

Image, où es-tu ?

par Jean-Loup CANAL
École Normale Mixte, 12000 Rodez

Lorsqu'une image se fait sur un écran, cet écran est-il nécessaire pour la voir ? Non, l'énoncé est incomplet, vous ne devez pas encore répondre, il vous manque une donnée ; Laquelle ? : l'image est-elle produite avec un sténopé (ou trou) ou avec une lentille ? Et maintenant, si l'information vous est fournie, saurez-vous répondre ?

1. DISPOSITIF POUR L'OBSERVATION

Le dispositif élémentaire utilisé est celui décrit en annexe 2 ; il est simple à construire, peu onéreux ; il permet d'aborder de nombreuses questions liées aux conditions d'obtention d'image, de mise au point et même de conservation d'image avec la production de photographies obtenues dans des conditions précaires (salle de classe obscurcie par de simples rideaux à soleil) en utilisant deux types de papier :

– du papier photogramme : il permettra d'obtenir un véritable négatif après un passage dans des bains successifs de révélateur, de fixateur et de rinçage. A partir de ce négatif, le passage au positif se fera par simple photo-contact.

– du papier Ozalid : papier sensible utilisé par les architectes pour produire des tirages de plan. L'image est révélée en passant le papier dans des vapeurs d'ammoniac. Le procédé est facile à mettre en œuvre mais une bonne image n'est obtenue, par grand soleil, en pleine ouverture, qu'après une exposition de 15 minutes. En outre, c'est un positif (mais inversé droite gauche) qui est produit.

L'ensemble permet de faire une bonne initiation à la photographie avec tous les problèmes de réglage de la distance, du rôle de l'ouverture dans la profondeur de champ, du temps d'exposition en fonction de la sensibilité du papier, de l'éclairage, de l'ouverture, des capacités d'immobilité et surtout de la patience du sujet photographié ! L'appareil photographique formé par la boîte noire munie de la lentille pourra devenir un véritable projecteur de diapositives en inversant les positions de l'objet et de l'écran.

Si d'aventure, il arrivait un petit accident à votre écran, une déchirure, ce sera pour vous l'occasion de quelques observations dont peut-être quelques-unes vous surprendront.

2. RÉSULTATS DE L'OBSERVATION ET INTERPRÉTATION

2.1. Image obtenue avec une boîte noire et un sténopé

Réaliser un sténopé d'un millimètre de diamètre environ. Il est indispensable de se protéger de la lumière parasite par un voile noir.

★ observation sur un écran non-déchiré

L'image (figure 1) est peu nette, à l'envers, d'autant moins colorée qu'elle est sombre : les bâtonnets sont des cellules plus sensibles aux faibles luminescences que les cônes responsables de la vision des couleurs.

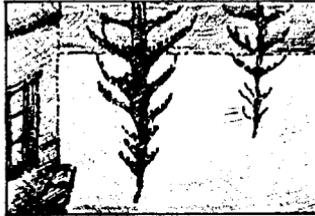
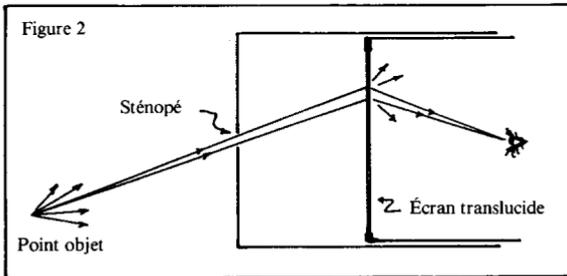
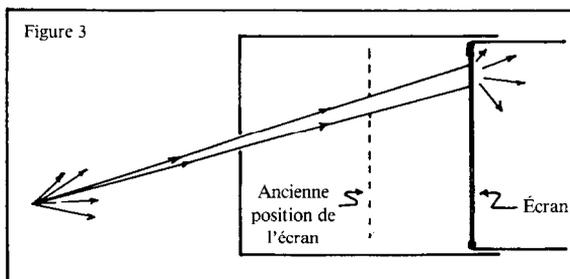


Figure 1

Les contours de l'image s'améliorent si on réduit le sténopé ; mais au-delà d'une certaine limite la lumière s'étale (diffraction). En agrandissant démesurément le sténopé (le trou), on a de plus en plus de lumière, l'image devient très floue et finit par disparaître. L'explication est simple : à un point lumineux de l'objet, il lui correspond une tâche lumineuse sur l'écran (figure 2) d'autant plus étendue que le sténopé est gros. Ou bien on peut admettre que la grande ouverture est constituée par un ensemble de petites ouvertures, chacune constituant sa propre image ; la superposition de toutes ces images, décalées les unes par rapport aux autres, justifie le flou de l'image résultante.





