



Miroirs et réflexions

Ce dossier propose de faire le lien entre quelques notions relatives à la lumière - qui relèvent du programme de l'école primaire- et les objets comprenant des miroirs, qu'ils soient familiers des enfants, ou présentés par le maître.

On s'intéressera donc plus spécifiquement aux phénomènes de réflexion.

Avant de commencer

- Il se peut que l'élève n'ait jamais eu l'occasion, lors de sa scolarité en Cycle 1, de participer à des séquences relatives à « l'observation des effets de la lumière » (jeux de lumière et d'ombres, de miroirs, déformation de la vision avec des instruments d'optique simples...). Dans ce cas, il pourra alors être utile dès le CP de développer une séquence spécifique avant d'aborder le présent dossier, en s'inspirant des pistes pédagogiques proposées dans :
 - le dossier « Ombres et lumière », in *La Classe Maternelle* n° 165, janvier 2008.
 - la séquence « Mon ombre au soleil, et autres ombres ! » d'Elisabeth Plé (site www.lamap.fr > Activités)

Un questionnement pour lancer les activités

- Le démarrage peut se faire, avant toute manipulation, par un questionnement très simple : « Quels sont les objets dans lesquels on peut se voir ?, Qu'est-ce qu'un miroir ?, Que peut-on y voir ? » ou encore : « À qui servent les miroirs ? Où en voit-on dans la vie de tous les jours ? »...
Le fait d'inciter les enfants à donner, pour chaque cas cité, des précisions (la façon dont on se sert du miroir, sa position, ce qu'on y voit, qui l'utilise...) permet de compléter l'énumération effectuée par la classe et de la structurer au fur et à mesure des échanges.

Ce dossier est paru sous le label
La main à la pâte dans la revue
LA CLASSE; n° 188, avril 2008

UN MIROIR, C'EST ...

Pour se voir : vérifier l'image de soi, ou effectuer une action sur son corps (se laver, se peigner, se raser...). Au début du cycle 2, les enfants évoquent un contexte d'utilisation :

- *C'est pour se regarder tout seul.*
- *Ça reflète notre visage.*
- *Les mamans l'utilisent quand elles se maquillent.*
- *Les papas, pour se raser.*

Pour voir autre chose que soi : utiliser le miroir pour voir quelque chose de caché à la vue directe : la cuillère-miroir du dentiste, le périscope, le rétroviseur...

- *C'est pour voir si on s'est bien brossé les dents.*
- *C'est pour voir ce qui est derrière nous.*



Pour agir en secret : on peut communiquer avec des écritures codées ; on peut observer quelqu'un au travers d'une glace sans tain.

, **Pour se distraire :** les glaces déformantes, un kaléidoscope.

➔ *Vers les activités des séquences 1-2-3-4 et prolongements*

Ce dossier « Miroirs et réflexions » s'appuie sur les éléments scientifiques présents dans la fiche connaissance « Lumière et ombres » publiée en accompagnement des programmes. (Intégralité de la fiche dans la rubrique Documentation scientifique du site de La Main à la pâte.)

UN MIROIR, C'EST AUSSI ...

- D'autres fonctions des miroirs peuvent être abordées. « Y a-t-il d'autres choses que l'on peut faire avec un miroir ? »
 - *On peut attraper le soleil !*
 - *C'est pour faire bouger la lumière en même temps que le miroir*
- D'autres objets qui comportent des miroirs jouant ce rôle peuvent avoir déjà été rencontrés : miroir sous microscope, sous loupe, machine à effets de lumière multicolore, four solaire... ou tout simplement un double-décimètre règle en plexiglas...

➔ *Vers les activités de la séquence 5*

Séquence 1 : Le miroir, objet d'études - premiers enjeux (CP-CE1)

- Les miroirs sont présents dans notre vie quotidienne. Une séquence d'apprentissage où les enfants pourront en manipuler dans différentes situations se révèle riche en découvertes. Il s'agira d'abord de proposer, de susciter l'interrogation ou l'étonnement par la présentation d'un matériel nouveau.

Enjeux de familiarisation

- Pouvoir choisir la position du miroir en fonction de ce qu'on veut voir :

- Faire en sorte que l'enfant ne considère pas le miroir comme objet familier ou de jeu, mais comme objet d'études, et l'amener à entreprendre des investigations.
- L'amener à comprendre qu'on ne se voit pas « en vrai » dans un miroir. On voit un reflet, une image de soi.
- Enrichir et préciser le vocabulaire utilisé pour rendre compte des situations vécues : *miroir, verre, glace, reflet, image, plafond, à l'envers, droite, gauche ; symétrie, plan de symétrie, parallèle, perpendiculaire, orientation...* mais aussi vocabulaire désignant les parties du corps, les vêtements, les couleurs...

Matériel

- Le matériel nécessaire pour mener les premières activités est très facile à rassembler :
 - un grand miroir (fixe) pour la classe ;
 - un petit miroir (10 cm sur 15 cm environ) pour deux élèves.

« SE » VOIR

- Lors de la première séance, on peut ne pas donner de consigne précise. Dès qu'ils sont en possession de leur miroir, les enfants se regardent, et commentent ...
 - *C'est une glace, c'est pour voir si on est bien coiffé... Je vois ma figure.*
- En réponse à la consigne « Dessine ce que tu as vu dans le miroir », plusieurs réponses ont été constatées :
 - L'enfant ne se dessine pas, mais représente son visage à l'intérieur d'un cadre qui figure le miroir.
 - L'enfant se dessine, et trace un cadre dans lequel on voit ou non le reflet de son visage.
 - L'enfant se dessine, et « encadre » son visage : cette représentation donne à penser que l'on voit son visage au travers du miroir !
 - L'enfant se dessine, miroir à la main. Son visage se trouve ou non dans le miroir.



Ci-dessus, le miroir tient seul dans l'espace... et l'enfant n'y a pas dessiné de reflet. Est-ce l'envers du miroir que l'élève a voulu montrer ?



