

# Les mobiles

Dossier paru, sous le label *la main à la pâte*<sup>®</sup>, dans la revue *LA CLASSE*, n° 164, décembre 2005.

*Même si elle s'inscrit dans le cadre d'une réalisation esthétique, la construction de mobiles amène les enfants à résoudre des problèmes qui relèvent du domaine scientifique nommé « Leviers et balances, équilibres ». Ces trois mots sont quasi indissociables dans les programmes de l'école primaire. Mais quels objectifs, quelles activités induisent-ils ?*

*Au cycle 2, il est question de découverte de quelques objets, de compréhension des usages d'un levier, d'une manivelle ou d'une poulie, ou encore d'engrenages. Tous ces objets présentent une rotation autour d'un axe.*

*Il ne suffit pourtant pas de jouer avec des engrenages ou de construire des mobiles pour apprendre... : « Un processus de réalisation d'objet technique permet à l'élève d'élaborer une démarche d'observation et de recherche. Cette réalisation peut être, pour l'élève, l'occasion de s'approprier quelques notions scientifiques de base ».*

*Centre de gravité, théorème des moments sont des notions sous-jacentes... mais absolument pas au programme de l'école primaire.*

*La construction de mobiles est particulièrement adaptée pour aborder les deux propriétés citées, dès le cycle 2.*

## LES COMPÉTENCES VISÉES EN FIN D'ÉCOLE PRIMAIRE

« Être capable de prévoir ou d'interpréter quelques situations d'équilibre, en particulier lorsque les forces qui s'appliquent ne sont pas à la même distance de l'axe.

Être capable d'utiliser les deux propriétés suivantes :

- Une GRANDE force a plus d'effet qu'une petite force si elle est appliquée à la MÊME distance de l'axe.
- Une MÊME force a plus d'effet si elle est appliquée à une plus GRANDE distance de l'axe. »

## Sommaire du dossier

### Séquence **CONSTRUIRE ET ÉQUILIBRER UN MOBILE** ; Cycle 2

Fiche 1 - Qu'est-ce qu'un mobile réussi ?

Fiche 2 - Construction d'un mobile à un fléau

Fiche 3 - Tracer des repères réguliers sur une baguette

Fiche 4 - Anticiper le mouvement du fléau

Fiche 5 - Un prototype de mobile plus complexe

#### **Prolongements : autres domaines, autre cycle**

Fiche 6 a - Dans le domaine de la langue

Fiche 6 b - Prolongements en arts visuels

Fiche 6 c - Prolongements dans le domaine des sciences :

- o À la découverte d'autres objets
- o Les outils et les ustensiles de cuisine

Fiche 7 - « Le mobile numérique » (Cycle 3). Prolongement en technologie et mathématique

**Annexe 1** : Documents labellisés et ressources

**Annexe 2** : Informations scientifiques

## LES MOBILES AU CYCLE 2

### SÉQUENCE : CONSTRUIRE ET ÉQUILIBRER UN MOBILE

*De l'observation et de la description de mobiles présentés par le maître émergeront quelques notions scientifiques (équilibre, horizontalité) qu'il conviendra de préciser.*

#### Enjeux de la séance :

- comprendre quel est l'objet que l'on va réaliser,
- en donner les caractéristiques essentielles,
- s'approprier ou mobiliser le lexique nécessaire.

**Matériel :** trois ou quatre mobiles à deux fléaux.

**Préparation de la séance :** construction de mobiles par l'adulte.

Le maître réalisera plusieurs mobiles à partir du matériel suivant :

- deux fines baguettes de (L=50 à 70 cm).
- figures géométriques de différentes tailles, découpées dans du carton un peu épais.
- fils (d'une couleur unique pour tous les mobiles : les élèves pourront ainsi les dessiner en utilisant cette même couleur, ce qui aidera à la représentation des lignes verticales).



Figure 1. Certaines figurines seront suspendues par des fils

## Fiche 1 - Qu'est-ce qu'un mobile réussi ?

Observation, description

L'enseignant présente un court moment les mobiles (achetés ou construits), dont les fléaux sont, pour certains, horizontaux, et pour les autres, pas. Sur l'un d'eux, les objets suspendus s'entrechoquent.

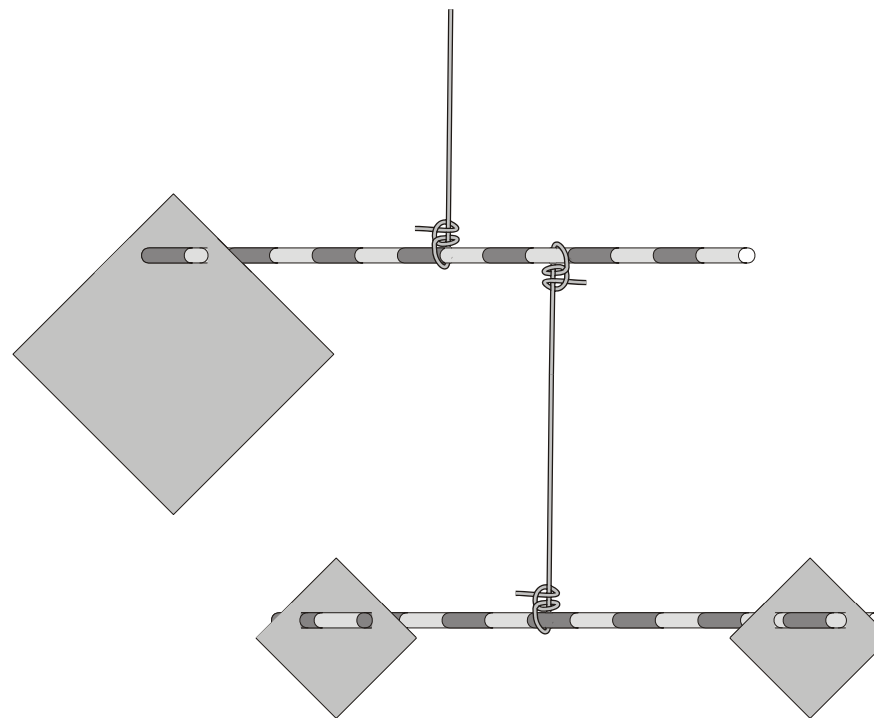


Figure 2. Sur ce mobile, les figurines sont directement enfilées sur les baguettes.

