

VERS LA PHOTOGRAPHIE...

ILLUSIONS D'OPTIQUE

Poursuivant notre chemin vers la fabrication d'images, nous vous invitons aujourd'hui à vous arrêter quelques instants sur ce que l'on appelle les "**illusions d'optique**": certaines, d'ailleurs, vous sont certainement connues pour les avoir rencontrées dans la "page des jeux" de quelque magazine ou autres illustrés. Mais que veut dire "connues"? à part le fait de les avoir déjà vues et donc reconnues ici comme "images insolites" dont on vous a donné la clé de lecture?

Jusque là, qu'il s'agisse de la lumière ou des images qui naissent d'elle, nous avons limité les incursions dans le domaine théorique pour laisser une plus grande part au tâtonnement expérimental, à la découverte et à la réflexion: à travers les dispositifs optiques allant des miroirs aux lentilles, on a pu modifier les images, les agrandir, les rapetisser et les "transférer" (voir l'image d'un objet dans des miroirs, sans voir l'objet lui-même).

Sans écrire un traité d'optique, sans évoquer les théories de la mécanique ondulatoire ou de la physique corpusculaire ni même parler de chimie photographique, on a pu montrer **comment** et **combien** une image peut être manipulée.

Pourquoi nous laissons-nous tromper aussi facilement? Qu'est-ce qui nous induit en erreur?... au point de dire: "mes yeux ont été trompés par..."

Nous admettons généralement que ce sont nos yeux qui

"voient". Que la fonction "voir" est dévolue à nos yeux comme le "toucher" à nos doigts, l'odorat au nez, l'ouïe à l'oreille et le goût à la langue! Même si nous savons (plus ou moins clairement, et plutôt moins que plus) que nos yeux, tout comme les autres organes des sens, sont reliés au **cerveau**, et que c'est **lui** qui assure la **fonction perceptive**. Autrement dit, les organes des sens sont des "capteurs", des "interfaces", organes de réception et de transfert.

L'oeil n'est donc qu'un capteur. Bien sûr, il faut que ce capteur soit "en bon état de fonctionnement" et que les défauts de sa structure, quand défauts il y a, doivent être corrigés, par des lunettes, par exemple, afin d'obtenir la formation sur la rétine de la meilleure image possible (fidélité des formes et des couleurs). En fait l'oeil n'est que l'instrument du cerveau. C'est le cerveau qui le dirige dans telle ou telle direction, qui le fait s'arrêter sur tel ou tel "détail" dont il a besoin pour compléter une information qu'il estime insuffisante.

L'idée d'un cerveau qui cherche, implique nécessairement celle d'un cerveau qui choisit, et choisir c'est comparer, c'est mettre en relation... c'est aussi éliminer, donc ignorer, **ne pas voir**.

Mais notre cerveau ne se limite pas à enregistrer telles quelles les informations visuelles qu'il reçoit; il les modifie même très profondément suivant le besoin.

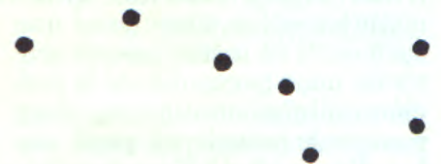
Prenons un exemple simple:

trois points non alignés.



Si vous les fixez quelques instants vous y verrez les sommets d'un triangle: le cerveau en a pratiquement tracé les côtés. Vous aurez du mal à vous débarasser de ce triangle qui n'existe pas. Pour y voir un cercle ça sera bien difficile; et pourtant la géométrie nous enseigne que ces trois points appartiennent à un cercle, et à un seul!

Nous savons de même que les étoiles qui constituent la **Grande Ourse** ne sont pas dans un même plan dans le ciel, ce qui ne nous empêche pas de reconnaître cette constellation dans l'alignement de ces sept points...



Notre cerveau l'a enregistrée sous la forme d'un quadrilatère avec une queue, en traçant des lignes "virtuelles" (en pointillés ici).



Sans toucher à leur alignement, unissons les points par d'autres lignes, matérielles cette fois; reconnaissez-vous la Grande Ourse?



et celle-ci

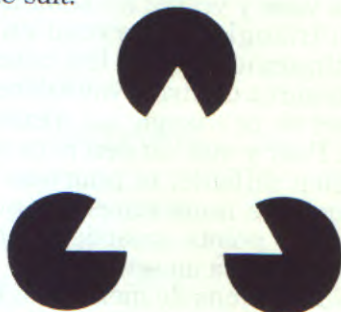


me fait penser à l'avion anti-radar!

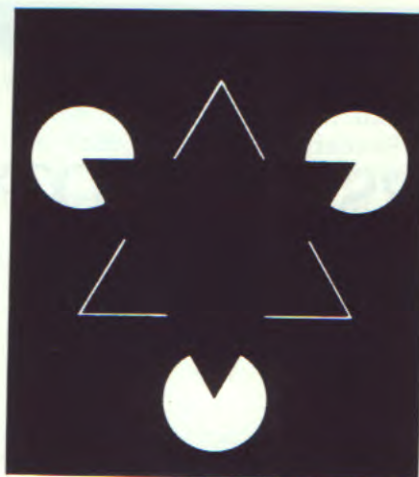
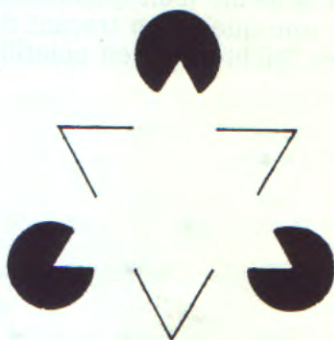
Ces deux exemples ne sont pas typiques des illusions d'optique mais permettent déjà de se poser quelques questions.

