

Lentilles, images - 4^{ème}

par Jean-Pol PACUSZKA et Claude LUC,
C.R.F.P.E.G.C. Reims.

1) OBJET.

Une manipulation simple à réaliser qui permet d'expliquer un point du programme, à savoir : ce qu'est l'image réelle d'un objet, obtenue à partir d'une lentille mince convergente.

2) POURQUOI.

Le programme et les instructions soulignent la nécessité de ne pas faire de constructions graphiques et de ne pas utiliser de formules à propos de la marche d'un rayon et du faisceau qui, issus d'un point de l'objet, convergent au point conjugué de l'image. A mon sens, une manipulation qui permet de bien voir ce qui a été énoncé précédemment doit permettre de mieux intégrer le rôle d'une lentille convergente dans la formation d'une image réelle et ce qu'est une image réelle.

3) DEMARCHE.

3.1. **Premier temps** : une *description* expérimentale (comment est l'image réelle ?)

- elle est lumineuse et nette,
- elle est localisée,
- elle est renversée,
- elle est dans telle ou telle zone plus grande ou plus petite que l'objet,
- ... autres aspects qualitatifs...

Une question permet de déboucher sur un aspect plus quantitatif : *que se passe-t-il si on remplace l'objet lumineux par un point lumineux A* (on remplace une lettre découpée dans du carton par un trou de diamètre 2 mm, sans toucher aux mises au point).

On obtient sur l'écran un point lumineux image A'. On peut montrer expérimentalement que A (point objet), O (centre de la lentille), A' (point image) sont toujours alignés : cf. article ADELINÉ, B.U.P. n° 636, p. 1377.

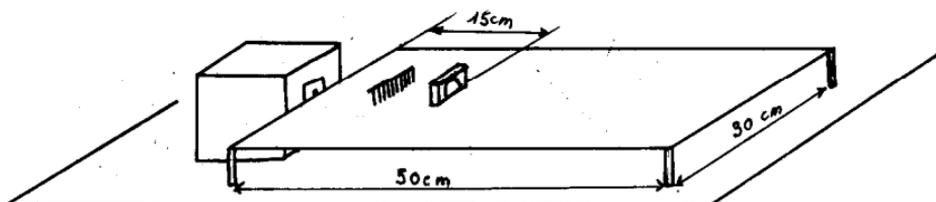
3.2. Deuxième temps : pourquoi ?

3.2.1. Des questions à EXPLIQUER ?

- comment est obtenu A' à partir de A ?
- pourquoi A, A', O , sont alignés $\forall A$?
- que deviennent les rayons lumineux issus de A ? au niveau de la lentille, après la lentille ?

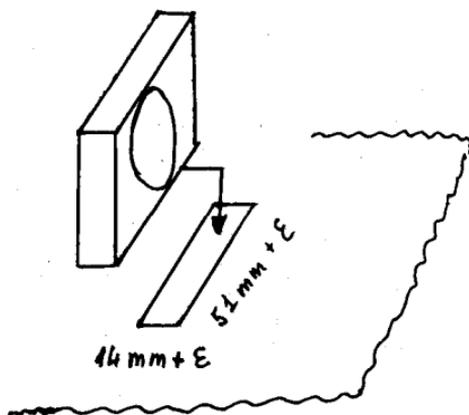
Il faut les matérialiser.

3.2.2. MANIPULATION.



Devant le point source A (trou de 2 mm de diamètre dans un morceau de carton), on installe une tablette horizontale, en contreplaqué, montée sur 4 pieds de sorte que le trou A se trouve *juste au-dessus* du plan de cette tablette.

A 15 cm environ du bord, et de façon symétrique par rapport à l'axe optique, on a réalisé, dans la tablette une fenêtre rectangulaire, afin de loger et de maintenir verticalement une lentille de dotation à monture carrée. Les dimensions de la fenêtre doivent être tout juste supérieures à celles de la monture plastique de la lentille : $(51 \text{ mm} + \epsilon) \times (14 \text{ mm} + \epsilon)$, on pourra alors enfoncer plus ou moins la lentille dans son logement, l'incliner plus ou moins vers l'avant ou vers l'arrière.



