

Technique de la projection

*(Exposé de notre correspondant académique
aux Journées d'Alger)*

Le but de la projection est de donner d'un objet relativement petit une image assez grande et assez volumineuse pour qu'elle soit visible de toute une classe. Il s'agit donc d'éclairer fortement l'objet et de former, à l'aide d'une lentille convergente, son image sur un écran éloigné.

La position de la lentille de projection par rapport à l'objet est déterminée par la position de l'écran. Ce dernier étant en général relativement très éloigné, l'objet est à peu près dans le plan focal de la lentille de projection.

ECLAIRAGE DE L'OBJET. TIRAGE DU CONDENSEUR.

L'objet est éclairé par une source lumineuse intense (arc électrique, lampe, etc...) dont nous ne nous occuperons pas.

L'étude des montages correspondant aux figures 1, 2, 3, 4, 5, 6 montre que pour obtenir une image très lumineuse et non déformée, il faut :

*placer l'objet le plus près possible du condenseur;
tirer le condenseur de telle sorte que l'image S' qu'il
donne de la source S se forme sur la lentille de
projection.*

Cette façon d'opérer entraîne les avantages suivants :

- on peut utiliser une lentille L, même de petit diamètre,
- la lentille travaille toujours en rayons centraux;
- enfin, la lentille L donne de S' une image S'' confondue. Par conséquent, on n'aura jamais sur l'écran E l'image de la source S.

Ce principe fondamental devra être modifié légèrement dans certains cas (renvoi de l'image, par exemple).

Il ne faut jamais oublier que c'est le tirage du condenseur qui permet de faire varier la position de l'image S' de la source S, et que c'est essentiellement de la bonne position de S' par rapport aux systèmes optiques utilisés que dépend la luminosité des images.

CHOIX DE LA LENTILLE DE PROJECTION.

Distance focale : le grandissement est d'autant plus grand que la distance focale f de L est plus petite. Par

contre, la profondeur de champ varie dans le même sens que f .

Diamètre d'ouverture : parfois, on ne peut pas faire l'image S' de S exactement sur L . On a alors intérêt à

figure 1

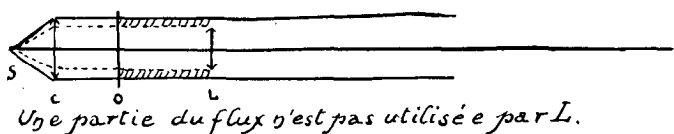


figure 2

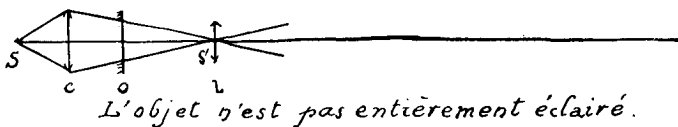


figure 3

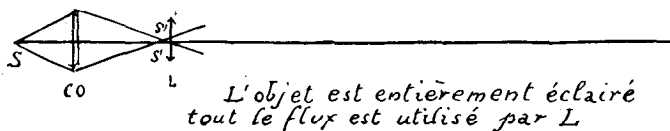


figure 4

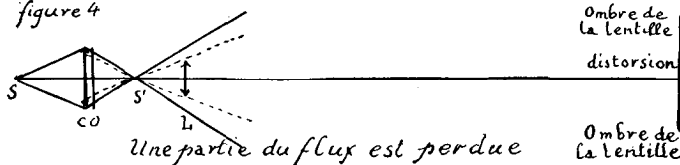


figure 5

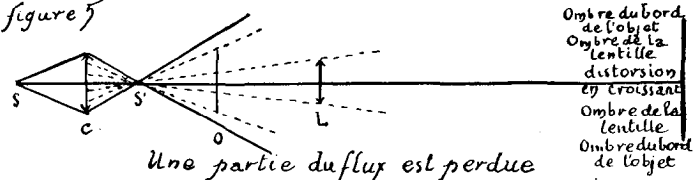
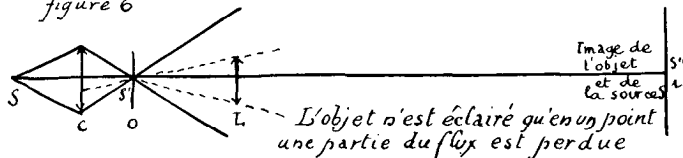


figure 6



choisir une lentille de diamètre suffisant pour que tout le flux lumineux soit utilisé.