Si on éloigne la face avant de la boîte noire (figure 3), l'image grandit, les contours s'élargissent, le flux énergétique pénétrant dans la boîte noire reste le même mais il se retrouve réparti sur une surface plus large, l'éclairement énergétique (irradiance) diminue et l'image s'assombrit.

D'une manière générale, l'œil placé à l'arrière de l'écran, voit une image car les taches lumineuses sur l'écran diffusent dans toutes les directions : des rayons atteignent l'œil.

★ *observation sur un écran déchiré*

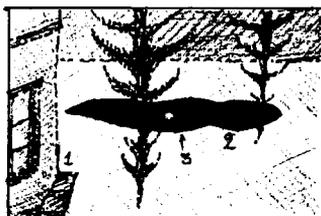
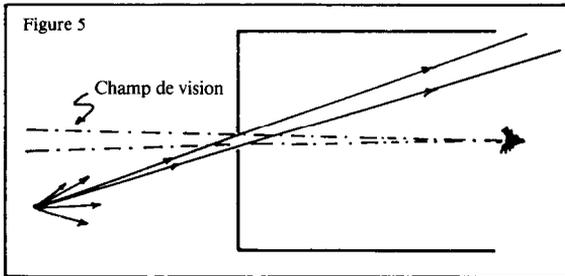


Figure 4

Une déchirure, sur le papier calque constituant l'écran, détermine 3 zones d'observations (figure 4) :

- zone 1 : sur l'écran restant, pas de changement bien sûr ;
- zone 2 : on voit l'intérieur de la chambre noire (obscurité importante) ;
- zone 3 : par le sténopé, on a une vision directe de l'extérieur si sa dimension est suffisante (figure 5) ! Pour mieux interpréter ces observations, supprimons l'écran translucide : il n'y a plus les rayons diffusés par l'écran. L'œil ne peut recevoir que des rayons directs. Son champ de vision est nécessairement limité aux rayons provenant du sténopé.



2.2. Image obtenue avec une boîte noire et une lentille

★ observation sur un écran non-déchiré

Une seule position de l'écran par rapport à la lentille donne une image nette. Mais cette position dépend de la distance de l'objet à la lentille. Cela oblige à faire une mise au point à chaque nouvelle visée. L'image (figure 6) est à l'envers ; elle est en couleurs, ce qui ne manque pas d'étonner plus d'un, petit ou grand !

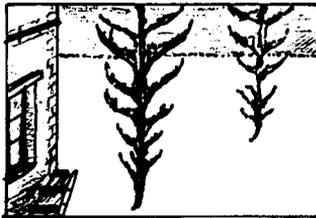


Figure 6

C'est la situation classique de production d'une image sur un écran à partir d'une lentille. A chaque point objet correspond un point image (en théorie) : ainsi, l'image complète a ses contours nets. L'œil, placé au-delà de l'écran translucide, voit une image diffusée par l'écran.

L'utilisation des différents diaphragmes permet de découvrir son importance dans la profondeur de champ.

★ observation sur un écran déchiré

Ici encore, on peut déterminer 3 zones d'observation (figure 7) :

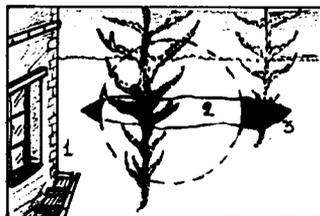


Figure 7

- zone 1 : sur l'écran restant, aucun changement ;
- zone 2 : elle est définie comme appartenant à la déchirure mais limitée par un cercle défini géométriquement (cf la zone 3). C'est l'observation la plus intéressante : il y a une image qui prolonge très exactement celle visible sur le papier calque limitrophe. Elle est évidemment plus nette puisque non-diffusée par un support semi-transparent. L'œil ne modifie pas son accommodation quand il passe de la zone 1 à la zone 2 : l'œil prend pour objet l'image produite dans le «vide» par la lentille (figure 8). Cette image est formée par la convergence des rayons ; comme il n'y a pas d'écran, le faisceau devient ensuite divergent : c'est un point lumineux réel «P» pour l'œil placé dans le champ de ce faisceau. Si l'on déplace le support de l'écran, l'image obtenue sur l'écran restant devient floue alors que celle appartenant à cette zone 2 reste nette : l'œil accommode sur le plan-image précédent et continue à y voir la même image. S'il fixe l'écran en papier calque voisin, il accommode sur ce nouveau plan et y trouve une image nécessairement floue (puisque ce plan n'est plus le plan image).