#### Phase orale

-Le maître demande de décrire les mobiles, et de discuter sur celui (ou ceux) qui leur semble(nt) « réussi(s) ». Après quelques minutes, il arrête la discussion.

#### Phase écrite

Chacun dessine le mobile qu'il choisit.

## Mise en commun

« Que faut-il pour que l'objet construit soit un mobile ? Comment sait-on que notre mobile est réussi ? ». Les enfants répondent en s'appuyant sur leurs écrits. Le maître met en valeur l'expression des critères de sélection, l'argumentation, le lexique utilisé. Il fait évoluer les commentaires en questionnant les enfants, pour leur faire préciser leur pensée. Il réutilise dans ses questions les mots prononcés par les enfants. Au fur et à mesure, il écrit au tableau le lexique qui sera utile lors de la séquence.

*Par exemple :*

- mobile
- fil, crochet, tige, baguette, fléau
- carré, cube, figurine...
- équilibre, horizontal, ça penche...
- droite, gauche
- loin de, près de...
- pencher, tourner, se cogner, s'entrechoquer...

## Qu'est-ce qu'un mobile?

Si l'on démarre la séance pas la question « qu'est-ce qu'un mobile ? » Les enfants évoquent d'abord les jouets et mobiles musicaux que l'on fixe dans les chambres des bébés. Sans transformer la séance en « leçon de mots », on pourra être conduit à faire préciser certains termes.

On peut faire rechercher des mots où l'on entend « mobil » : mobile, immobile, automobile, mobil home, immobiliser, mobilier, immobilier... que l'on réinvestira dans des phrases après en avoir précisé la signification.

## Les notions « horizontal » et « vertical »

*Que signifie « horizontal » pour les enfants ?*

Attention à ne pas installer de confusion entre les deux mots horizontal et vertical ! Il n'est pas nécessaire d'insister sur la verticalité, les fils de suspension, présents dans les mobiles, le seront toujours. Ce qui nous intéresse ici, c'est l'horizontalité du fléau.

*Repérage dans l'espace*

La notion de plan horizontal est au programme du cycle 3. Au cycle 2, on peut se contenter de repères visuels, globalement perçus. Rechercher des lignes horizontales dans la classe (mobilier, angles des murets, baguettes). Repérer ces lignes « droites » et « qui ne penchent pas » et « qui ne montent pas... ». Le maître peut afficher de grandes feuilles quadrillées, (papier bulle de coupe, par exemple) sur lesquelles des lignes horizontales sont retracées au feutre, et contre lesquelles l'enfant appliquera son mobile.

*Représentation et repérage sur papier*

Les enfants seront amenés à regarder des dessins, schémas ou photos de mobiles. Posée sur une table, plane et horizontale, toute ligne tracée sur la feuille est horizontale ! Les mots vertical et horizontal prennent alors le sens utilisé dans les mots croisés. De même, on parle du haut de la page et du bas de la page. Selon l'angle de photographie et la position des mobiles, des fléaux - horizontaux dans la réalité - pourront sembler ne pas l'être sur papier... et effectivement ne pas l'être au sens des « mots croisés ». Ne pas hésiter à mettre en relief les remarques sur le contexte d'utilisation des mots.

### Des temps forts dans les échanges

À l'occasion des échanges oraux, certains termes seront utilisés (horizontal, vertical, équilibre...), parfois à mauvais escient. Il faudra donc bien en fixer la signification exacte.

Échanges possibles autour des mobiles :

M : *Qu'est-ce qu'un mobile réussi ?*

*Il faut que ça bouge sans se gêner, faut pas que ça penche...*

M : *Est-ce qu'il doit bouger ?*

*Il doit tourner*

*Mais pas pencher*

M : *Que faut-il faire pour ne pas que ça penche ?*

*Il y a le même poids sur les deux côtés et c'est « droit ».*

M : *Les tiges de bois sont horizontales.*

## La notion d'équilibre

### le mot « équilibre » demande aussi un détour

« *Quand c'est en équilibre ça ne bouge plus.* »

C'est toujours vrai ! Même si le mobile est de travers, ou s'il s'est emmêlé... En toute rigueur, on peut utiliser le mot équilibre lorsque le fléau est stabilisé, même s'il n'est pas forcément à l'horizontale.

« *En équilibre ça doit tourner.* »

Sous entendu, rotation autour du fil de suspension, mais alors, ça bouge...

« *Pour que ce soit en équilibre, il faut le même poids de chaque côté.* »

Il s'agit d'une tentative d'explication d'un équilibre horizontal.

### Autres usages du mot équilibre

« *C'est quand on ne tombe pas : garder l'équilibre sur un vélo, une planche à roulettes... On se met en équilibre sur un pied, ou sur un fil, ou sur une poutre, ou sur les mains...* »

Mais est-on en équilibre sur deux pieds ? Sur le sol ? Bien souvent, dans le langage courant, être en équilibre sous-entend une position fragile, à la limite de l'instabilité.

### Raccourci dangereux !

« *Ce mobile est en équilibre ; le mobile est horizontal...* »

Le mot « équilibre » risque alors de devenir synonyme d'horizontal ... Ce n'est pas le mobile, mais les tiges qui sont horizontales.

## Fiche 2 - Construction d'un mobile à un fléau... *aussi horizontal que possible*

*Lors de cette deuxième séance, les élèves seront amenés à découvrir, au fil de plusieurs essais, les différents paramètres qui entrent en jeu pour maintenir horizontal le fléau d'un mobile.*

### Enjeux

Faire prendre conscience au fur et à mesure des essais des enfants, des « variables » qui interviennent pour que le fléau d'un mobile se trouve en position horizontale.

### Formulation du problème posé

Le maître expose l'enjeu de la séance : il va s'agir de « réaliser un mobile à un fléau, sur lequel on placera 2 figurines. Le fléau devra être le plus horizontal possible. Pour cela, on pourra si nécessaire déplacer l'une ou l'autre figurine sur la tige. »

### Phase de recherche individuelle

Après avoir consigné dans son cahier de sciences le problème posé, chaque enfant essaie de représenter, par un schéma, le prototype du mobile qu'il souhaite construire (tenant compte de la contrainte évoquée). Il n'omettra pas de préciser le matériel utile et de justifier (éventuellement sous forme de dictée à l'adulte) les hypothèses qui l'on conduit à cette représentation.