Qualités de la lentille : on a évidemment intérêt à utiliser une lentille corrigée des aberrations géométriques et chromatiques.

Une lentille de 10 cm., deux lentilles de 30 cm. de distance focale suffisent pour réaliser les expériences décrites.

MISE AU POINT DE LA PROJECTION.

La source lumineuse a été amenée sur l'axe principal du condenseur, cet axe étant horizontal. On a choisi rationnellement la lentille de projection et on sait approximativement quelle sera sa position sur la table (d'après la position de l'objet et de l'écran).

- 1° On règle la hauteur de la lentille en la plaçant contre le condenseur. On définit ainsi l'axe horizontal de projection.
- 2° On met la lentille à peu près à la place qu'elle devra occuper, sa face la plus courbe du côté de la lumière « la plus parallèle ».
- 3° On règle le tirage du condenseur de façon à former l'image S' sur L .
- 4° On place l'objet contre le condenseur.
- 5° On translate la lentille L , de façon à obtenir l'image i de o sur E .

On améliore cette image en faisant pivoter la lentille. La direction moyenne du faisceau réfléchi sur la face d'entrée de la lentille doit être confondue avec la direction moyenne du faisceau incident. L'axe optique de L est alors confondu avec le rayon incident moyen. Ce résultat est obtenu facilement en amenant en coïncidence avec l'objet l'image de retour donnée par la lentille (réglage facile dans le cas où l'objet est une fente ou un trou).

EXEMPLE DE PROJECTION UTILISANT CES PRINCIPES.

(figure 7).

Electrolyse acétate de plomb-électrodes de platine, cuve à faces parallèles. On voit : dégagement gazeux, dépôt de métal; puis, en inversant le courant : anode soluble.

RENOI DE L'IMAGE PAR UN MIROIR-PLAN OU UN PRISME A RÉFLEXION TOTALE (figure 8).

Pour utiliser toute la lumière, on a intérêt à placer le système optique de plus petite surface utile sur la partie la plus étroite du faisceau (image S'). Dans le cas de la figure, il faut cependant que S' soit voisin de la lentille L pour que le faisceau qui la frappe ne soit pas trop large.

La lentille et le système réfléchissant doivent donc être près l'un de l'autre.

Ce montage permet de montrer la réflexion totale et la

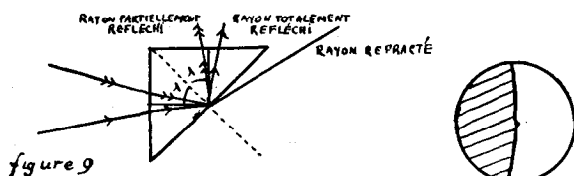
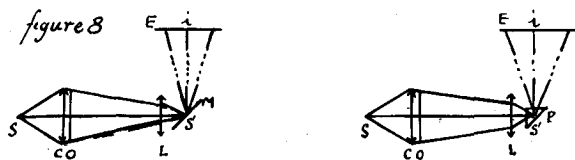
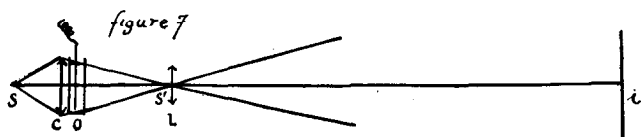


figure 10

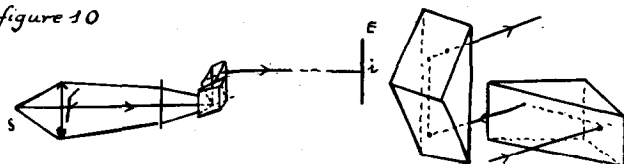
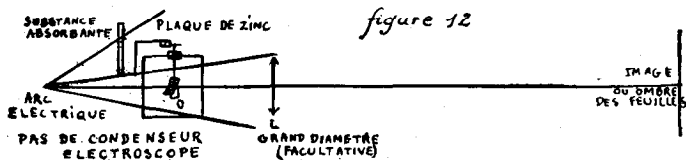
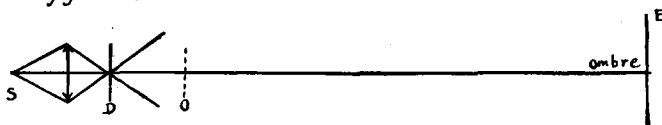


figure 11



réflexion partielle sur la face hypoténuse du prisme (fig. 9). Le faisceau sortant de L est très convergent (condenseur tiré au maximum et L de petite distance focale). Pour une inclinaison convenable de la face hypoténuse,

certain rayons subissent la réflexion totale, d'autres sont partiellement réfléchis et transmis.