Premières réflexions à engager:

- Une question est de savoir si le reflet de notre visage reste sur le miroir, si on le tient bras ballant. On pourra interroger les élèves à ce sujet.
- L'image vue dans le miroir porte les mêmes couleurs que celles de l'objet réel. Les différences avec l'ombre sont à faire expliciter.
- Le miroir montre une image « inversée » : cette constatation est plus ou moins évidente selon la façon dont on le tient, À noter que l'inversion haut/bas est plus facile à repérer que l'inversion droite/gauche.



Si on lève la main droite devant le miroir, le reflet donne à penser qu'il s'agit de la main gauche. Une petite expérience consistera à placer un enfant (A) face au miroir, et un autre (B) à côté. Si les deux enfants lèvent la main droite, A constatera mieux l'inversion, en observant B et son reflet.

- On peut aussi voir autre chose que son visage dans un miroir.

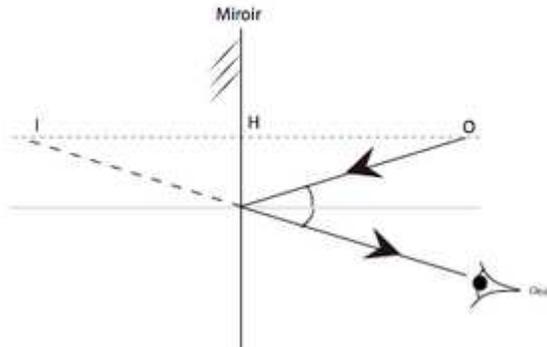
Pour relancer la situation, différents jeux vont les amener à orienter leur miroir dans une direction précise.



Compléments scientifiques pour le maître

Un objet, une image dans un miroir

Pour se refléter dans un miroir, un objet doit être éclairé et renvoyer de la lumière. Tout rayon de lumière issu de l'objet subit en arrivant sur le miroir un changement de direction avec un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence par rapport à la perpendiculaire au plan du miroir à son point d'arrivée, ces trois droites étant dans le même plan.



Il s'ensuit (cf. schéma) que ce que l'œil reçoit semble venir de derrière le miroir. L'ensemble des rayons qu'il reçoit dessine une « image » dite « virtuelle », c'est-à-dire qu'un écran placé en I ne fait pas apparaître l'image, cette image n'est visible que de la position de l'observateur. La position de cette image est symétrique de la position de l'objet par rapport au miroir ($OH = OI$) et ce qui est le plus près du miroir donne la partie d'image qui est la plus proche du miroir.

D'AUTRES IMAGES DANS LE MIROIR

Enjeu : Élargir le champ visuel grâce un miroir ; voir autre chose que soi.

Expériences :

Ce n'est que dans un deuxième temps que les enfants explorent l'ensemble de l'image réfléchie dans le miroir, et que certains remarquent qu'ils peuvent y voir les murs de la classe, des éléments de mobilier, d'autres enfants.

Un balayage permet, sans se retourner, de voir -sous forme de reflet dans le miroir- ce qui n'est pas dans notre champ de vision direct.

Mais ce champ visuel dans le miroir est aussi limité. Pour chaque position du miroir, on ne voit qu'une portion de l'espace.

TOI ET MOI

Enjeu : « Si ton œil voit mon œil, mon œil voit ton œil... »

Expériences :

- Deux enfants s'assoient face à un miroir : « Je me regarde dans le miroir, mais je ne vois pas que moi ! Que vois-je de mon voisin ? Quelles parties de mon corps mon voisin voit-il de moi ? »

- Un enfant est assis face à un miroir, un autre est debout derrière lui. Comment positionner le miroir pour que « j'aperçoive tes yeux et que tu voies les miens » ?

L'enseignant peut se placer derrière l'enfant et lui demander de le regarder dans son miroir. Il pourra, en captant son regard, vérifier que l'enfant place correctement son miroir.

- Plusieurs enfants sont debout : suffit-il de voir un enfant pour que lui aussi nous voie dans le miroir ? « Je vois tes jambes dans le miroir, est-ce que tu vois les miennes ? Que vois-tu de moi ?... »

PARCOURS OU OBJETS CACHÉS

Enjeu : Voir des objets qui ne sont pas dans le champ de vision direct (effet rétroviseur).

Déroulement :

- Muni d'un miroir, un enfant doit réaliser un parcours (matérialisé par des cordes ou dessiné à la craie) à reculons, sous l'œil de camarades qui veillent à ce qu'il suive parfaitement le chemin tracé. Dès qu'il s'en écarte, l'un d'eux prend sa place et les rôles sont inversés.

Il est très difficile pour les enfants de se diriger avec le miroir car l'image est inversée. Le contour du tracé devra donc être simple et le passage assez large ! Il ne s'agit pas d'une course mais d'un jeu d'adresse.

- Des images sont dissimulées sous les tables des enfants. À l'aide d'un miroir, chacun devra identifier, tout en restant assis à sa place, ce que représente cette image, puis dessiner la situation.

- Dès le CP, d'autres consignes pourront être proposées :

- Arriver à regarder un camarade placé derrière ou à côté de soi sans bouger la tête
- Orienter son miroir pour compter l'ensemble des élèves de la classe.
- Espionner l'arrivée d'un élève dans le couloir sans sortir de la classe.
- Observer le plafond sans lever la tête.
- Arriver à voir ses pieds sans baisser la tête.
- Arriver à voir toutes ses dents.
- Regarder derrière un obstacle.
- Se regarder à deux face à un miroir.

Séquence 2 : La symétrie des objets et des images (CP-CE1-CE2)

Enjeu : Découvrir les inversions, dans le miroir, de lettres, chiffres, prénoms ou objets, ainsi que les particularités de ces objets virtuels que sont les « images ».

- Au cours des activités précédentes, les enfants ont pu remarquer que les mots écrits sur le tableau ou sur les panneaux de la classe sont « à l'envers » lorsqu'on les regarde dans un miroir.

JEU DES LETTRES CAPITALES : MIROIR DEBOUT, LETTRE DEBOUT.

Matériel (pour 2 enfants)

- un miroir.
- petits chevalets comportant les lettres de l'alphabet en capitales (que les enfants auront éventuellement confectionné eux-mêmes).

But de l'activité

L'activité consistera à placer un chevalet devant le miroir et à constater (ou anticiper) l'effet d'inversion qui peut se produire selon la lettre choisie.