### Réalisation d'un prototype (par deux)

Chaque élève, aidé de son camarade, réunira le matériel utile pour construire son mobile. Une fois celui-ci terminé, il consignera ses observations et commentaires éventuels dans son cahier de sciences.

### Mise à disposition du matériel

On distribuera à chaque groupe de 2 enfants le matériel suivant :

- un dispositif qui permette de suspendre des mobiles.
- des figurines créées par les élèves eux-mêmes, avec le matériel suivant : ciseaux, double-décimètre, crayon à papier, compas.

## Synthèse collective

Lors de la synthèse collective, on résumera les différents cas de figure qui conduisent à maintenir le fléau horizontal.

## Trace écrite sur le cahier de sciences

Il ne s'agit pas, bien sûr, de faire copier les phrases proposées ici, mais de formulations équivalentes produites par la classe :

" Ce que nous avons découvert : nos conclusions"

### Dans le cas de feuilles pliées

Pour que le mobile soit en équilibre horizontal,

- si les deux feuilles suspendues sont identiques, il faut les placer à la même distance du fil.
- si les deux feuilles sont différentes : la grande feuille pliée doit être plus proche du nœud que la petite.

### Dans le cas d'utilisation de carrés

Pour que le mobile soit en équilibre horizontal,

- si les deux carrés sont de même taille, il faut les placer à la même distance du fil.
- s'ils ne sont pas de la même taille, il faut que le grand carré soit plus proche du nœud que le petit.

Dans les deux cas, pour équilibrer le mobile, je peux déplacer une figure, ou le fil de suspension. Mais alors, le fléau n'est plus suspendu en son milieu...

## Les dispositifs de suspension

Pour effectuer les tests d'équilibre au cours de la construction, l'enfant doit pouvoir suspendre le mobile, l'ajuster, le dessiner, sans gêner ses voisins. Il conviendra donc de mettre en place des dispositifs de suspension des mobiles, à une hauteur qui lui soit accessible.

Ils pourront prendre la forme suivante :

-2 bouteilles de 2 litres, remplies de sable ou d'eau, en haut desquelles on fixe, avec du ruban adhésif, une tige horizontale (50 ou 60 cm) qui servira à attacher le fil de suspension du fléau.



*On peut aussi fixer un tasseau (ou manche à balai) entre deux tables de classe, ou prévoir un fil à linge tendu entre deux meubles...*

*Penser également aux « briques » et « tiges » utilisées parfois en EPS...*

Enfin, s'il fait beau, on peut s'installer dans le préau ou dans la cour. Il faudra, dans ce cas, étudier la sécurité des déplacements et le confort des élèves pour les activités d'écriture autour des mobiles...

- 4 brochettes en bois (dont on aura coupé, au sécateur, le bout pointu, pour équilibrer la tige)
- du fil (cf. encadré)

Pour suspendre le mobile, marquer d'un trait le milieu de la tige, y nouer une extrémité du fil, et attacher un trombone déformé, que l'on utilise comme crochet, à l'autre extrémité du fil.

## Les figurines

L'équilibre du mobile ne dépend pas des surfaces des figures suspendues, mais de leur masse. Toutefois, à épaisseur et matériau constants, la masse des figurines est proportionnelle à leur surface.

**1<sup>re</sup> possibilité** : avec deux feuilles A4

« Grande » figurine : une feuille A4 (pliée en 4)

« Petite » figurine : un quart de feuille A4

Les figurines seront perforées d'un trou après pliage.

Par ce simple pliage, les enfants se rendent mieux compte qu'ils ont quatre fois plus de matière d'un côté que l'autre. Mais un pliage en « cocotte » ou toute autre figure d'origami convient aussi.

**2<sup>e</sup> possibilité** : carrés découpés dans une fiche bristol

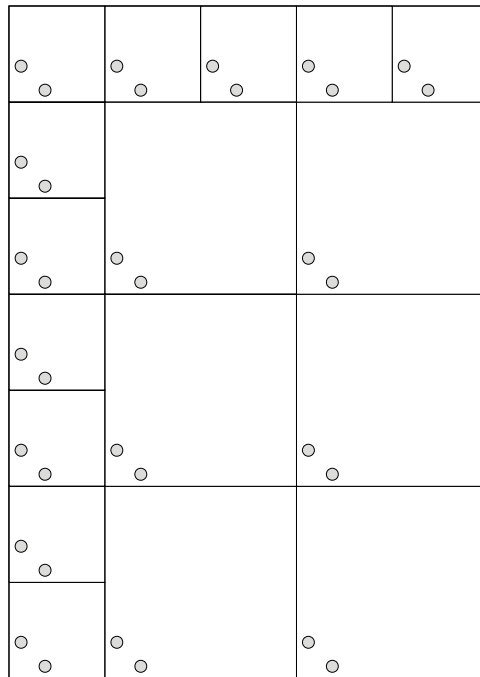
Plan de coupe sur une page A4 :

Il suffit de 4 grands carrés (8cm de côté) et 4 petits (4cm de côté) pour deux enfants. Les ronds indiquent les points de perforation. On enfilera les carrés sur les tiges de brochettes par les deux trous.

Dans ce cas, les enfants considèrent spontanément que le plus grand carré est plus lourd que le petit.

**3<sup>e</sup> possibilité** : figurines personnalisées

À partir d'un pavage régulier, on peut découper toutes sortes de figurines qui respectent ce rapport de surface (et donc de masse) d'environ 1 à 4.



### Observation et discussion (par groupe de 4 à 6)

Les binômes d'élèves précédents se réunissent, formant à présent des groupes de 4 à 6 élèves, pour mettre en commun leurs réalisations et comparer les résultats obtenus : explications, entraide, échanges permettront à chaque groupe de choisir un ou deux mobiles à présenter à la classe.

*Remarque* : plusieurs cas de figure répondent à la consigne. Le mobile peut en effet comporter 2 « grandes » figurines, 2 « petites », ou bien encore une « grande » et une « petite ».

