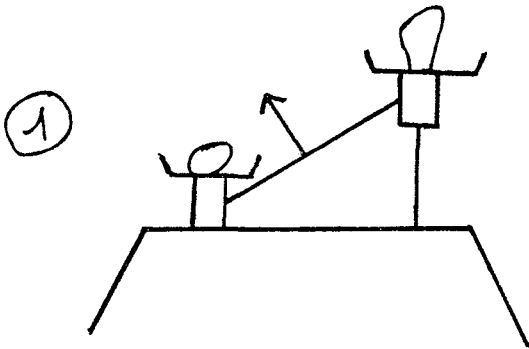


Prénom → Pierre

A) Prévisions



B) Note tes pesées successives



C) Conclusions

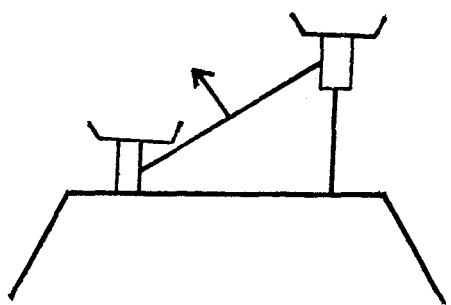
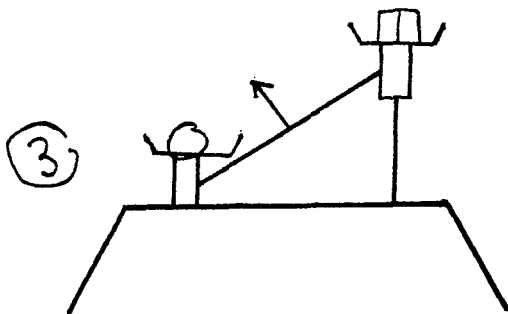
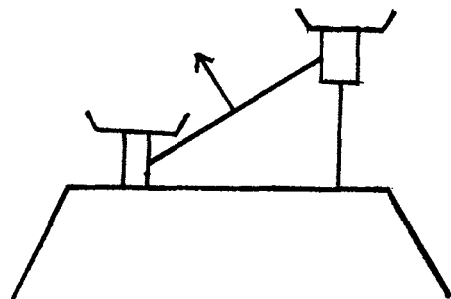
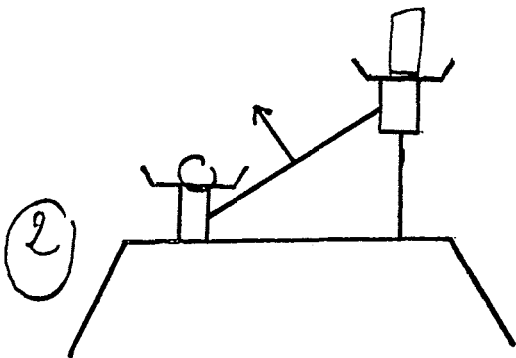
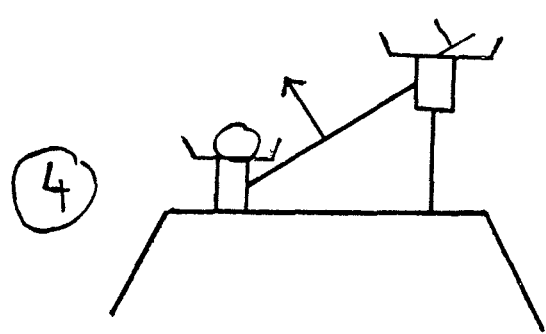
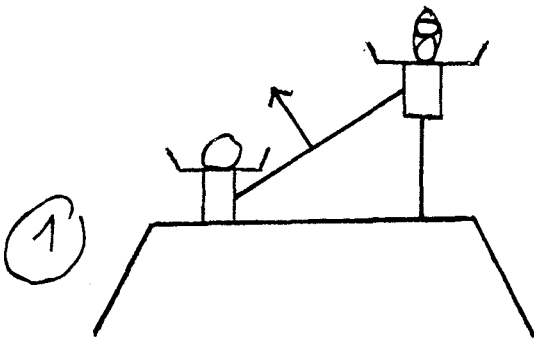


Prénom → Marc

A) Prévisions



B) Note tes pesées successives



C) Conclusions