Étape de familiarisation

- Au cycle 2, il ne faudra pas négliger l'étape importante de familiarisation.
- Laisser manipuler les enfants, attendre qu'ils remarquent les régularités et les anomalies. La consigne pourra être : « Dessine sur ton cahier d'expérience chaque lettre et son image telle que tu la vois dans le miroir. Compare ton dessin à celui de ton voisin. » Il y aura peut-être des surprises, parles-en avec un camarade (de ton groupe, de ta rangée...). L'important est de faire verbaliser ce qu'ils voient.
- Leur donner l'occasion de tester plusieurs lettres. Faire formuler, lors d'un regroupement, que certaines « bizarreries » ont été observées, que des lettres étaient « à l'envers », sera d'autant plus évident si l'on donne d'emblée à quelques groupes (2 ou 3 élèves) uniquement des lettres dont l'image (dans les conditions de positionnement prévues) sont identiques à l'originale, à d'autres uniquement des lettres dont l'image est différente, et à d'autres encore un mélange des deux dans des proportions variées.

Faire anticiper avant de tester

- Dès le Cycle 2, on peut demander aux enfants ayant déjà fait quelques constatations d'inversions, de prédire ce que donnera l'image de la lettre avant de placer le chevalet devant le miroir. Après avoir vérifié leurs prévisions, ils devront formuler oralement ce qui les a éventuellement induits en erreur.

Organiser une investigation systématique sur l'ensemble des lettres (en capitales et en minuscules...)

- Après la mise en commun des observations, les enfants vont donc devoir classer les lettres selon que leur image se trouve ou non inversée dans le miroir.
 - Au départ, l'important est qu'ils comprennent la consigne. Il n'est pas nécessaire que tous les enfants testent toutes les lettres dans une même séance. Il peut être utile d'étaler cette activité sur plusieurs jours, sous forme d'ateliers, pour s'assurer que chacun aura eu le temps de manipuler toutes les lettres.
 - Lors d'une séance spécifique, le classement sera rapidement effectué, d'abord par groupes puis collectivement.
- La mise en commun des observations permettra de mettre en évidence que, dans le dispositif chevalet et miroir verticaux, les images des lettres A, H, I, M, O, T, U, V, W, X et Y sont identiques à la lettre correspondante. Dans un premier temps, les enfants diront que certaines lettres se voient « à l'envers », d'autres à l'endroit.
Quelques lettres sont difficilement classées (N, S). Ce sont souvent ces mêmes lettres que certains enfants calligraphient « à l'envers ». Ce sera l'occasion pour eux de comprendre que cette inversion, qui leur vaut parfois des reproches, n'est pas un simple hasard, ou une fantaisie de leur part ! Elle est explicable.



De l'importance de la consigne

- Quand on demande aux élèves de placer successivement chaque lettre de l'alphabet devant le miroir de façon à pouvoir observer son image, des choix sont alors à faire.
 - Faudra-t-il tester toutes les lettres ? par deux ? par groupe ?
 - Les élèves devront-ils écrire avant, après ou pendant l'action ?
 - Garderont-ils trace de l'ensemble des essais, d'une partie seulement ?
 - Plusieurs possibilités sont envisageables :
 - Demander aux enfants de « dessiner au fur et à mesure, sur leur cahier d'expérience, ce qu'ils voient dans le miroir », comme lors des premières séances.
- Remarque : S'ils ont des difficultés à représenter le dispositif complet (table, chevalet, miroir), ils ne garderont trace que de l'image de la lettre, et pas de la lettre elle-même. Cette trace sera-t-elle suffisante pour tirer des conclusions sur ce qu'ils ont vu ? Quand ils travailleront sur les lettres écrites en minuscules, sauront-ils s'ils avaient en main le p ou le b ?
- Leur demander de dessiner la lettre telle qu'elle est sur le chevalet, et de répondre à la question : « L'image vue dans le miroir est-elle identique à l'originale ? ». Ici la question est fermée, les enfants doivent répondre par oui

ou non. On oriente ainsi l'analyse de l'image de la lettre (identique ou non à son modèle ?) avant même que les enfants n'expérimentent.

Représentations dans le cahier d'expériences

- Du fait des difficultés qu'éprouvent les élèves de 6 ans à s'organiser sur la page, on peut choisir de fournir un tableau préparé, qui sera ensuite collé sur le cahier d'expériences.
- Une autre possibilité est de faire préparer à l'avance, sur le cahier, une structure d'accueil des constats, pour des élèves plus à l'aise avec l'écriture :
 - 1- Recopier la liste des 26 lettres, à raison d'une par ligne ;
 - 2- Prévoir un espace de 3 carreaux pour recopier l'image de la lettre telle qu'elle est vue dans le miroir ;
 - 3- Utiliser le reste de la ligne pour écrire- le cas échéant- un commentaire concernant le résultat obtenu.

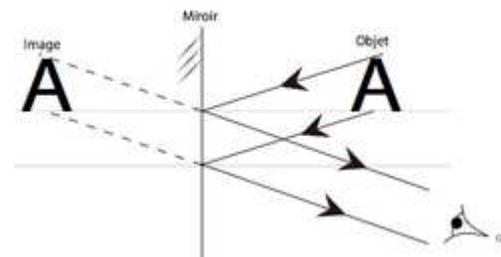
Cette procédure permet d'organiser le test – en individuel - de toutes les lettres.

- Pour les élèves de cycle 3, faire prédire et argumenter – avant manipulation - si l'image vue dans le miroir sera ou non identique à la lettre, et, dans la négative, quelle forme elle aura, nécessite de prévoir un espace permettant de dessiner « l'image prévue » (à remplir avant le test) et un espace pour justifier cette représentation.

Dans ce cas, on a intérêt à faire réaliser les prévisions par séries de 5 ou 6 lettres au maximum : l'élève écrira - après manipulation- si sa prévision était juste ou erronée. Il pourra ainsi améliorer ses prévisions sur les autres séries de lettres.

Compléments scientifiques pour le maître

Les symétries



La forme de l'image est toujours symétrique de celle de l'objet par rapport au plan du miroir : une main droite a pour image une main gauche, mais la symétrie d'un objet peut entraîner des interprétations des images.