REDRESSEMENT DE L'IMAGE PAR DEUX PRISMES A RÉFLEXION TOTALE (figure 10).

Objet : lettre F. Il faut que les deux prismes utilisent le faisceau en sa partie la plus étroite. Il faut que la section minimum du faisceau soit inférieure au quart de la surface hypoténuse de chaque prisme, et il faut que cette petite section se conserve sur une longueur d'au moins quelques centimètres. Si la source S est trop étendue, un tel résultat ne peut être atteint, et on n'utilise qu'une partie du faisceau.

OMBRES (figure 11).

Faisceau très convergent. Diaphragme à iris. Objet : toile métallique. L'ombre est d'autant plus nette que le diaphragme est plus fermé (effets de pénombre diminués).

EXEMPLE DE PROJECTION D'OMBRE. EFFET PHOTOÉLECTRIQUE (figure 12).

Le montage diffère un peu du précédent. On utilise comme point lumineux l'arc électrique sans condenseur, pour ne pas absorber l'ultra-violet. Electroscope portant une lame de zinc bien propre chargée négativement. Absorption de l'U.V. par interposition d'une tôle, puis d'une lame de verre. Si l'ombre n'est pas nette, on peut former sur l'écran l'image des feuilles de l'électroscope à l'aide d'une lentille de grand diamètre.

PROJECTION D'OBJETS HORIZONTAUX TRANSPARENTS.

Appareil de projection verticale (figure 13).

Cristallisation de salol surfondu, sur une lame de verre. Interférences mécaniques à la surface de l'eau.

PROJECTION D'OBJETS HORIZONTAUX TRANSPARENTS.

Appareil de projection horizontale (figure 14).

Spectre magnétique d'un courant circulaire. Quatre ou cinq spires de gros fil sur plaque de plexiglass. Diamètre des spires : 3 ou 4 cm. Courant de 15 ampères. Limaille de fer très fine (assez peu).

On doit prendre L de distance focale assez grande, à cause de la longueur du chemin OML. Les réflexions sur les miroirs et la transmission par la plaque s'accompagnent de diffusion, ce qui contribue à élargir le faisceau tombant sur L. On a donc intérêt à prendre L d'assez grand diamètre.

PROJECTION D'OBJETS HORIZONTAUX RÉFLÉCHISSANTS

(figure 15).

Interférences mécaniques à la surface du mercure. Mêmes remarques concernant la lentille que celles concernant la projection précédente.

EMPLOI DU MIROIR TOURNANT (figure 16).

Analyse du mouvement vibratoire d'une lame d'acier. L forme l'image i de o (petit trou) sur l'écran E, après réflexion sur le miroir-plan m collé sur le vibreur et sur le miroir tournant M.

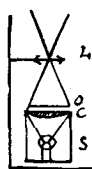


figure 13

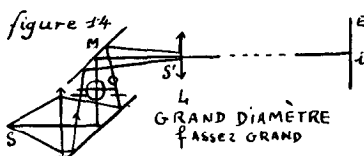


figure 14

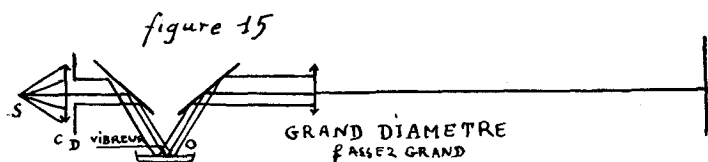


figure 15

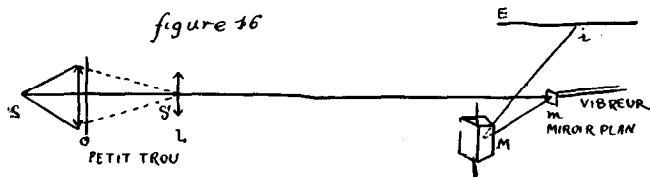


figure 16

On perd un peu de lumière au niveau de m si la section du faisceau en m est supérieure à la surface de m .