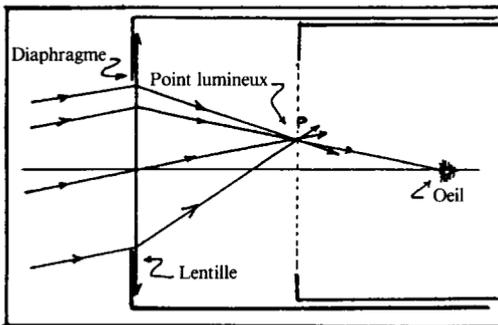


Figure 8

- zone 3 : les rayons lumineux qui formaient à cet endroit des points images divergent sans atteindre l'œil : les seuls rayons que ce dernier peut recevoir proviennent de l'intérieur de la chambre noire où règne une obscurité dépendant de l'ouverture du diaphragme. La délimitation de cette zone (cf figure 9, annexe 1) correspond à l'intersection «HG» avec l'écran du cône ayant pour sommet l'œil «Y» et pour base l'ouverture du diaphragme «AB». L'annexe 1 définit le champ visuel aperçu sans écran.

3. CONCLUSION

Un même dispositif, la boîte noire munie successivement du sténopé et de la lentille convergente, permet de fournir deux types d'image qui pourraient paraître, a priori, appartenir à la même famille si une analyse plus fine ne montrait qu'il n'en est rien. L'une, celle obtenue à partir

de la lentille, est constituée par un ensemble de points lumineux constitués par des faisceaux convergents de rayons lumineux. L'autre est constituée par un ensemble de tâches correspondant à l'intersection de l'écran avec un cône : son sommet est le point objet et sa génératrice s'appuie sur le bord du sténopé. Est-ce bien une image ? Théoriquement, le point image résulte de la rencontre des rayons lumineux issus d'un point objet (cas de l'image réelle) ou de leurs prolongements (cas de l'image virtuelle). Ce n'est pas le cas ici et il est sans doute abusif de parler d'image.

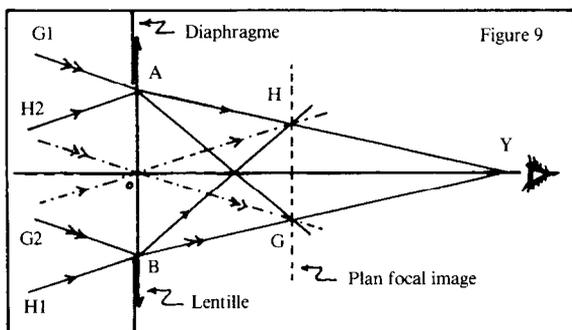
En outre on a pu constater que l'image réelle intermédiaire obtenue avec une lentille convergente devenait un objet réel pour l'œil. Mais deux cas restent à envisager pour interpréter les observations : le cas de l'image obtenue avec écran et le cas de l'image obtenue sans écran. Avec un écran, grâce à sa translucidité, l'objet réel diffuse des rayons lumineux dans toutes les directions et l'œil pourra faire une image de la totalité de l'objet, quelle que soit sa position. Sans écran, l'œil ne sera pas nécessairement dans le prolongement des cônes divergents de certains points de l'image intermédiaire : son champ de vision se restreint et il ne verra qu'une partie de cette image.

Finalement, rien d'extraordinaire si ce n'est le plaisir de manipuler, d'observer, de s'interroger et de redécouvrir des résultats connus mais toujours aussi passionnants.

Annexe 1

Délimitation du champ de vision dans la partie déchirée

Tout revient à définir les limites du champ visuel observé à travers la lentille en supprimant l'écran, l'œil étant placé au delà du plan image (figure 9). Simplifions en prenant les objets à l'infini. L'œil ne reçoit aucun rayon diffusé (il n'y a plus d'écran). Il ne peut recevoir que des rayons directs provenant de l'ouverture du diaphragme AB. Les 2 rayons extrêmes qui l'atteignent sont AY et BY. Leurs correspondants à l'extérieur de la boîte noire sont H1B et G1A. Tout point objet à l'infini non inclus dans G1H1 ne sera pas dans le champ de vision de l'œil.



Annexe 2