Les exemples suivants, par contre, posent problème.

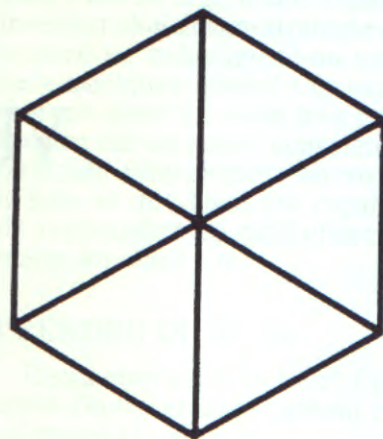
Au lieu des trois points ci-dessus, disposons trois disques noirs découpés et orientés comme suit:



Cette fois, on ne se pose même pas la question: c'est bien un triangle qui est identifié. En plus, on arrive à le voir plus blanc que le blanc du papier! Notre cerveau a créé non seulement les côtés, mais aussi une surface. Il va même jusqu'à tenter de nous persuader de la troisième dimension: ne dirait-on pas que le triangle est **posé sur les disques**? L'effet est renforcé avec les figures qui suivent:

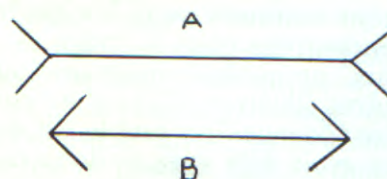


Une autre figure ambiguë:



Notre cerveau, dans ces cas, "hésite" en quelque sorte, car il n'a pas assez d'éléments pour donner le véritable sens, celui qui doit nous servir, nous être utile.

L'illusion d'optique peut-être la plus connue est la suivante:

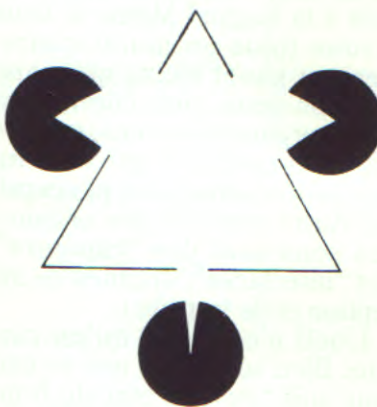


quel est le trait le plus long?

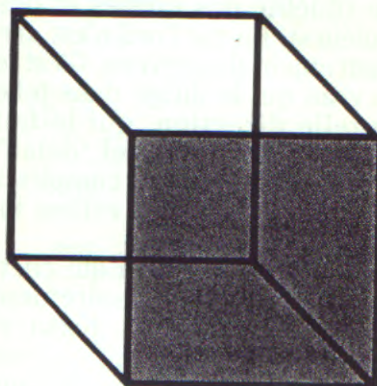
Ici, par contre il n'hésite pas. Il s'agit de deux segments égaux compris entre des angles "rentrants" et "saillants" (ou, "optiquement", convergents et divergents) qui apparaissent différents l'un de l'autre. L'œil les perçoit comme faisant partie d'une construction tridimensionnelle, vue en perspective (angle d'un mur, par exemple). Nous avons beau savoir qu'il s'agit d'une représentation plane, nous pouvons même mesurer les deux segments et dire qu'ils sont égaux: notre cerveau, dans une remarquable autonomie, persiste. Il corrige toujours en considérant plus grande l'arête perçue comme la plus éloignée.

En effet le segment B, compris entre des angles saillants, nous apparaît comme l'arête **extérieure** d'un volume (mur, cube...) la plus proche de nous et le segment A, comme arête **intérieure** d'un même volume, c'est-à-dire plus éloignée de nous que B.

Le cerveau ne se contente donc pas de l'information visuelle transmise par l'œil, il la modi-



Nous arrivons là, à la sensation de profondeur, à l'image tridimensionnelle dont l'exemple typique est le cube dessiné en perspective:



la face grisée peut apparaître comme interne ou externe.

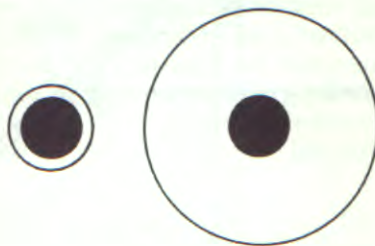
L'explication de ce phénomène vous est donnée plus loin à propos des segments A et B.

Faites tourner cette figure en plaçant la face grisée tantôt en bas, tantôt sur le côté en haut.

fié, l'associe, l'intègre aux concepts que nous avons élaborés tout au long de notre vécu. Le plus souvent, ce procédé est très fonctionnel à notre connaissance ou découverte du monde qui s'affine ainsi depuis notre naissance. Il y a là aussi un phénomène continu d'adaptation au monde qui nous entoure.

Ces phénomènes d'illusion sont plus fréquents qu'on ne le pense généralement: si vous mettez la même quantité d'eau dans deux récipients, l'un grand et l'autre petit, au moment de leur prise en main le plus petit vous paraîtra plus lourd. C'est parce que le cerveau estime (parce que c'est souvent le cas) le poids en fonction de la taille (comme ci-dessus, la taille en fonction de la distance). Si cette relation n'est pas respectée on trouve l'objet plus le petit, plus lourd.