PROJECTION DE SPECTRES LUMINEUX (figure 17).

L forme l'image F' de F à l'infini. P est en S' pour utiliser tout le faisceau, et au minimum de déviation (spectre pur).

RECOMPOSITION DE LA LUMIÈRE BLANCHE. COULEURS COMPLÉMENTAIRES (figure 18).

L donne l'image de F à l'infini. L' donne sur l'écran l'image R' (blanche) de la face d'entrée (ou de sortie) R du prisme, limitée par un rectangle découpé dans du papier

noir et collé. Cette portion de face doit être uniformément éclairée. On doit donc former l'image S' au delà du prisme, entre P et L' . Un prisme P' de petit angle, très étroit, collé sur une lame à faces parallèles, peut être déplacé dans une direction perpendiculaire à la direction moyenne du faisceau. Il permet de dévier successivement les diverses couleurs du spectre. On obtient alors deux images R' et R'' en couleurs complémentaires. La lentille L' , recevant des faisceaux parallèles correspondant aux diverses radiations, donne un spectre dans son plan focal. C'est au voisinage de ce plan que l'on doit placer le prisme P' .

Fig. 17.

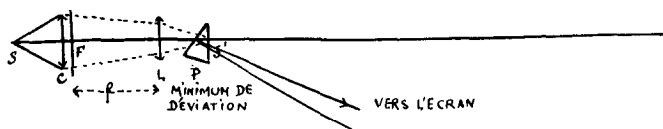


figure 18

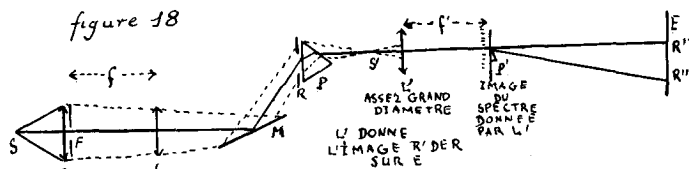


figure 19

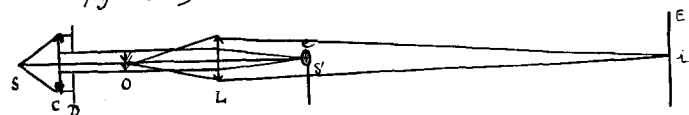
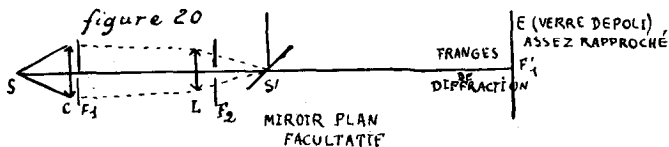


figure 20



DIFFRACTION PAR LE BORD D'UN OBJET (figure 19).

L'objet O qui diffracte la lumière est une plume. L forme sur l'écran E l'image i de o (noire sur fond blanc). O doit être assez éloigné de D , de sorte que les images i de o et D' de D soient très éloignées l'une de l'autre. L'écran e destiné à arrêter la lumière géométrique doit avoir une surface aussi petite que possible (à peine supérieure à la surface de l'image S' de S) et être placé en S' (section

minimum du faisceau). Le diaphragme D est éclairé en lumière parallèle. Supprimer toute lumière parasite.

Quand on place l'écran *e*, on voit sur l'écran E les bords de l'image *i* brillants sur fond noir.

DIFFRACTION AU VOISINAGE D'UNE IMAGE GÉOMÉTRIQUE.

FRANGES DE DIFFRACTION (*figure 20*).

L forme sur E l'image F'1 de F1. E doit être assez rapproché (1 mètre de L environ) pour que F'1 soit très brillante. F1 doit être assez fine. La fente diffringente F2 est placée assez près de L. Elle doit être uniformément éclairée; on forme donc S' un peu en arrière de F2. Les franges sont plus visibles sur un verre dépoli (par transmission), en observant bien orthogonalement au plan du verre. Un miroir-plan permet de renvoyer le faisceau à angle droit, vers la classe. Les franges sont évidemment beaucoup plus visibles en lumière blanche qu'en lumière monochromatique (1).

GIACOMINI.

(1) Ces expériences ont été présentées par MM. Giacomini et Hermitte, professeurs au Lycée d'Alger-Bugeaud.