On règle la lentille (10 cm de focale par exemple), de sorte que son centre optique soit dans le plan de la tablette. Cette dernière peut être recouverte sur toute sa surface d'une feuille de papier blanc afin de pouvoir relever les tracés.

Entre le point source et la lentille, on dispose un peigne à dents régulières maintenu par un support, de sorte que « son plan » soit \perp à l'axe optique et que les dents soient verticales. Le peigne va matérialiser les rayons et on peut le déplacer afin qu'un rayon pénètre par le centre optique.

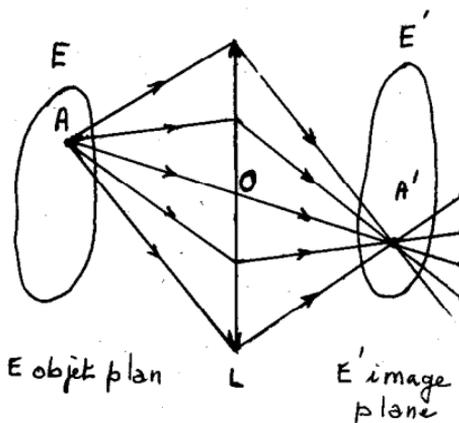
On peut ensuite relever le tracé des rayons lumineux.

3.2.3. BILAN :

- les rayons qui passent en dehors de la lentille ne sont pas déviés (perte de lumière),
- tous les rayons qui traversent la lentille sont déviés *sauf* celui qui passe par le centre optique,
- plus les rayons sont éloignés de l'axe optique, plus ils sont déviés,
- le point lumineux image A' est le point de convergence des rayons lumineux issus de la lentille,
- *parce que* le rayon passant par le centre optique n'est pas dévié, A, O, A' , sont alignés, l'image est renversée.

N.B. — On pourrait montrer, en déplaçant le peigne, la marche d'un rayon lumineux parallèle à l'axe optique et d'un rayon passant par le foyer, mais ce n'est pas au programme.

3.2.4. L'IMAGE RÉELLE D'UN OBJET PLAN.



On peut généraliser ce qui s'est passé pour le point A.

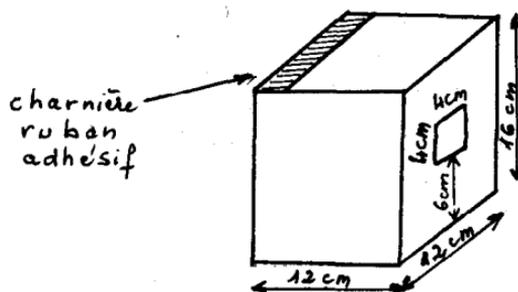
L'image est un ensemble de points lumineux E' tels qu'à tout point A d'un plan P corresponde un point A' tel que A, O, A' ,

alignés. A' est le point de convergence de tous les rayons qui, issus de A ont traversé la lentille.

On n'a privilégié qu'un des rayons de la construction géométrique traditionnelle. De ce fait, on ne peut pas *expliquer ou prévoir* les aspects quantitatifs de l'image par rapport à l'objet. Cela viendra plus tard !

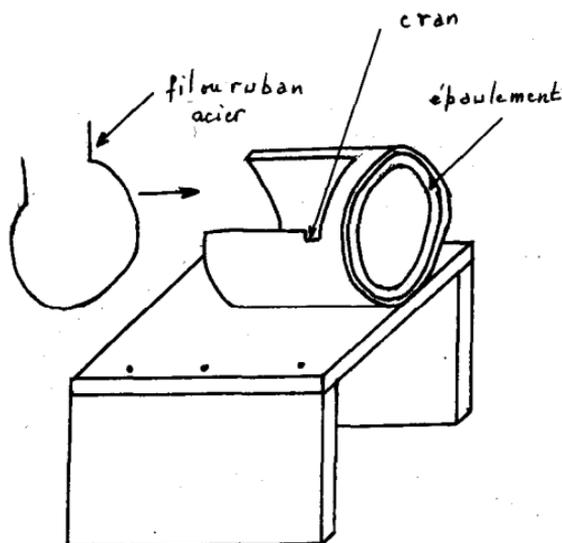
4) SOURCES DE LUMIERE, SUPPORTS DE LENTILLES.