Ainsi, dans un miroir perpendiculaire à la page d'écriture (elle-même posée à plat sur une table) et placé parallèle à la marge de cette page, le A donne un A, le p donne un q (cf. figure a).

Si le miroir, toujours vertical, est parallèle au pied de page (ou au bord supérieur de la page), le A donne un A pieds en l'air, le p donne un b (cf. figure b).

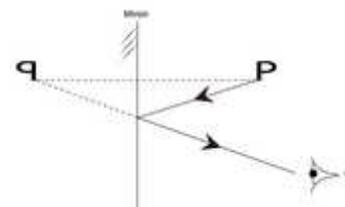


Fig. a : miroir dressé, lettre posée à plat, barre du P parallèle au miroir c'est-à-dire miroir parallèle à la marge de la page.

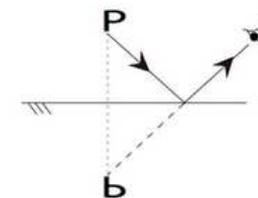


Fig. b : miroir dressé, lettre à plat, barre du P perpendiculaire au miroir c'est-à-dire miroir parallèle au pied de la page.

VARIABLES POUR DES SITUATIONS DE RÉINVESTISSEMENT

Enjeu : Différentes typographies, différentes couleurs, différentes tailles pour une même lettre permettront de voir ce que le miroir modifie et ce qu'il ne modifie pas. (i ou I... l ou L, a ou **ɑ**)

Explorer les symétries

- En observant l'ensemble des lettres dont l'image n'apparaît pas inversée dans les conditions d'observation prévues, on constate que ce sont « des lettres qu'on peut plier en deux ».

Si l'on colorie la partie droite du O d'une couleur, la moitié gauche d'une autre, le reflet du miroir n'est plus la stricte copie de la lettre ! Un miroir posé sur l'axe de symétrie vertical du A et du O permet de reconstituer la lettre complète d'une seule couleur.

Astuce matériel

Des surfaces métalliques font aussi de très bons miroirs, et il est facile d'en construire un en utilisant une feuille de papier d'aluminium. Il s'agit là de faire « fabriquer » un miroir pour que l'enfant comprenne sa conception, étant entendu qu'il ne résistera pas longtemps à un usage intensif en classe. On préférera le matériel scolaire spécifique ou les vrais miroirs (arêtes protégées) pour les activités de classe, et le papier miroir vendu à la feuille dans les magasins de création artistique pour les éventuelles constructions de kaléidoscope et périscope.

- On pourra aussi faire repérer, en faisant pivoter les miroirs sur les lettres B, C, D, E, H, I, K O, ou sur les chiffres 0, 8, 3, leur axe de symétrie « horizontal ». Là encore, le fait de colorier une partie du modèle permet de mieux se rendre compte de ses particularités : le haut de la lettre coloriée devient le bas dans le reflet, mais certaines lettres ont leur haut et leur bas identique ! On peut les plier à mi-hauteur.

Compléments scientifiques pour le maître

Le miroir

C'est une surface qui réfléchit une grande partie de la lumière qu'elle reçoit, de telle sorte qu'une image d'un objet peut arriver jusqu'à l'œil. (Rappelons que l'œil ne voit que la lumière qu'il reçoit.)

Cet effet de surface peut être obtenu avec du métal poli (corps opaque), mais aussi avec des corps transparents tels que du verre, du plexiglas ou de l'eau. On peut alors voir à la fois le reflet (la lumière qui revient vers l'œil à partir de la surface) et ce qui est au-delà de la surface (la lumière qui vient vers l'œil après avoir traversé la surface). De façon courante, un miroir est obtenu à partir d'un verre dont on argente la face postérieure.

Opaque, transparent

Un matériau est plus ou moins transparent, c'est-à-dire qu'il laisse passer de la lumière à travers lui. Cette transmission décroît avec l'épaisseur de matériau traversée et dépend de la lumière reçue (Il peut ne laisser passer que certaines couleurs.) Quand il ne laisse passer aucune lumière, on dit qu'il est opaque.

- Dans ces conditions, les enfants sont-ils capables d'anticiper ce qu'il va se passer si l'on écrit 585 ? 1 551 ? 800 008 ? 803 080 ? 888 000 ? (selon que l'on respecte ou non un espace entre la classe des mille et celle des unités simples, et selon les polices de caractères utilisées).

Changer les caractéristiques des lettres

- En proposant l'utilisation des minuscules, on fera encore d'autres découvertes, par exemple que les lettres imprimées n'ont pas toutes la même typographie.

- Avec certaines polices de caractères, les lettres o, x sont invariantes (en arial, ou lucida grande), ainsi que le l qui ne se conservait pas en tant que lettre majuscule. En baskerville semi-bold, o se conserve, mais pas le I, du fait de l'empâtement.

- Les plus grands pourront s'essayer à écrire des mots dont ils pensent qu'ils ne seront pas modifiés, en précisant dans quelle position respective du miroir et de la lettre, avant de tester. L'étiquette du mot papa peut donner baba (en schoolhouse printed ou century gothic) si le miroir est placé perpendiculairement aux pattes des p.
- Découvrir les particularités de certains mots : radar se lit de la même façon de gauche à droite et de droite à gauche. Que se passe-t-il avec ces mots dans un miroir ?

Prolongements dans d'autres disciplines

Cycle 2 : vers des situations de symétrie et de pliage prévues dans les manuels de mathématiques, mais aussi des travaux sur la symétrie apparente du corps, du visage, empreintes des mains et des pieds. Pliages, découpages, ribambelles...

Cycle 3 : identifier des symétries parmi des figures comprenant des reproductions à l'identique, des agrandissements d'une image, des symétries.

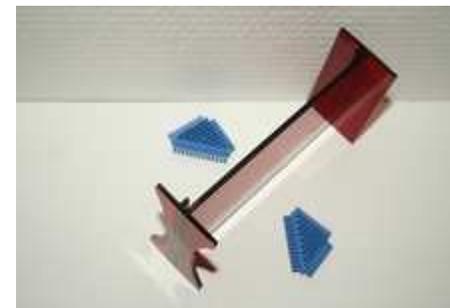
Séquence 3 : utiliser un miroir transparent coloré

Enjeux

- Repérage de l'équidistance de l'objet et de l'image au plan de symétrie.
- Repérage de l'orientation des objets, de la conservation des formes et des couleurs.