Encore un exemple:



Quel est le point le plus gros?

Ces observations, même si elles occupent quelques pages, nous semblent très importantes pour pénétrer dans le monde des images, autant d'ailleurs comme récepteur que comme producteur. S'agissant, dans tous les cas, de communication, c'est, nous semble-t-il, un des aspects de notre nature, de voir, pas toujours ce que l'on veut, pas toujours ce que les "autres" veulent qu'on voit.

On devrait également tirer quelque profit de ces observations dans le cadre de l'apprentissage de la lecture:

«On accorde généralement trop d'importance au rôle des yeux dans la lecture. En fait, ils ne voient pas (au sens strict du terme) mais ils regardent. Ce sont eux qui permettent au cerveau de recueillir les informations dont il a besoin, mais c'est lui qui décide de ce que l'on voit et de la manière dont on le voit...»

«... le cerveau ne voit pas tout ce qu'il y a devant les yeux; il ne le voit pas immédiatement; les yeux ne lui fournissent pas l'information de façon continue. Cela entraîne trois conséquences pour l'apprentissage de la lecture: la lecture doit être rapide, sélective, elle dépend de l'information non visuelle.» (Frank SMITH)

CONSTRUISONS UN PÉRISCOPE ET UN KALÉIDOSCOPE

Nous avons mentionné dans le numéro précédent la réalisation d'un périscope et d'un kaléidoscope faisant suite aux observations et recherches effectuées avec les miroirs. Le plus perfectionné des périscoptes est sans doute celui en usage à bord des sous-marins. Mais le nôtre pourra déjà rendre quelque service! C'est un objet "utile", ou en tout cas qui "peut servir".

Quant au kaléidoscope, ce petit tube en carton qui permet d'observer la formation de figures géométriques colorées en forme de cristaux de neige... il ne "sert" pas à grand-chose, c'est vrai. C'est surtout leur réalisation par les enfants eux-mêmes qui va nous intéresser car chacune d'elles, partant de motivations légitimées par les expériences précédentes offre un large éventail de réinvestissements en langue et en mathématique en particulier, sans oublier des objectifs spécifiques trop souvent négligés voire complètement oubliés.

Situations de départ:

A la suite d'activités scientifiques proposées dans le cadre de l'éducation à l'image (nos 9, 10, 11), on propose la construction d'un périscope et/ou d'un kaléidoscope.

Deux hypothèses de travail sont possibles:

- on part d'un objet déjà fait et on le reproduit.

- on décide de le réaliser à partir des observations ou de schémas ou d'illustrations...

Dans la première hypothèse,

le maître aura construit l'objet et le présentera donc "prêt à l'emploi", si on peut dire, (il serait bien sûr préférable de disposer de plusieurs objets surtout si on travaille en groupes). Il faut aussi que le modèle puisse être manipulé et démonté sans trop de risques d'être détérioré. C'est pour cette raison qu'une version "démontable" du périscope vous est proposée.

Dans la seconde, on arrive au projet de réaliser **un périscope**, **un kaléidoscope**, et pas forcé-

ment la **copie** de celui du maître. Cette hypothèse de travail est tout aussi intéressante car les enfants peuvent donner libre cours à leur créativité, à leur inventivité. De plus on évite des contraintes matérielles qui n'ont pas leur raison d'être ici:

- mêmes dimensions
- mêmes qualités des matériaux ...

laissant donc une large place à leurs décisions. Pourvu, bien sûr, qu'ils construisent un périscope qui "marche" et non un hélicoptère!

OBJECTIFS:

Objectifs généraux:

- * Observer un objet physique
- * Le décrire oralement en termes géométriques (par exemple) avec précision.
- * Le représenter minutieusement (en respectant les dimensions par exemple), sur une feuille ou au tableau...
- * Passer du plan à l'espace.
- * Construire l'objet à partir de cette représentation.

Objectifs spécifiques:

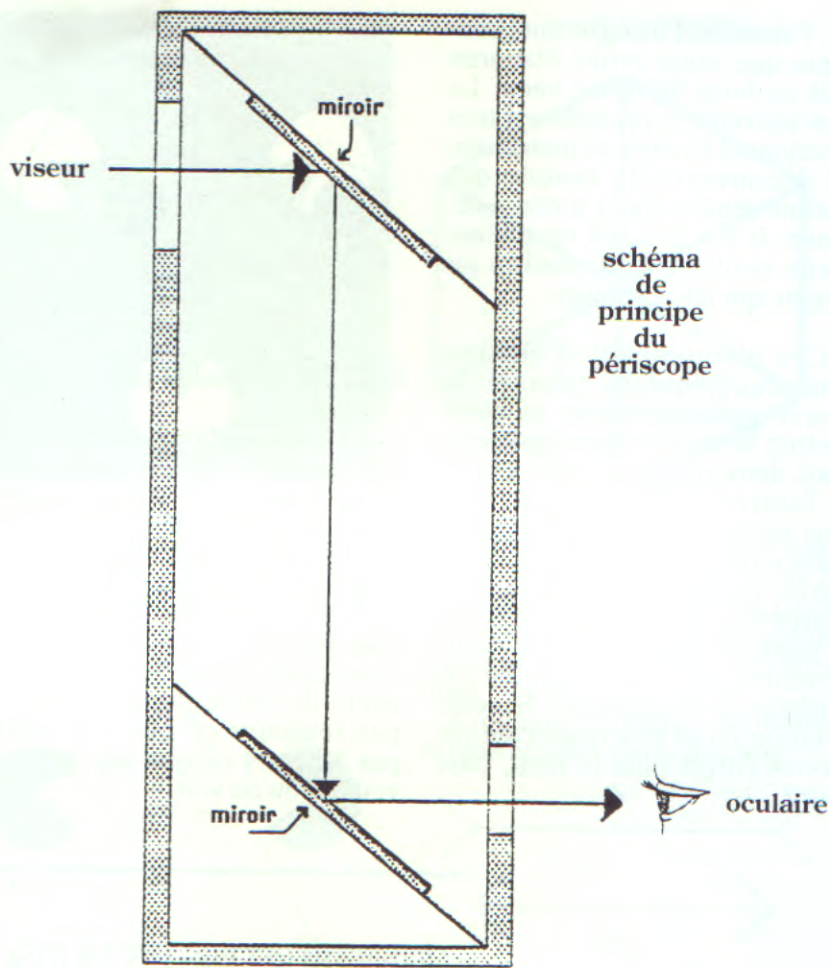
- * Découvrir ou reconnaître des propriétés géométriques (carré, rectangle, parallélépipède... parallélisme, orthogonalité, symétrie...) des figures rencontrées.
- * Tracer des carrés, des rectangles, les diagonales, les médianes, les médiatrices...
- * Choisir et utiliser les instruments (règle graduée, équerre, compas...) et les outils les mieux adaptés (ciseaux, cutter, stick de colle...).
- * Maîtriser les formes et leur organisation.
- * Elaborer un langage commun qui rende possible la reproduction puis la construction.

Certains objectifs sont communs aux deux hypothèses de travail, d'autres spécifiques de l'une ou de l'autre.

MATÉRIEL:

LE PÉRISCOPE

- Un périscope fini, dessins ou photos, schémas.
- Feuilles de papier dessin 30 X 40 cm, carton (bristol épais) 30 X 40 cm, crayon, règle graduée, compas, ciseaux, cutter, ruban adhésif, colle...
- deux miroirs: 7cm X 7cm pour notre exemple à construire par le maître; mais ceux que chaque élève aura pu récupérer feront très bien l'affaire (voir notes de construction).
- instruments de traçage et découpage: crayon, feutres, règles graduées, compas, ciseaux, cutters... et de la colle en stick ou liquide.



ORGANISATION DE LA CLASSE

On divisera la classe en groupes (même si on n'a pas prévu un objet pour chacun d'eux), afin de mettre les enfants dans les meilleures conditions de communication, d'échanges et de coopération.

On ne renonce pas pour autant à la réflexion et au travail individuel ni aux moments de mise en commun collective.

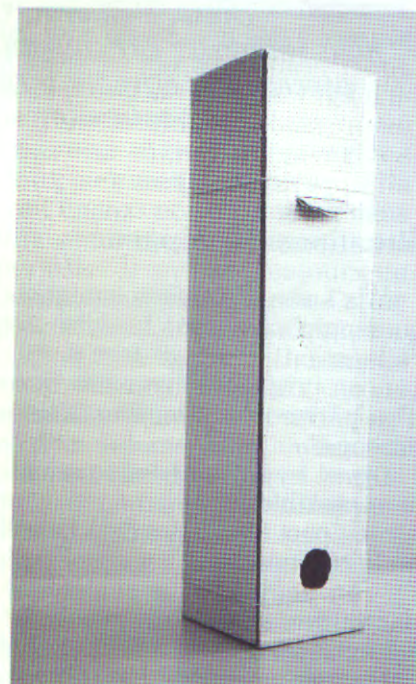
DÉROULEMENT DES SÉQUENCES

Chaque phase commence par une (ou des) consigne(s) explicitement formulée(s).

1ère phase:

C'est la phase qui peut se situer à la fin des observations et expérimentations sur les miroirs et au cours de laquelle a été décidée la construction des objets en question. Les enfants savent donc déjà de quoi il s'agit et à quoi ça sert.

Consigne: observez ce périscope, de l'extérieur puis de l'intérieur, et décrivez-le le plus précisément possible.



Observation de l'objet-modèle:



a) on le prend en main et on "s'en sert", on le décrit oralement, on fait des remarques, on prend des notes:

- ...c'est une boîte en carton (longue, rectangulaire...)

avec deux trous... - il y a deux trous, un d'un côté, l'autre de l'autre côté... un pour l'oeil, l'autre pour voir... sur un côté le trou est en-bas, sur l'autre, il est en-haut...

- ...elle contient des miroirs...deux miroirs...on peut voir à travers...

b) on démonte l'objet minutieusement:

- ...ça s'ouvre comme une boîte...il y a deux couvercles...les miroirs sont collés sur les couvercles...un miroir collé sur chaque couvercle...

- ... on peut aussi ouvrir les côtés...ils sont seulement collés avec du "scotch"...

- ... c'est facile à faire...

On devra, à travers tous les tâtonnements langagiers, essayer d'arriver à l'expression correcte en employant les termes précis désignant l'objet ou ses parties, de façon non équivoque: parallélépipède rectangle, faces rectangulaires, base, opposé(e)s, ouverture circulaire ou carrée...