### Communication à la classe

Les réalisations choisies sont suspendues, au fur et à mesure, dans l'espace de regroupement, où un rapporteur est chargé d'expliquer les essais des différents membres de son groupe (ou les essais successifs d'un). Par un questionnement adapté, le maître amènera les élèves à commenter les erreurs commises et à décrire la démarche adoptée pour que le fléau soit en position horizontale.

### Fiche 3 - Construire et équilibrer un mobile

*Des repères réguliers sur une baguette*

*Pour visualiser, d'un seul coup d'œil, la distance qui sépare les figurines de l'axe du fil, les élèves placeront des repères de couleur sur les baguettes. Ce sera aussi l'occasion de réviser le travail sur les mesures.*

Telle qu'elle est présentée ici, cette séance permet l'évaluation ou le réinvestissement d'un travail sur les mesures :

- tracé de repères équidistants,
- utilisation de la règle graduée. (On pourrait aussi utiliser le report d'un étalon unité).

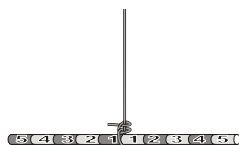
#### Enjeux

Indiquer des zones de couleur sur les baguettes, afin de repérer facilement à quelle distance du fil les figurines sont accrochées.

#### Tracé des repères

Le maître marque d'un trait le milieu du fléau. À partir de ce trait, les élèves devront :

- délimiter des zones de 3 cm de large. Ils tracent les repères au crayon. Pour des baguettes de 30 cm de long ;
- tracer des repères au crayon (pour des baguettes de 30 cm, on définit ainsi 5 zones de chaque côté ;
- valider leur tracé en posant deux baguettes côte à côte, avec comme repère les milieux, qui doivent se toucher) ;
- avec les crayons-feutres, colorier chaque zone de manière à pouvoir repérer facilement la position d'une figurine sur la tige.



asymétrique



symétrique

### Coloriage des zones : plusieurs repérages sont possibles

#### Repérages symétriques

Avec une seule couleur de feutre

5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
(rien)	bleu	(rien)	bleu	(rien)	(rien)	bleu	(rien)	bleu	(rien)	bleu

avec 2 à 5 couleurs

5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
bleu	rouge	vert	jaune	orange		orange	jaune	vert	rouge	bleu

#### Repérage asymétrique

Ces méthodes permettent de différencier les côtés de la tige.

5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
bleu	rouge	vert	jaune	orange		violet	vert	noir	rose	gris

ou encore :

5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
bleu	(rien)	bleu	(rien)	bleu		(rien)	bleu	(rien)	bleu	(rien)

#### Mise en commun

Les élèves n'auront pas tous choisi les mêmes repérages. Lorsqu'on aura placé quelques figurines, une discussion émergera sur la nécessité de :

- parler en zone numérotée à partir du centre ;
- d'identifier les côtés.

Les mots gauche et droite sont peu fonctionnels sur un mobile en rotation, mais il est pourtant nécessaire de différencier les deux côtés des fléaux.

Les solutions asymétriques le permettent. Pour la suite, nous proposerons de choisir une couleur par côté. Les enfants pourront alors préparer d'autres baguettes sur cet exemple :

		côté bleu			milieu			côté rouge		
5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
bleu		bleu		bleu		rouge		rouge		rouge

## Fiche 4 - Anticiper le mouvement du fléau

Cette séance peut se découper en deux étapes, ou se présenter sous la forme d'ateliers, car elle propose aux élèves quatre variantes d'un même problème.

### Enjeux

Émettre des hypothèses et les vérifier par l'expérimentation. Le problème sera posé en ces termes par le maître, oralement ou par écrit. Que va-t-il se passer si on accroche...

- 1- une figure identique de chaque côté
- 2- un « petit carré » (A) d'un côté, un « grand » carré (B) de l'autre
- 3- plusieurs petits carrés A d'un côté, 1 seul B de l'autre
- 4- plusieurs B d'un côté, 1 seul A de l'autre

### Mise en œuvre

#### Phase 1 : représentations

Pour chacun de ces 4 cas de figure, les élèves devront individuellement, et par écrit (sur leur cahier d'expériences), faire une proposition et la représenter : de façon schématique, ou en collant des bandes de papier (pour représenter les baguettes) et des morceaux de papier (pour figurer les carrés de bristol).

Ci-dessous, exemple de schématisation traduisant les situations 1 et 2.

*Situation 1 : une figure identique de chaque côté milieu*

Côté bleu					Côté rouge				
5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
	Petit carré							Petit carré	
Ce que je pense : Dessin ou codage, justification									
Ce que j'observe : Dessin ou codage, justification									

*Situation 2 : un « petit carré » (A) d'un côté, un « grand » carré (B) de l'autre*

Côté bleu					Côté rouge				
5	4	3	2	1	1	2	3	4	5
				Petit carré					Grand carré
Ce que je pense : Dessin ou codage, justification									
Ce que j'observe : Dessin ou codage, justification									

#### Phase 2 : prévisions

Chaque enfant devra inscrire l'effet prévu (anticipation), sous forme de codage dans la case « Ce que je pense ».

Exemple :

Le fléau sera horizontal : \_\_\_\_\_  
 parce que : .....  
 Le fléau penchera (préciser alors de quel côté) ↙ ou ↘  
 parce que : .....  
 La situation ne permet pas de se prononcer ⊗  
 parce que : .....

#### Phase 3 : justifications

À l'écrit ou oralement (auprès de l'enseignant ou des élèves de son groupe), l'enfant devra justifier son hypothèse en utilisant les mots adéquats (inscrits pas le maître, sur une affiche, au fur et à mesure des séances).

#### Phase 4 : expérimentations

Chaque enfant vérifie son hypothèse en plaçant sur son mobile les carrés de bristol.

#### Phase 5 : observations et commentaires

L'enfant observe et note son constat (d'équilibre ou de déséquilibre) sur la ligne « ce que j'observe ». Il compare ensuite cette observation avec ce qu'il avait prévu, et tire des conclusions oralement.

- -s'il avait vu juste, il le note sur son cahier d'expériences
- dans le cas contraire, il dessine (sur son cahier d'expériences) ce qu'il a observé.