Matériel (pour 6 élèves)

- Assortiment de blocs logiques, dont certains en double.
- Cubes.
- Plaque miroir transparente.
- Miroir opaque (§ « Exploration 2 »).



Penser à faire observer la répartition des objets en regardant par-dessus le miroir.

EXPLORATION 1 : LE MIROIR NE MODIFIE PAS LA FORME NI LA COULEUR DE L'OBJET

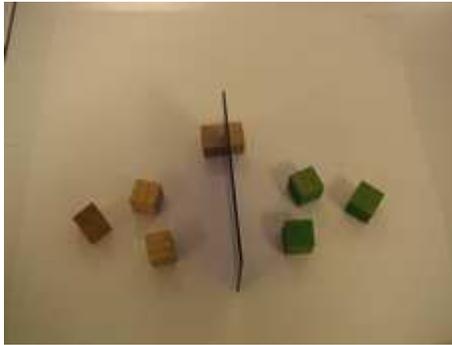
- L'enseignant pose un objet (bloc logique) devant le miroir, et donne la consigne de :
 - choisir, parmi les blocs logiques disponibles, un objet semblable à ce modèle (forme, taille) ;
 - le positionner convenablement (distance, orientation) de l'autre côté du miroir transparent, en regardant à travers.

Par tâtonnement, les enfants trouveront la position exacte qui permettra la superposition à l'image.

Remarque : Un plexiglas coloré ne permet pas de discuter de la couleur de l'image. Seul un réel miroir permet de vérifier que le bloc logique jaune a une image jaune.

Les enfants regarderont ensuite par-dessus le miroir pour constater que les deux cubes sont placés symétriquement par rapport à lui.

- Pour complexifier la tâche on pourra augmenter le nombre et la diversité des objets placés simultanément face au miroir.



EXPLORATION 2 : PREMIÈRE APPROCHE DE LA SYMÉTRIE PAR RAPPORT AU PLAN DU MIROIR

- Les enfants placent un cube devant le miroir opaque, puis un autre derrière, à la place où ils estiment que l'image de cet objet se formera. Le miroir est ensuite remplacé par une plaque miroir transparente colorée. Ils ajustent alors le miroir et/ou les cubes pour que l'image du premier cube se superpose exactement avec le « cube image » qu'ils ont posé. Cette manipulation leur permettra un retour critique sur leur prévision, et donc d'améliorer les anticipations dans les manipulations qui suivront.



Image d'un pavé dans le miroir.

Astuce matériel

Ce chevalet (proposé par Celda) comporte deux plaques superposées : une transparente colorée, et une opaque qui peut se glisser derrière elle. On peut ainsi passer de la situation miroir opaque à la situation miroir transparent. Penser à faire observer la répartition des objets en avec un minimum de manipulation.

TRACE ÉCRITE

Des écueils à éviter

- Il est très difficile, dans cette situation, de faire dessiner l'emplacement attendu des objets. En effet, s'il est aisé de représenter le contour des cubes sur une feuille de papier placée sous les miroirs et les cubes, on ne voit pas dans le miroir « l'empreinte au sol » de l'image : on voit seulement ce qui fait face à l'observateur. Imaginer l'empreinte du cube correspondant à cette image est une opération abstraite.

Dès le Cycle 2 : une approche plus quantitative est cependant possible avec une figurine découpée

- Si l'on utilise des figurines découpées au lieu des cubes ou blocs logiques, il est possible de garder une trace écrite de cette activité en plaçant l'ensemble des objets sur une feuille de papier et en marquant au crayon la position du miroir. Dans ce cas, les enfants devront :
 - commencer par dessiner le contour des objets sélectionnés ;
 - dessiner ensuite les emplacements supposés des images de l'autre côté du miroir ;
 - enfin, comparer l'image dessinée à celle vue au travers du plexiglas.

Remarque : Le retournement de certaines figures ne sera pas nécessaire, selon leurs axes de symétries éventuels. En pliant la feuille de travail le long d'un trait qui indique l'emplacement du miroir, et en plaçant cette feuille contre une vitre, on pourra vérifier la superposition des contours, donc la symétrie de l'image. En effet, le plan de symétrie est alors réduit à un axe de symétrie, dans la mesure où tout se passe dans le plan de la feuille.

Au Cycle 3 : construire des images

- Dès le CE2, une mesure précise des distances peut être réalisée.
 - En utilisant du papier quadrillé (par exemple, grande feuille appelée « bulle de coupe », 100 × 65 cm, quadrillée 1 × 1 cm) : il faudra pour cela placer la plaque de plexiglas sur une ligne au centre de la feuille, et chercher la meilleure façon d'utiliser les angles droits du quadrillage pour évaluer les distances.
 - Avec du papier uni : les enfants devront repérer les distances d'un coin de l'objet, et de son image, à l'axe de symétrie, en utilisant une équerre.

- Les mêmes situations seront proposées ensuite avec 2 miroirs ouverts en portefeuille. On pourra ainsi évaluer les élèves dans leur compréhension des réflexions, notamment par leurs facultés d'anticipation, puisque le dispositif de repérage des objets et des images leur sera familier.

AUTRES INVESTIGATIONS : LES MIROIRS NON PLANS



- On suggérera aux enfants de :
 - rechercher dans leur environnement des surfaces réfléchissantes (vitres, meubles, sols, cuillers... mais aussi flaques...);
 - essayer de déformer un miroir (par exemple, un miroir souple présent dans certaines boîtes de maquillage ou de pansements) et constater l'incidence de cette modification sur l'image.

Complément scientifique pour le maître

Les miroirs non plans

Si le miroir n'est pas plan, il peut être considéré comme une juxtaposition de petits miroirs plans dans des orientations un peu différentes : l'image globale est alors « déformée ». Il y a des miroirs plans et des miroirs courbes (convexes, c'est-à-dire bosse vers nous, concaves, c'est-à-dire creux vers nous). Les miroirs plans donnent une image de même taille que l'objet, non déformée. Les miroirs courbes donnent une image déformée de l'objet car ils modifient sa taille de façon non isotrope.