C'est au cours de cette phase que sera mis en place un langage mathématique spécifique qui, tout en favorisant la structuration des notions ou concepts (qui ont peut-être tourné à vide jusque là), pourra s'exercer dans l'une et/ou l'autre langue.

2ème phase:

Consigne: Dessinez le périscope sur une simple feuille de papier:

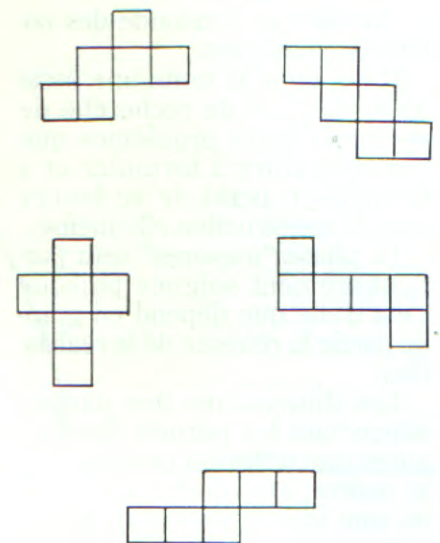
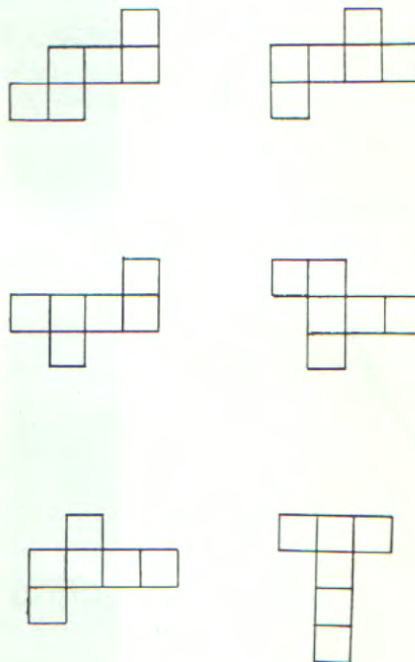
a) avant le démontage

b) démonté

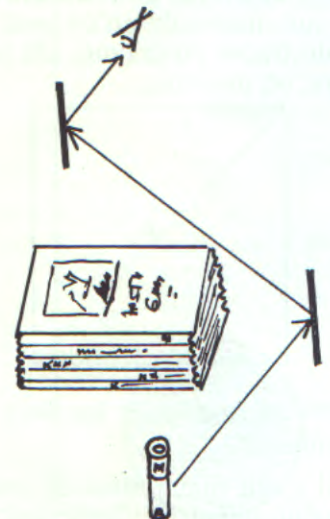
puis, faites la liste de tout ce qu'il faut réunir pour le fabriquer (matériaux et instruments).

* Dans le cas où l'on part de l'observation de dessins, de schémas ou photos de périscope, on arrivera au même stade des activités, c'est-à-dire à la représentation graphique de l'objet sous forme de dessin en volume et de schéma sous forme de "patron" (développement du parallélépipède rectangle constituant le corps du périscope).

N'ayant vu que des représentations de l'objet, les enfants pourraient, dans un premier temps, rechercher les différents développements du cube. Les manipulations ainsi réalisées les amèneraient à se familiariser avec un vocabulaire spécifique: arêtes, faces opposées, adjacentes...



Ils pourront aussi manipuler encore deux miroirs jusqu'à avoir une idée bien précise de leur assemblage ou combinaison: miroirs parallèles entre eux, mais formant un angle donné (45°) par rapport à la boîte support ou à l'axe de visée.



Les élèves devront vérifier leurs hypothèses en simulant le montage à partir de leurs dessins, même si c'est à une échelle réduite:

- découvrir que les dimensions de la "boîte" sont largement dépendantes de celles des miroirs en leur possession et relever ou déterminer les dimensions réelles de l'objet à réaliser,

- trouver, au plus près, les dimensions des "couvercles-volets" supportant les miroirs,

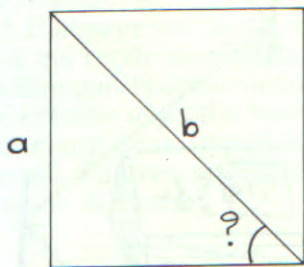
- avoir compris comment on obtient la position idéale des miroirs tout en conservant la qualité de "démontable",

- vérifier le bien-fondé des solutions envisagées...

Il y a donc là toute une série de démarches de recherche de solutions à des problèmes que l'on doit aider à formuler et à formaliser avant de se lancer dans la construction elle-même.

La phase "mesures" sera particulièrement soignée puisque c'est d'elle que dépend en grande partie la réussite de la réalisation.

Les dimensions des parties supportant les miroirs devront, après une réflexion conduite par le maître, être données si elles ne sont pas conformes aux nécessités requises: en effet leur calcul précis ($a\sqrt{2}$) n'est pas à leur portée mais ils peuvent très bien expérimenter que la ligne qui relie deux sommets opposés d'un carré est plus longue que le côté, et aussi qu'elle partage l'angle droit en deux angles égaux ($90^\circ/2 = 45^\circ$). On peut faire dessiner un carré de 10 cm x 10 cm, et, par pliage, superposer deux côtés adjacents déterminant ainsi une diagonale qu'on peut ensuite tracer au crayon. On compare, on mesure...