## Phase 6 : Mise en commun

Plus tard, il s'agira de :

- rendre compte, sur une affiche des travaux des groupes ;
- mettre en commun ces résultats au niveau de la classe. En cas de désaccord, on vérifiera de nouveau par l'expérimentation.

### Bilans possibles

#### Situation 1 : une figure identique de chaque côté

Les enfants arrivent à la conclusion que pour obtenir l'équilibre, il faut le « même nombre de carrés de chaque côté », ce qui peut se traduire par : « *lorsque nous avons deux carrés de même taille, il faut les mettre à la même distance du milieu (de l'axe)* ».

Relance possible du maître : « *Que se passe-t-il si on ne les met pas à la même distance ? Pourquoi ?* ».

On tente ainsi de se rapprocher de l'objectif de départ :

« Une MÊME force a plus d'effet si elle est appliquée à une plus GRANDE distance de l'axe. » (cf. I.O.)

#### Situation 2 : un « petit carré » (A) d'un côté, un « grand » carré (B) de l'autre

Les élèves proposeront des formulations telles que : « *Il faut mettre le grand carré au petit nombre, et le petit carré au grand nombre* », ce qui signifie que pour obtenir l'équilibre, le grand carré et le petit ne doivent pas être placés à même distance de l'axe.

Objectif visé : « une GRANDE force a plus d'effet qu'une petite force si elle est appliquée à la MÊME distance de l'axe. » cf. I.O.)

#### Situation 3 : plusieurs B d'un côté, 1 seul A de l'autre

Dans ce cas aussi, il faut modifier la distance par rapport à l'axe pour parvenir à l'équilibre horizontal : pour plus de facilité, on acceptera que les petits carrés soient accrochés alors par un seul trou, c'est plus pratique.

La justification se fera par combinaison des formulations 1 et 2 précédentes.

Cette situation est impossible à mettre en œuvre. On ne peut en effet obtenir une tige horizontale avec cette longueur de baguette. **Situation 4 : plusieurs B d'un côté, 1 seul A de l'autre**

La justification se fera, également, par combinaison des formulations 1 et 2 précédentes.

## Fiche 5 - Un prototype de mobile plus complexe

On reproduira la même démarche d'investigation pour construire un mobile à deux fléaux horizontaux.

*Le maître introduira la séance en expliquant aux élèves qu'avec le même matériel (baguette, fil, figurines) et en utilisant la même démarche, ils devront construire et équilibrer un mobile à deux fléaux. Comme d'habitude, le support de réflexion sera le cahier d'expériences.*

### Déroulement

Au sein d'un groupe, la démarche individuelle de l'enfant consistera à :

- dessiner le schéma d'un mobile à deux fléaux ;
- le réaliser et noter ses observations ;
- confronter les différentes réalisations et observations au sein du groupe et conclure ;
- au besoin, émettre de nouvelles idées : réaliser un nouveau mobile (avec l'accord du groupe), observer et conclure ;
- noter la synthèse collective réalisée au niveau du grand groupe classe.

### Les conclusions porteront sur différents aspects

#### L'assemblage

Au lieu de suspendre les figurines directement sur les baguettes, on peut les accrocher par des fils. Une question se pose alors : la longueur des fils influe-t-elle sur l'équilibre ? On encouragera les élèves à débattre... et à essayer ! (Seule la masse de fil intervient dans l'équilibre, mais si celui-ci est suffisamment fin, elle est négligeable par rapport à celle des figurines et des tiges.)

### Les procédures

Pour équilibrer le mobile vaut-il mieux commencer par le haut ou par le bas ? Dans un mobile à deux fléaux, si la masse de celui du bas est assez importante par rapport à celle de l'ensemble des figurines, il est difficile d'anticiper précisément sa position d'attache sur la première baguette. Il vaut donc mieux commencer « par le bas ».

## Les principes d'équilibre

On fera un rappel des différentes propriétés vues lors des séances précédentes.

En guise de conclusion, les élèves réaliseront un dernier schéma, en procédant de la façon suivante :

- Sur une feuille non quadrillée (50cm x65cm), dessiner un mobile à 2 fléaux en équilibre horizontal.
- reporter ensuite ce dessin sur le cahier d'expériences en essayant d'en respecter l'échelle.

## Fiche 6 b - Prolongement en arts visuels

On s'appuiera pour cela sur l'ouvrage suivant :  
Mouvements et équilibres, Cycle 1,  
coll. « doubles pages pour l'école  
maternelle », CRDP de Limoges.

Dans la séquence « mobiles au Cycle 2 », les élèves travaillent au départ sur des réalisations relativement simples.  
Il s'agit de ne pas produire un mobile trop esthétique, ou trop porteur d'affect, pour focaliser l'attention des élèves sur les problèmes d'équilibre. Le nombre, la taille, la forme des figurines suspendues évoluent, ainsi que le nombre de fléaux.

Le moment est venu de leur proposer une approche ludique, consistant à accrocher de menus objets à un grand mobile sans le déséquilibrer.

Les documents d'application des programmes, en éducation artistique, proposent de « constituer un trésor à partir de « petits riens » que les enfants ont dans leurs poches (papiers, objets, fragments d'objets, images). Les objets peuvent être peints, décorés, emballés, assemblés... »

-s'ils n'ont aucune expérience sur les mobiles, on amènera les enfants à s'interroger sur les conditions d'équilibre.

-si la séquence de construction de mobiles a été réalisée, il s'agit d'un réinvestissement.

Les élèves disposent du matériel suivant :

- baguettes de bois solides ;
- petits objets quelconques (fabriqués ou non par les enfants) ;
- ficelles ;
- balance de précision (pèse-lettre, ou balance de ménage électronique).

On espère que les élèves ne repasseront pas par un tâtonnement de type essai / erreur sans critère, mais qu'ils choisiront l'endroit de suspension en fonction de la masse de l'objet à suspendre (utilisation possible d'une balance), même s'ils doivent ajuster ensuite leur appréciation initiale.

---

## Prolongements : autres domaines

### Fiche 6 a - Prolongement dans le domaine de la langue

#### Les verbes qui expriment des « actions »

On pourra travailler sur les verbes qui traduisent un effort, ou un mouvement : pousser, tirer, tourner, appuyer, soulever, serrer, visser...