Séquence 4 : Jouer sur l'orientation de deux miroirs

Enjeux

Cycle 2

- Constater que les miroirs reflètent les objets réels, mais aussi les images.
- Réussir à multiplier une image avec plusieurs miroirs.

Cycle 3

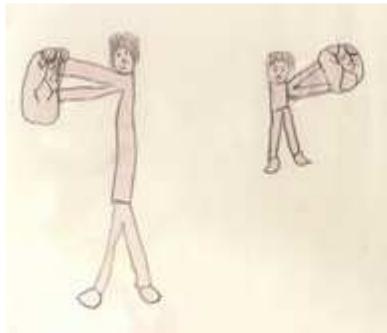
- Approcher de façon empirique la relation entre l'angle de deux miroirs et le nombre d'images multiples observables.
- Comprendre le rôle des miroirs dans un kaléidoscope, un périscope.



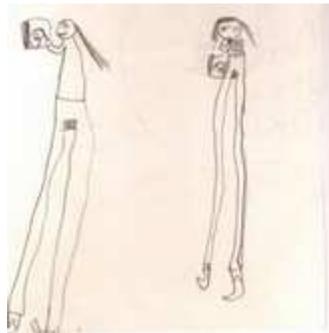
A – Miroirs face à face, enfants dos à dos.



B – Miroirs face à face, enfants à la suite l'un de l'autre.



Dessin d'enfant A



Dessin d'enfant B

FAMILIARISATION

- Dans un premier temps, les enfants utiliseront les miroirs pour se voir, se dessiner, puis étudieront l'image d'objets ou leur propre image.
 - On cadrera la situation au départ en imposant qu'un des miroirs soit fixe.
 - On pourra travailler ensuite sur les images obtenues avec deux miroirs mobiles mais placés dans des positions respectives particulières.

EXPLORATION : DEUX MIROIRS ASSEMBLÉS

Matériel (pour 2 élèves)

- 2 miroirs assemblés par la tranche (les faces réfléchissantes se faisant face).
- Petits personnages.



Déroulement

- Les élèves remarquent aussitôt la multiplication des images lorsqu'ils placent un objet dans l'angle constitué par les deux miroirs. Comme tous les groupes n'obtiennent pas d'emblée une même multiplication, l'enseignant encouragera les enfants à aller regarder dans l'ensemble des miroirs, sans les bouger.

Ainsi, ils constateront – et s'étonneront de ce fait.

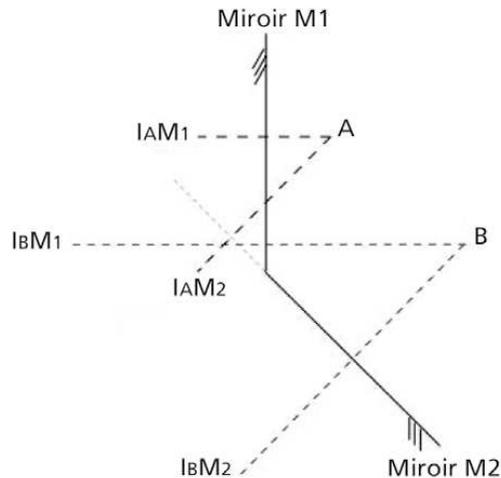


- Leur première idée est d'évoquer la distance de l'objet aux miroirs pour expliquer cette différence, ce que la vérification expérimentale infirmera. Très vite, ils mettront en relation l'ouverture des deux miroirs et le nombre d'images observées. Par ajustements successifs, ils réussiront à produire un nombre donné d'images.

Complément scientifique pour le maître

Deux miroirs

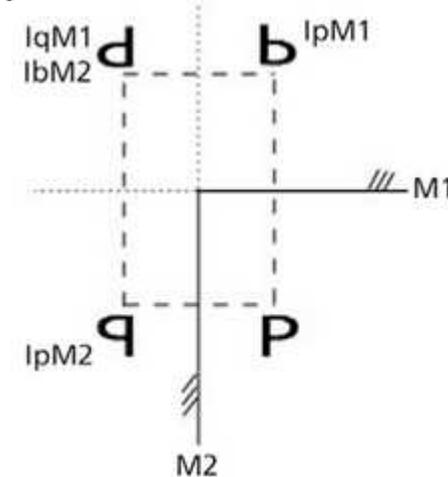
On peut obtenir une, deux, trois, quatre images ou même davantage d'un même objet selon l'angle entre les deux miroirs, leur taille, la position de l'objet et celle de l'œil par rapport aux miroirs.
Si l'angle entre les deux miroirs est proche de 180° (miroirs presque dans le prolongement l'un de l'autre), on peut voir une ou deux images.



IA M1 est l'image de A dans le miroir 1 et IA M2 est l'image de A dans le miroir 2.
IB M1 est l'image de B dans le miroir 1 et IB M2 est l'image de B dans le miroir 2.

Expérience : positionner un crayon près de l'articulation entre les deux miroirs, puis le déplacer parallèlement à l'un d'eux, puis à l'autre, puis le déplacer en diagonale à égale distance des deux miroirs ; repérer le nombre d'images, et la position de l'objet lorsqu'une des images disparaît. Puis changer la position de l'œil, en l'éloignant ou en le rapprochant de l'un des miroirs, et refaire le même trajet pour l'objet ; repérer les nouvelles positions pour lesquelles une image disparaît. Refermer un peu l'angle entre les deux miroirs. Selon la position du crayon et celle de l'œil, on verra deux ou trois ou quatre crayons. En effet outre l'image du crayon dans chacun des miroirs, on peut aussi voir dans l'un des miroirs l'image de l'image du crayon dans l'autre miroir. En procédant comme dans le paragraphe précédent, en plaçant l'objet au départ près de l'articulation entre les deux miroirs, on pourra essayer de repérer s'il s'agit d'une image primaire ou d'une image d'image.

Si l'angle entre les deux miroirs est de 90° , l'une des images (d) est aussi image d'image.



L'image de la lettre p dans le miroir M1 est la lettre b (IP M1).
L'image de la lettre p dans le miroir M2 est la lettre q (IP M2).
L'image de l'objet virtuel b dans M2 et l'image de l'objet virtuel q dans M1 sont toutes deux la lettre d.