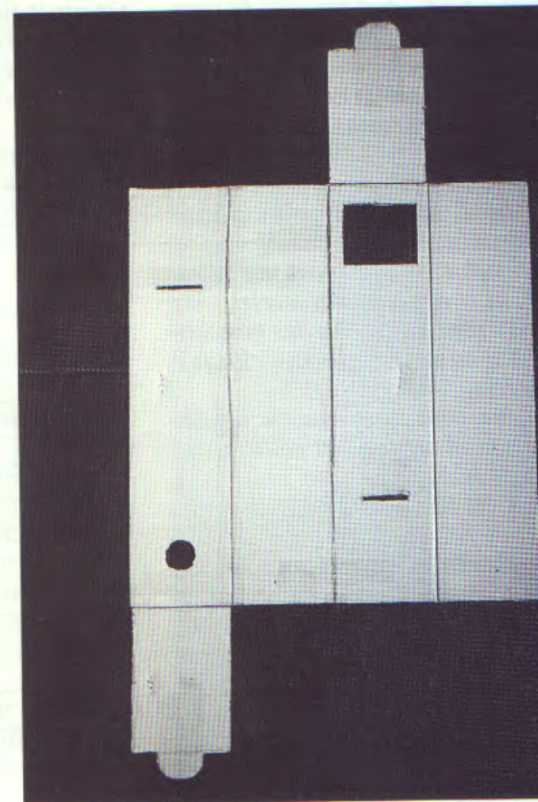
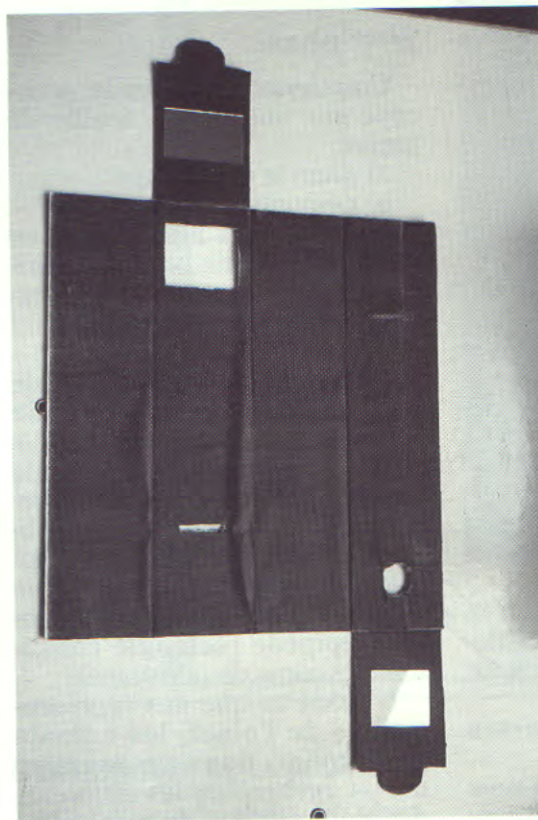
3ème phase (pour les deux hypothèses):

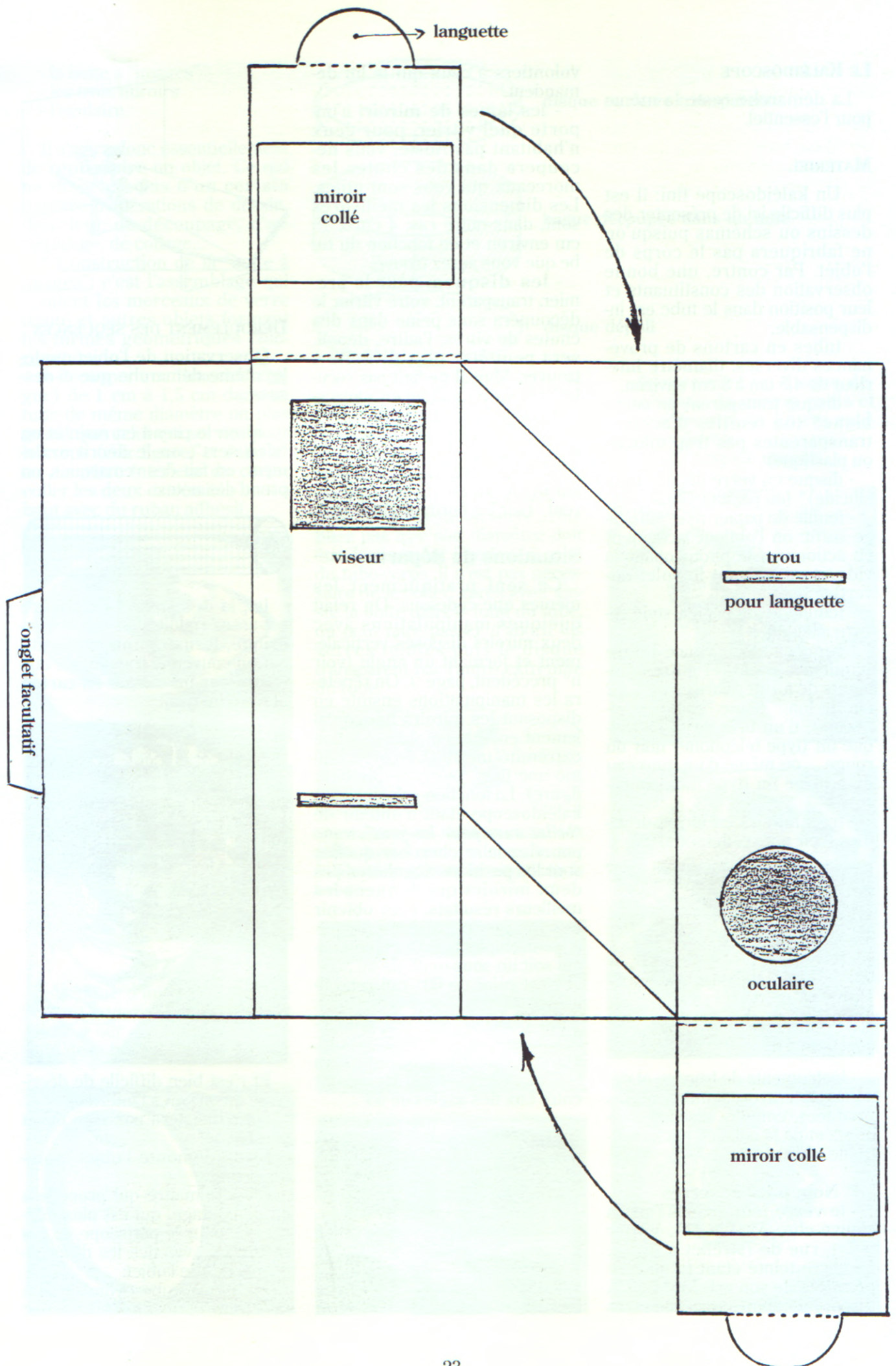
Il s'agit maintenant de tracer le plan, le patron, "grandeur nature", et de le vérifier "mentalement" avant découpage.