#### Les sens du mot mobile ?

On recherchera dans le dictionnaire les différents sens du mot mobile, sachant que l'adjectif qualifie « ce qui peut être mis en mouvement ».

1. Impulsion qui pousse à agir, motif, motivation
2. Corps en mouvement
3. Soldat de la garde nationale mobile
4. Type d'œuvre d'art imaginée par Calder, et dont les éléments, en général métalliques, entrent en mouvement sous l'action du vent (de l'air en mouvement).

## Fiche 6 c - Prolongement dans le domaine des sciences

### À la découverte d'autres objets

*Partons à la découverte d'autres objets (ciseaux, manivelles, agrafeuse...), dont une partie mobile se déplace autour d'un axe de rotation.*

« Une même force a plus d'effet si elle est appliquée à une plus GRANDE distance de l'axe. »

Cela peut se traduire en langage plus commun par : « Si je manque de force pour faire une action, je peux parfois utiliser un système de levier, et appliquer ma force en bout de levier ». De nombreux objets de la vie courante permettent d'aborder ces propriétés : une manivelle de taille crayon, ou simplement la porte de la classe qui pivote sur ses gonds.

*Attention danger : Il est plus facile de refermer une porte en la poussant au niveau de la poignée de son axe que près de son axe de rotation... Ce peut être l'occasion de présenter des comportements qui évitent les accidents.*

### Classement des objets (voir groupes page suivante)

D'une façon générale, sans tenir compte de leur contexte d'utilisation, les objets peuvent se classer selon les positions relatives de l'axe de rotation, du bras de levier, et de l'endroit où la force est appliquée. Ils peuvent aussi se classer selon que l'axe de rotation est fixe ou mobile.

### Les outils et ustensiles de cuisine

*Du moulin à légumes à la soupe en poudre.  
Du moulin à café au café en capsules de plastique...*

Les ustensiles de cuisine tels que les moulins à légumes ou à café deviennent des pièces de musée ou se négocient dans les brocantes... Ces ustensiles – lorsqu'ils sont encore utilisés - sont proposés en version électrique, à pile, sur secteur. Rien n'empêche pourtant de les étudier à l'école.

Il s'agit d'une entrée à la fois historique, technologique, géographique, car :

- des objets ayant la même fonction évoluent (moudre, écraser, presser, hacher, découper...) en utilisant des principes techniques différents
- des pratiques dans la préparation des repas diffèrent selon l'époque, ou le lieu
- objets témoins de la génération des grands-parents
- ustensiles utilisés aujourd'hui dans différents pays.

Les enfants manipuleront certains outils ou ustensiles pour réaliser une recette de cuisine ou fabriquer un objet. Ils réfléchiront à des tris d'objets en fonction, entre autres, de leur principe de fonctionnement.

Par exemple :

- ceux qui coupent,
- ceux qui hachent,
- ceux qui écrasent,
- ceux qui cassent ...

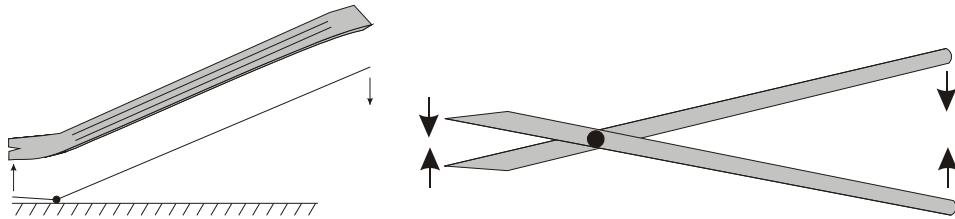
Au-delà de cette première classification, on peut les inciter à regarder comment l'objet permet d'assurer cette fonction, et de repérer dans chacun d'eux une partie qui tourne, une partie fixe..., puis d'observer « qu'est ce qui tourne autour de quoi quand on applique une force et quel est l'effet ? ».

## Groupe 1

On exerce une force en bout de levier, et l'objet qui résiste est de l'autre côté de l'axe. L'axe doit être beaucoup plus loin de l'endroit où on exerce une force que de l'endroit où l'on veut obtenir un effet.

Entre les deux se trouve l'axe de rotation. Il est fixe.

- On compte dans cette catégorie la pince-monseigneur (pied-de-biche, plume...), l'arrache-clou. Souvent, les bras de levier ne sont pas dans le prolongement l'un de l'autre (l'outil est coudé).

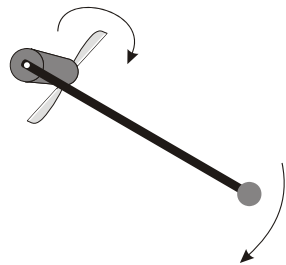


- Parfois, on double le levier, c'est le cas pour les ciseaux et la paire de pinces (tenailles, cisailles), qui portent bien la trace de ce pluriel dans leur nom. (Sur le même principe, on aura aussi la pince à linge, le coupe-ongles...).

L'axe de rotation est entre le point où l'on exerce une force et le point où l'on veut obtenir un effet. Il est encore fixe. Les manches de l'outil sont plus longs que les mâchoires.

### La manivelle

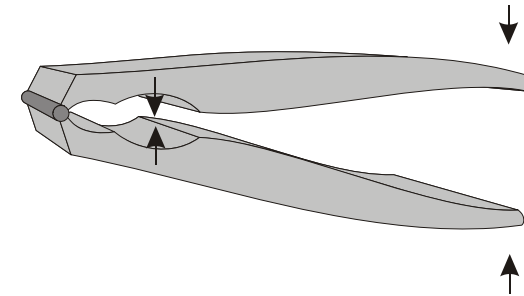
La force exercée sur une extrémité du bras de levier fait tourner l'axe. Elle permet de distancier le lieu d'application de la force et le lieu d'obtention de l'effet (il y a entre les deux la longueur de l'axe) ; Là aussi, le manche de la manivelle doit être plus long que les lames à l'autre bout de l'axe. L'axe est mobile.