- Au Cycle 2, les enfants concluront qu'en jouant sur l'ouverture de deux miroirs, on fait apparaître une multitude d'images.



Le triangle composé de losanges colorés
donne lieu ici à 4 images complètes (plus une image partielle).
L'ensemble (abstraction faite de l'image partielle) forme un pentagone.



- S'inscrit alors ici aisément, pour les élèves de Cycle 3, un travail sur les secteurs angulaires, à partir du repérage des ouvertures des miroirs.

En diminuant l'angle entre les deux miroirs, on peut voir de nouvelles images d'images. Deux miroirs face à face permettent de voir une infinité d'images !



1 jeton, 6 images.



1 coq, 2 images : le coq le plus à droite est une image d'image

- Les investigations se poursuivent avec 3 miroirs.

Trois miroirs

Le nombre de miroirs multiplie celui d'images possibles puisque l'objet peut se refléter dans chacun des miroirs et que chaque image peut avoir une image dans chacun des miroirs !



Le nombre d'images visibles dépend comme précédemment de la position de l'objet et de l'œil par rapport aux miroirs. Si les trois miroirs sont positionnés de telle sorte qu'ils forment un « tube » de section triangulaire, et si on observe par un petit trou percé dans un triangle qui obture une extrémité, on voit des images multiples des objets visibles par la fenêtre que constitue l'autre extrémité : on a fabriqué un kaléidoscope.

CONSTRUCTIONS D'OBJETS : FABRIQUER UN KALÉIDOSCOPE OU UN PÉRISCOPE

- Plusieurs approches sont possibles : le démontage d'un objet du commerce, ou encore la réalisation de prototypes à partir de conceptions enfantines. L'enseignant peut aussi présenter un kaléidoscope qu'il a lui-même construit, et que les enfants devront reproduire.
- Si l'on ne dispose pas de papier miroir, compte tenu des arêtes coupantes des miroirs, c'est l'enseignant qui les associera par trois à l'aide de ruban adhésif pour former un prisme.

Extrait des programmes de mathématiques C3 : géométrie

- Les figures planes : le carré, le rectangle, le losange, le parallélogramme, le triangle et ses cas particuliers, le cercle.
- Les solides usuels : cube, pavé droit, cylindre, prismes droits, pyramide.

Les deux réalisations proposées permettent de travailler sur ces objets mathématiques.

Les élèves identifieront les différentes faces des solides, apprendront à les désigner, les qualifier. Ils pourront ainsi étudier les différences entre les développements de prismes, et de parallélépipèdes (non rectangles pour le périscope), mais aussi faire des comparaisons avec les cylindres, formes dans lesquelles ils souhaitent dissimuler les miroirs de leur kaléidoscope.

Le kaléidoscope

- Les difficultés techniques concernent les faces triangulaires qui permettent de fermer le prisme.

Les élèves recherchent alors une technique pour fabriquer le fond, dans lequel on devra pouvoir glisser de petits objets colorés.



Chacun fabrique, essaie et décore son kaléidoscope.

- Au Cycle 2, les premiers essais consistent à prendre le gabarit du prisme et à découper dans le carton souple les différentes faces. S'engage alors un travail sur les faces d'un solide. On s'interrogera ensuite sur la façon d'« obtenir le patron d'un seul morceau pour éviter d'utiliser du ruban adhésif ». Pour cela, plusieurs essais seront nécessaires.



- Constituer un emballage fonctionnel et esthétique du prisme peut prendre plusieurs séances.
- Fiches de fabrication pour permettre à l'enseignant de construire périscope, kaléidoscope et praxinoscope, sur le site de La main à la pâte, dans la rubrique Activités : Travailler sur la lumière : des objets qui contiennent des miroirs.
 - D'un côté, le triangle est percé d'un trou, par lequel regardera l'utilisateur de l'objet. Il s'agira de placer le trou au centre du triangle.
 - De l'autre côté, le triangle pourra être constitué de deux épaisseurs de papier calque contenant des paillettes, séparées par un petit triangle de carton. (Éviter le plastique, l'électricité statique entraverait le déplacement des petits objets.)
 - Pour l'assemblage, il faudra prévoir un système de languettes sur les triangles, l'utilisation de ruban adhésif étant une alternative possible.

Séquence 5 : Le miroir, source de lumière

Enjeux

• Le miroir peut aussi être un outil qui sert à renvoyer de la lumière. Un miroir n'éclaire pas, il renvoie la lumière (du Soleil, d'une lampe). Pour renvoyer la lumière où on le souhaite, il faut orienter le miroir dans une direction à déterminer selon la position de la source primaire et le lieu visé. Cela peut se faire de façon empirique et/ou en utilisant qualitativement les lois de la réflexion (angle d'incidence = angle de réflexion).

Matériel

- Un petit miroir, une lampe torche (ou lampe de poche) pour deux élèves.
- Un projecteur de diapositives (pour la classe).

MIROIRS, CIBLES ET LAMPES DE POCHE

Familiarisation

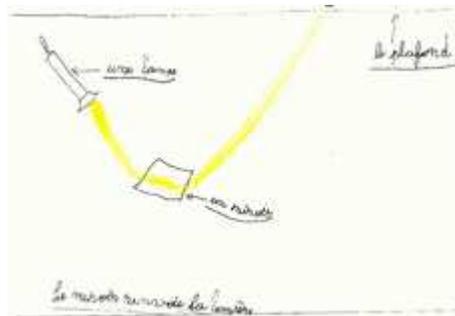
• La séance se déroule dans une salle de classe où l'obscurité doit être faite. Avec un miroir, les enfants s'amuse à faire rebondir le rai de lumière de la lampe de poche pour éclairer un mur, un écran, un objet, un camarade. Puis ils essaient de diriger la lumière sur une cible par l'intermédiaire d'un miroir. Dans un premier temps, ils regardent surtout le reflet de la lampe dans le miroir, puis la lumière de la torche renvoyée par leur miroir... Pour les enfants, qui captent de la lumière ambiante et en envoient, ou qui renvoient la lumière de leur torche (ou du projecteur) avec leur miroir, celui-ci devient un objet qui éclaire. Le miroir est donc une source lumineuse secondaire : « Mon miroir, il éclaire le mur... » C'est seulement par la suite qu'ils comprennent et qu'ils peuvent maîtriser la direction dans laquelle ils renvoient la lumière. Tous ne saisissent pas d'emblée la nécessité de capter une source de lumière pour projeter une tache lumineuse sur le mur !