Consignes:

- * Tracer le développement du périscope sur le carton (ne pas oublier les onglets ou les languettes d'assemblage).
- * Dessiner les deux ouvertures, l'une ronde, l'autre rectangulaire et les ajourer.
- * Tracer puis découper les fentes recevant les languettes.
- * Coller les miroirs.
- * Peindre l'intérieur en noir (facultatif).
- * Assembler comme prévu.

Note: Vous ferez remarquer sur le développement de la page de droite, les traits en pointillés qui signifient "plier". Et, dans le cas où on ferait établir une notice de fabrication (du cadre d'une correspondance, par exemple), ce détail devrait être signalé. Ici, pour éviter d'éventuelles difficultés dues à la qualité du carton utilisé, on a séparé les parties qui supportent les miroirs, ce qui signifie que la valeur des pointillés n'est pas "plier" mais "découper". Attention à ne pas découper la languette de maintien des miroirs! Sur les deux photos du périscope on voit ces languettes qui passent dans les trous (fentes) prévues à cet effet.





LE KALÉIDOSCOPE

La démarche reste la même pour l'essentiel.

MATÉRIEL

- Un kaléidoscope fini: il est plus difficile ici de présenter des dessins ou schémas puisqu'on ne fabriquera pas le corps de l'objet. Par contre, une bonne observation des constituants et leur position dans le tube est indispensable.

- tubes en cartons de provenances diverses: diamètre intérieur de 4,5 cm à 5 cm environ.

- disque transparent en verre blanc* (ou feuilles d'acétate transparentes pas trop minces ou plastique)

- disque en verre dépoli (translucide)* (ou papier calque)

- feuille de papier noir (une face suffit: on l'obtient facilement en actionnant le photocopieur à vide et en laissant le volet ouvert).

- feuille de joli papier, style reliure ancienne.

- morceaux de verre teinté (couleurs vives), et autres éléments de formes variées de 1 à 2 cm de long: d'une "paille" (cannuccia), d'un brin de fil électrique fin (type téléphone) noir ou rouge..., ou même d'un morceau de grillage fin (type moustiquaire).

- trois miroirs en forme de lames (voir note ci-dessous)*.



- instruments de traçage et découpage: crayon, feutres, règles graduées, compas, ciseaux, cutters... et de la colle en stick ou liquide.

* Note pour le verre:

- le verre teinté: nous l'avons trouvé chez M. VACCA, Vitrier d'Art, rue de l'Archet à Aoste. Le verre teinté étant la matière première de son art, M. VACCA dispose de chutes qu'il cède très

volontiers à ceux qui le lui demandent.

- les lames de miroir: n'importe quel vitrier, pour ceux n'habitant pas Aoste, vous découpera dans des chutes les morceaux qui vous sont utiles. Les dimensions les meilleures sont, dans notre cas: 4 cm x 15 cm environ et en fonction du tube que vous aurez trouvé.

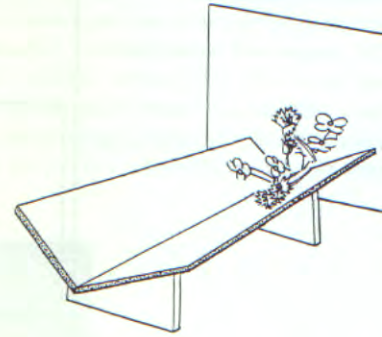
- les disques: pour le premier, transparent, votre vitrier le découpera sans peine dans des chutes de vitres; l'autre, dépoli, sera peut-être plus difficile à trouver. Mais il ne faut pas reculer si le vitrier auquel on s'adresse n'a pas de verre dépoli.