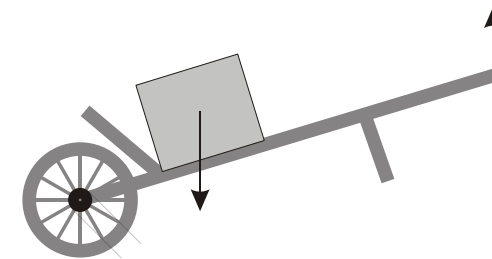
## Groupe 2

L'axe de rotation n'est pas entre le point où l'on agit et celui où l'on veut un effet.

C'est le principe des casse-noix, dénoyauteur, décapsuleur, tranchoir à pain, agrafeuse, perforatrice...



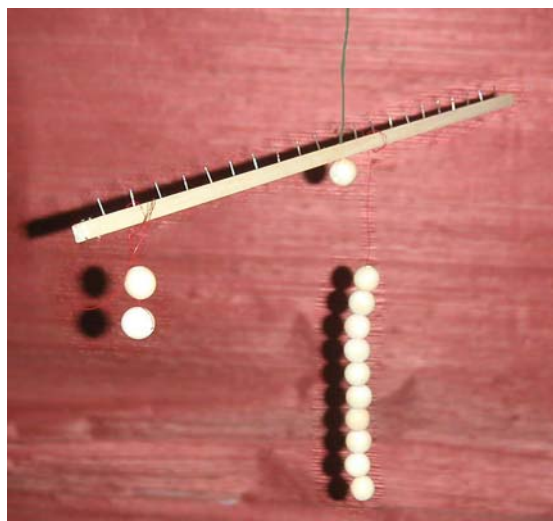
La brouette, le diable ont une particularité : l'axe est mobile car confondu avec celui de la roue (ou des deux roues). Là encore, la force exercée est beaucoup plus loin de l'axe que le point où l'on veut obtenir un effet (charge portée).



## Fiche 7 - Le mobile numérique. Cycle 3

### Prolongement en technologie et mathématiques

Dans le cadre d'un tutorat par des élèves du cycle 3 (ou fin de CE1), on réinvestira les connaissances acquises en proposant la réalisation d'un mobile numérique.



#### Construction du mobile

##### Phase d'observation

On donnera à l'observation des élèves un mobile numérique déjà réalisé, qu'ils devront décrire précisément avant d'émettre des hypothèses sur la façon de le reproduire.

De l'échange oral, le maître retiendra les propositions les plus pertinentes, qu'il consignera au tableau pour aboutir au résumé suivant :

- À partir du milieu (fil), faire un trait au crayon à papier tous les 25 mm.
- Faire un point au feutre, au milieu de chaque trait.
- Planter les clous sur chaque point.
- Numéroter les zones entre deux clous, à partir du milieu.

##### Phase de réalisation

Les élèves, regroupés en binômes, disposent du matériel suivant :

- un tasseau (L=55 cm section carrée de 1 cm), au centre duquel le maître aura fixé le fil de suspension
- 20 petits clous identiques
- une douzaine de grosses perles de même masse
- du fil à collier, légèrement métallisé (le fil doit être rigide pour permettre d'enfiler les perles, et de les suspendre aisément entre deux clous)
- un double-décimètre
- un crayon à papier.

Avec ce matériel, les enfants réaliseront (avec l'aide de leurs aînés de Cycle 3, et sous le contrôle du maître) la structure du mobile sur laquelle ils suspendront ensuite des perles.

Attention à l'équilibrage, à vide, qu'il faudra sans doute ajuster, peut-être en limant la baguette, ou en ajoutant de la matière à l'une des extrémités : clou, pâte à fixer, pâte à modeler, goutte de colle.

#### Utilisation du mobile numérique.

Il va falloir trouver plusieurs façons d'équilibrer le fléau, en suspendant les perles de chaque côté avec un fil à gauche et un fil à droite.

Comme d'habitude, les élèves commenceront par une recherche individuelle, suivie d'une mise en commun par groupe.

Présentation des travaux, puis construction d'un tableau récapitulatif.

Le maître affichera ensuite les travaux des groupes, en invitant les élèves à une discussion collective. Au fur et à mesure, il notera au tableau les propositions qui auront été validées, cette trace écrite (sous forme de tableau) étant reportée par chaque élève dans son cahier individuel.

Exemple :

<i>Gauche</i>		<i>Droite</i>	
<i>Nombre de perles</i>	<i>Zone</i>	<i>Nombre de perles</i>	<i>Zone</i>

Si l'on met la même quantité de perles sur chaque fil métallique, il faut les accrocher à la même distance du milieu.

- Si l'on ne met pas la même quantité, on pourra écrire :

3 perles en zone 2 équilibrent 2 perles en zone 3

4 perles en zone 2 équilibrent 2 perles en zone 4

1 perles en zone 5 équilibrent 5 perles en zone 1 etc.

La mise en commun permettra de noter toutes les possibilités trouvées par les élèves.

On travaillera aux différents codages des solutions proposées.

Certaines erreurs pourront s'expliquer par les défauts éventuels dans la construction du mobile (manque de précision).

### Quelques problèmes ouverts :

On pourra soumettre aux élèves quelques problèmes du type :

« *J'ai suspendu 4 perles sur le 3 à gauche. Comment équilibrer à droite ?* »

« *Trouvez quelques solutions d'équilibre, avec un maximum de 8 perles, que l'on suspendra par autant de fils qu'on le souhaite, à gauche et à droite.* »

Terminer la phrase : « *3 perles sur le 2, 2 perles sur le 3, et 2 perles sur le 4 peuvent s'équilibrer avec...* »

Les élèves écrivent sur leur cahier d'expériences les solutions qu'ils envisagent, puis ils utilisent le mobile numérique pour valider (ou invalider) leurs prévisions. À ce stade, on peut aussi utiliser des balances

« numériques » du commerce.

### Prolongements en mathématiques

On pourra travailler les notions de masses, d'unité de surface, et de proportionnalité. La masse des figurines est proportionnelle à leur surface si elles sont découpées dans la même matière...

On peut comparer les masses de carrés de papier de différentes tailles, leurs surfaces étant dans un rapport de 1 à 2 ou de 1 à 4.

On peut comparer les masses de carrés de papier de même taille, mais de grammage différent (papier, carton plume, bristol...)