Exploration : repérer l'angle de réflexion (où placer la lampe et le miroir pour viser une cible ?)

- Pour bien percevoir les conditions nécessaires à la réflexion, on peut proposer aux élèves, par petits groupes, d'éclairer à l'aide de leur miroir (lui-même éclairé par une torche) trois cibles désignées.
 - Fixer une lampe torche, à plat sur une table, permet d'étudier les déplacements de la tache de lumière en fonction des positions d'un miroir que l'on fait pivoter.
 - En opérant dans une salle sombre avec un projecteur comme source de lumière, le trajet de la lumière peut être mieux perçu.
- Peut-on arriver à éclairer les cibles si le projecteur n'est pas allumé ? Où faut-il se placer ? D'où vient la lumière ? Où va-t-elle ? On montrera avec le bras le chemin de la lumière depuis le projecteur au miroir, du miroir à la cible, de la cible jusqu'à l'œil... Pour que ces observations soient fructueuses, il vaut mieux faire travailler les enfants à tour de rôle, avec un nombre limité de miroirs, de façon à ce que chacun puisse bien repérer la tache lumineuse qu'il dirige. Le reste de la classe est alors « observateur ».
- Les dessins produits par les enfants à l'issue de ces activités – que l'on peut proposer à plusieurs reprises jusqu'à ce que tous aient eu l'occasion de

diriger les rais de lumière – montrent qu'ils ont bien repéré le trajet de la lumière et la relation source de lumière-miroir-reflet.



MIROIR MOBILE AU SOLEIL

Enjeu :

Si le miroir n'est pas au soleil, il ne peut pas renvoyer de lumière.

Déroulement (un jour de soleil)

- Avec une règle en plexiglas, on peut capter un rai de lumière pour le renvoyer sur le plafond.

Pour refaire cette expérience avec des miroirs, il faudra s'installer plutôt en extérieur, et faire viser des cibles sur différents murs de l'école, à partir d'endroits multiples (y compris placés à l'ombre !).

On veillera à placer les élèves de façon telle qu'ils ne risquent pas de renvoyer le soleil dans les yeux de leurs camarades.

Au cours de ce jeu, on pourra leur demander de repérer l'auteur de telle ou telle tache lumineuse. Certains – qui ne sont pourtant pas au soleil – s'attribueront peut-être des « taches » de lumière !

Complément scientifique pour le maître

Ce qui produit la lumière est appelé « source primaire ». Ex. : le Soleil, une lampe torche, un ver luisant... On appelle « source secondaire » un objet qui renvoie de la lumière mais ne la produit pas – la Lune, un miroir – et tout objet suffisamment « réfléchissant » pour permettre d'éclairer un autre objet.

Pour qu'un objet quelconque, c'est-à-dire qui n'est pas lui-même une source primaire, puisse être vu par un observateur, il faut :

- qu'il soit éclairé ;
- qu'il n'absorbe pas toute la lumière mais en renvoie au moins une partie ;
- qu'une partie de cette lumière réémise arrive dans l'œil de l'observateur ;
- que l'œil soit en état de détecter cette lumière renvoyée (qui peut être différente de celle que l'objet a reçue).

Quand elle est reçue par l'œil, la lumière peut être perçue « blanche » ou « colorée », selon ses propres caractéristiques et celles de l'œil qui la reçoit.



- Les représentations dessinées, proposées à la comparaison, serviront de base de discussion.

Parmi les propos recueillis :

– *La lumière va de la tache au soleil.*

- Il y a un va-et-vient de la lumière entre la lumière et la tache.
- La lumière va du soleil à la tache (sans passer par le miroir).
- La lumière va du miroir à la tache, le soleil n'y joue aucun rôle.
- La tache envoie de la lumière au miroir et au soleil.
- Le miroir envoie de la lumière vers le soleil et vers la tache.



Le miroir envoie de la lumière au soleil et à la tache.



Le soleil envoie de la lumière au miroir et à la tache.

- Même lorsqu'ils ont compris le phénomène, les enfants ont du mal à nommer la plage de lumière qu'ils créent sur le mur avec le miroir. Ils ont tendance à employer l'expression « ombre du miroir », s'ils n'ont pas travaillé auparavant sur les ombres d'objets, et ne conçoivent pas encore une ombre comme une absence de lumière. Mais ils utilisent aussi « reflet » ou « tache ».

On pourra alors travailler à partir des propos exprimés selon deux entrées :

- Quel vocabulaire employer pour décrire la situation ?
- Y a-t-il un sens dans le trajet de la lumière, lequel ?

Conclusion proposée par les élèves d'une classe de CE1, en fin de séquence

Ce que nous avons observé :

- Lorsqu'on éclaire le miroir avec une lampe de poche, la lumière de la lampe rebondit sur le miroir et part dans une autre direction.
- C'est parce que la lumière rebondit sur les miroirs que l'on peut se voir. L'image de notre visage rebondit puis revient dans nos yeux.

POUR ALLER PLUS LOIN

- On peut faire rebondir la lumière sur deux miroirs, mais aussi éclairer dans les coins en orientant convenablement un périscope. Dans ces deux situations, il sera possible de remarquer la perte d'intensité lumineuse !
- Le travail sur les ombres, proposé dans La Classe Maternelle n° 165 (janvier 2008) et le présent dossier sur les miroirs constituent un ensemble d'activités de familiarisation et d'exploration de la lumière et de son trajet, qui pourra ensuite se poursuivre par des activités sur l'énergie (lumineuse et autres), des activités sur la couleur, mais aussi sur les interactions entre lumière et matériaux. .

COMPLÉMENTS

Sur le site de La main à la pâte, dans la rubrique Entraide, les réponses de scientifiques à des questions d'enseignants : Pourquoi le miroir inverse-t-il la droite et la gauche, et pas le haut et le bas ? Cuiller, image droite et image renversée ? Fonctionnement d'un kaléidoscope ?