On a toujours du papier calque, et si on pense qu'il sera trop léger il suffira de le coller sur un deuxième disque transparent (sur les bords seulement).

Situations de départ:

Ce sont pratiquement les mêmes que ci-dessus. On refait quelques manipulations avec deux miroirs disposés verticalement et formant un angle (voir n° précédent, page). On répètera les manipulations ensuite en disposant les miroirs horizontalement en V et en plaçant à une extrémité un objet coloré comme une fleur, par exemple (voir figure). La fonction principale du kaléidoscope étant d'obtenir de "belles vues pour les yeux", vous pourriez faire chercher quelles sont les positions angulaires des deux miroirs qui donnent les meilleurs résultats. Pour obtenir des images régulières (symétries multiples), il faut que l'angle soit un sous-multiple de 360° et c'est celui de 60° qui rend le mieux.

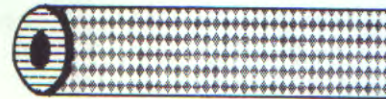
Notez encore que ces manipulations se font avec deux miroirs, alors que le kaléidoscope sera réalisé avec trois qui formeront entre eux des angles de 60°.



DÉROULEMENT DES SÉQUENCES

Observation de l'objet-miroir: même démarche que ci-dessus.

a) on le prend en main et "s'en sert", on le décrit oralement, on fait des remarques, prend des notes:



Ici, la description extérieure est assez réduite: un tube cylindrique, fermé à une extrémité par un couvercle translucide et l'autre par un disque en carton percé d'un trou.



Et c'est bien difficile de décrire ce qu'on voit à l'intérieur.

On n'insistera pas trop et on passera à

b) on démonte l'objet minutieusement:

C'est le maître qui procède au démontage, qui est plus délicat que pour le périscope, et qui mettra en évidence les différentes parties de l'objet:

- le corps, tube cylindrique mesurer...

- la boîte à "images"
- les trois miroirs
- l'oculaire

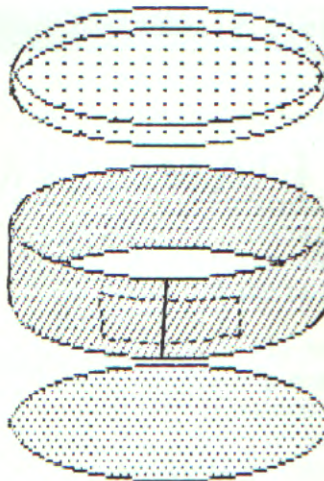
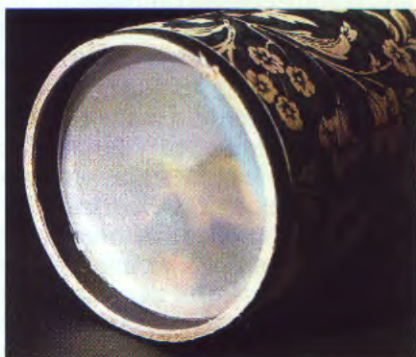
Il s'agira donc essentiellement de **reproduire** un objet. Ce qui ne dispense pas d'un certain nombre d'opérations de dessin, de calcul, de découpage, d'assemblage, de collage...

* Construction de la "boîte à images": c'est l'assemblage qui contient les morceaux de verre teinté et autres objets formant les formes géométriques colorées.

- découper une "tranche" (bague) de 1 cm à 1,5 cm dans un tube de même diamètre ou plus grand que celui qui servira pour le corps (voir figure) et l'ajuster au diamètre intérieur du corps; coller les deux extrémités bout à bout avec du ruban adhésif.



- tracer un disque dans le papier calque d'un diamètre légèrement supérieur à la bague et le coller sur celle-ci pour faire le fond de la boîte.



disque en verre transparent

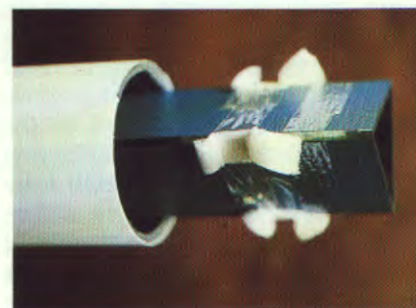
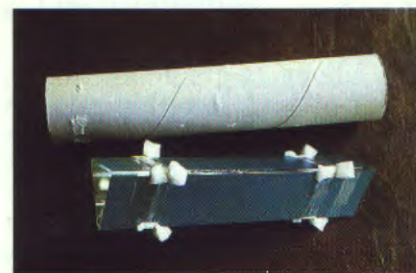
bague découpée dans un tube

disque dépoli

- même opération avec le transparent en n'oubliant pas toutefois de placer les morceaux de verre teinté, bout de paille, fil et grille dans cette boîte avant de la fermer en collant le couvercle transparent. Si vous avez pu obtenir un disque en verre, n'oubliez pas que son diamètre doit être légèrement inférieur à celui du tube-corps, il n'est pas nécessaire de le coller: après avoir ajusté la boîte dans le fond du tube, on peut faire passer d'abord les verres teintés puis le disque transparent par l'autre extrémité du tube.



- assembler délicatement les trois lames miroirs comme sur la photo et glisser le tout dans le tube.



- fermer avec un disque découpé dans du carton épais et percé d'un trou de 1,5 cm environ (l'oculaire).

Le kaléidoscope est prêt.