Pour faire des manipulations d'optique, il faut une source de lumière stable sans trop de lumière parasite. On peut, par exemple « enfermer une lampe » 220 V, 25 W maximum dans une boîte parallélépipédique en contreplaqué cloué avec toit ouvrant. Sur la face avant, on réalise une fenêtre rectangulaire sur laquelle on peut fixer, avec du scotch, un trou source percé dans un morceau de carton, une lettre, une fente, des filtres... Si on dispose de plus de temps, on peut réaliser des glissières latérales en tôle fine pour maintenir les différents objets lumineux. La douille de la lampe peut être vissée sur le fond de la boîte.



Supports de lentilles.

- Support de lentilles rondes (monture de 4 cm de \varnothing) :

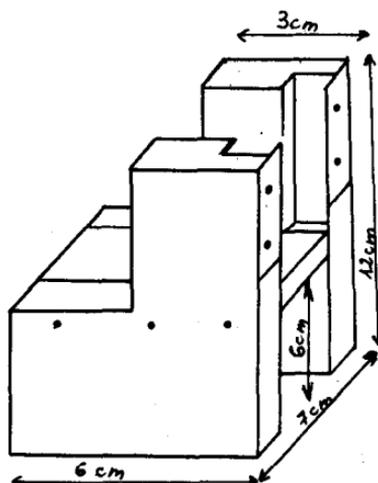


Un support en contreplaqué cloué, de forme \square , épaisseur 10 mm.

Sur le dessus, on visse un demi-manchon en PVC de \varnothing intérieur 40 mm (manchon pour raccorder les canalisations plastique scié au milieu). L'épaulement, à l'intérieur du manchon, permet de retenir la lentille. La lentille est maintenue de l'autre côté par un anneau aciéré dont les extrémités peuvent se loger dans le cran. Au-dessus, une fenêtre, afin de mieux enfile la lentille et de visser le manchon sur le support.

On peut aussi accoler plusieurs lentilles minces dans le manchon.

- Support de lentilles à monture carrée :



C'est un support de forme H constitué de 3 parties en contreplaqué, clouées.

Les deux montants verticaux ont une épaisseur de 15 mm ; la petite plaque horizontale qui permet de les relier a 10 mm d'épaisseur. Les rainures réalisées dans les montants, maintiennent les lentilles verticales. Dans la partie droite, elles aboutissent à l'extrémité du montant, ceci pour que la lentille soit tout à fait au bord et que l'on puisse accoler deux lentilles par rapprochement de deux supports. Deux lames métalliques vissées sur les montants empêchent les lentilles de tomber. On a évidé une partie des montants verticaux afin de ne pas trop diaphragmer. Toutes les hauteurs doivent être déterminées, de sorte que les différents éléments aient le même axe optique.

Chaque groupe d'élèves peut ainsi disposer, à moindres frais, en toute sécurité, d'une source, de supports de lentilles, maté-

riel suffisamment performant pour l'optique qualitative de quatrième.

N.B. — L'idée du peigne a été tirée des ouvrages 4^e Hachette et du Manuel de l'U.N.E.S.C.O. On peut, sur le même principe, montrer que les rayons issus d'un point lumineux A, semblent à la sortie d'une lentille divergente provenir d'un point $A' \neq A$, mais situé du même côté que A par rapport à la lentille. Même démarche pour montrer que les rayons lumineux issus de A semblent provenir de A' symétrique de A dans la réflexion sur un miroir plan. *Tout cela avec un peigne...*