### Documents d'accompagnement des programmes (CNDP, 2002)

- Sciences et technologie Séquence : Donnez- moi un point d'appui, je soulèverai le monde - C3

- Fiches connaissances : leviers et balances, fiche 24

### Document labellisé

- Mouvements et équilibres, coll. Double pages pour l'école maternelle ; CRDP Limousin.

### Séances en ligne sur les sites du réseau lamap

*www.inrp.fr/lamap, rubrique lamap près de chez vous.*

- Bergerac (24) Les mobiles Cycle 2

- GDES (74) Leviers et balances Cycle2

- Perpignan (66) Pour le cycle 3

1. Comment transporter un menhir ?

2. Equilibre d'une balance

3. Comment lever un pont-levis ?

4. Fabrication d'une catapulte

5. Les mobiles (C3)

- Loudéac (22) Équilibres et balances

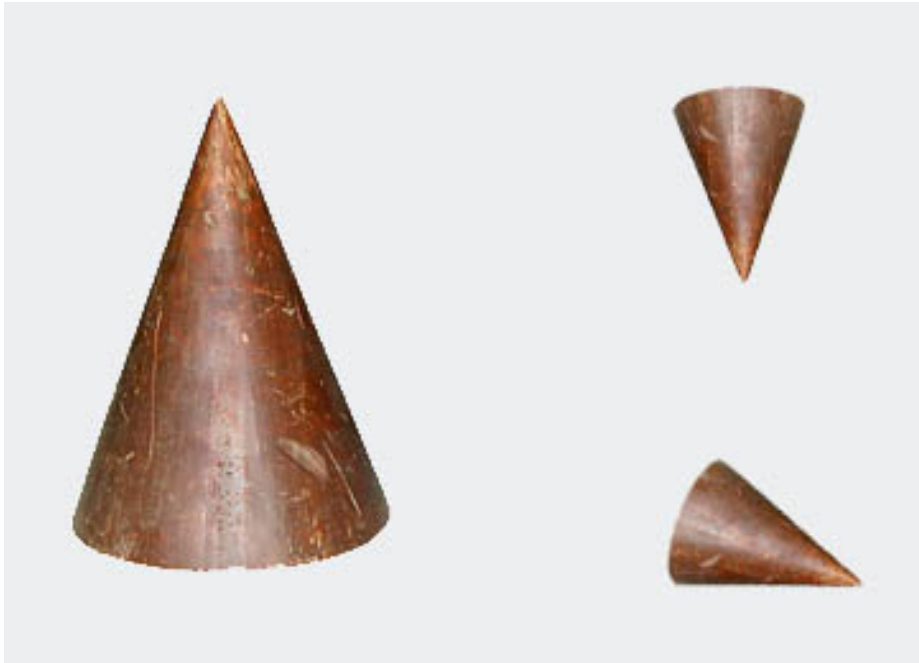
- Poitiers (86) Défi : ça balance...

## ANNEXE 1

## ANNEXE 2

### Informations scientifiques (pour les enseignants)

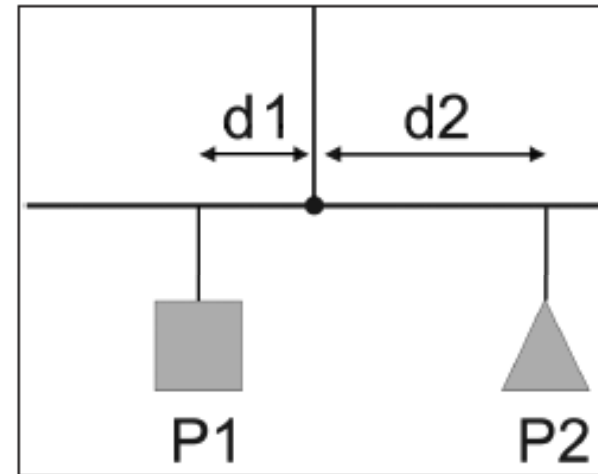
### Trois espèces d'équilibre : stable, instable, indifférent.



En posant le cône sur la base, on obtient l'équilibre stable.  
En posant le cône sur sa pointe, on obtient l'équilibre instable.  
En le posant sur la surface latérale on obtient l'équilibre indifférent.  
Un objet est en équilibre stable si, après avoir été légèrement déplacé de sa position d'équilibre, il y revient. Un objet est en équilibre instable si, après avoir reçu un petit déplacement momentané de sa position d'équilibre, il s'éloigne de cette position et n'y retourne plus. Un objet est en équilibre indifférent si, après avoir reçu un petit déplacement momentané, il reste en équilibre dans cette nouvelle position, ne tendant ni à s'éloigner de sa position initiale, ni à y revenir.

### Équilibre, dans le cas du mobile

Pour que la tige (ou fléau) reste en équilibre horizontal lorsque l'on accroche un objet de poids  $P_1$  d'un côté du fléau suspendu en son milieu à distance  $d_1$  de l'axe, il faut que d'autres forces s'exercent de l'autre côté.  
On suspend alors un autre objet de poids  $P_2$  à une distance  $d_2$  de l'axe. Cet objet, s'il était seul accroché à la tige, l'inclinerait en sens inverse.



Quand il y a équilibre, le moment de la force ( $d_1 \times P_1$ ) qui fait tourner dans un sens est égal au moment de la force qui fait tourner dans l'autre sens. On peut écrire :  $d_1 \cdot P_1 = d_2 \cdot P_2$ . Les distances  $d_1$  et  $d_2$  sont appelées « bras de levier ».

Pour équilibrer les mobiles, les enfants peuvent jouer sur 2 paramètres :

- le poids de chaque objet.
- La distance entre l'axe et le point de suspension de l'objet (bras de levier).

*Remarque : cette relation mathématique ne s'applique que dans le cas bien particulier où nous nous sommes placés : on suppose que le fléau à vide est bien équilibré c'est à dire que son poids  $P$ , s'exerçant sur l'axe lui-même, possède un moment nul et n'intervient pas dans l'équilibre.*

*Sinon, il faudrait tenir compte du poids du fléau et de la distance de son centre de gravité par rapport à l'axe et ajouter  $d \cdot P$  à  $d_1 \cdot P_1$  si le centre de gravité est à gauche de l'axe ou à  $d_2 \cdot P_2$  si le centre de gravité du fléau est à droite de l'axe.*