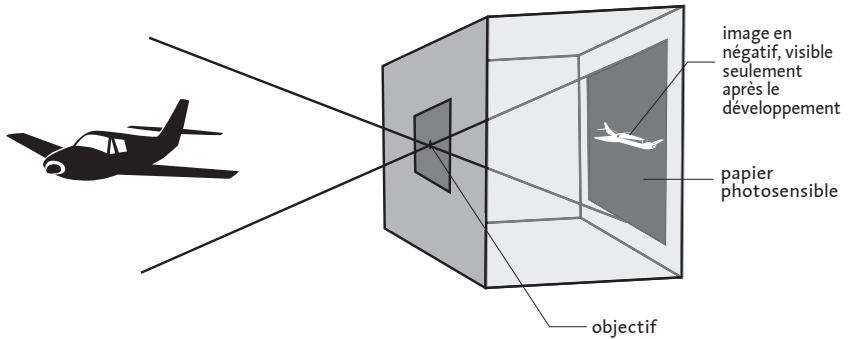


# LE STÉNOPÉ

Une belle alternative aux appareils photo coûteux et un joli doigt d'honneur aux images standardisées faites par des appareils eux-même standardisés. C'est un dispositif optique très simple qui permet d'obtenir un appareil photo dérivé du principe de la camera obscura. Le sténopé, pinhole en anglais, c'est en fait le nom de l'objectif qui est un simple trou fait à l'aiguille. Et faire du sténopé, c'est certainement un des moyens les plus simple de comprendre comment fonctionne la photographie.

## COMMENT ÇA MARCHE ?



Le sténopé n'est finalement qu'une vulgaire boîte hermétique à la lumière, dont l'une des faces est percée d'un trou, qui, lui seul, laisse rentrer la lumière. Sur la surface opposée de cette boîte vient se former l'image inversée de la réalité extérieure, qu'on va essayer de capturer sur une surface photosensible. (= qui réagit à la lumière, comme un négatif ou du papier de tirage photographique). Au final ça fonctionne exactement comme un appareil photo, mais en bien plus simple.

## ALORS QU'EST-CE QU'ON FAIT ?

Vu qu'on est vachement curieux de voir comment ça peut bien marcher, on se lance. Il va falloir un peu de matériel pour fabriquer le sténopé, du papier pour tirage photo noir et blanc, du matériel de développement, et une pièce borgne (avec une arrivée d'eau c'est encore mieux).



## LE MATÉRIEL, PRÉCISÉMENT

+ Une boîte assez épaisse :

Pour ces premiers essais on essaiera de trouver des boîtes manufacturées, qui sont en général plus résistantes et bien construites, de taille moyenne (maximum 15 à 20 cm pour le plus grand côté), et avec un couvercle qui ferme bien (qui se rabat sur tous les côtés de la boîte). La boîte peut être de n'importe quelle matière, et presque de n'importe quelle forme (ronde, carrée, etc.), l'important est qu'elle soit bien hermétique à la lumière. En général, les boîtes en carton d'une épaisseur d'environ 3 mm sont parfaites (moins c'est pas vraiment opaque, plus c'est un peu dérangeant pour l'objectif qu'on va construire après). Par contre, pas de problème, a priori pour les boîtes en métal.

+ Des morceaux (4 cm x 4 cm) de métal fin qu'on pourra percer à l'aiguille. Il faut un métal souple, mais résistant. On peut prélever des morceaux sur des canettes en aluminium, des barquettes de congélation, des couvercles de boîtes de sardines, etc.)

+ Quelques aiguilles à coudre de tailles différentes, du gaffer noir (gros scotch tissé), un truc dur pour taper (marteau ou autre), du papier de verre à grain très fin, de la peinture noire (si besoin), de la colle forte, du carton de recup'.



Une fois la boîte trouvée, on vérifie qu'elle est bien étanche à la lumière: dans le noir complet, on place quelque chose de bien lumineux dedans (portable allumé, lampe de poche) on referme le couvercle et on avise. Si la moindre lumière passe à travers les parois de la boîte, il faudra en peindre l'intérieur en noir (sans oublier l'intérieur du couvercle), et si c'est au travers des arrêtes de la boîte qu'il y a des fuites, on prendra soin de coller du gaffer noir partout.

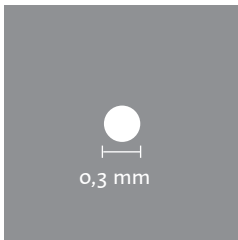
## LA FABRICATION DE L'OBJECTIF

C'est l'étape la plus importante dans la fabrication du sténopé. La qualité de l'image dépendra presque entièrement de la qualité du trou fait à l'aiguille.

Une fois le morceau de métal bien nettoyé et aplati, on pose une aiguille de faible diamètre bien à l'équerre, et on tape un petit coup sec avec le marteau. Le trou doit être absolument rond, et dans l'idéal il doit mesurer entre 0,30 et 0,45 mm.

Il y a un moyen simple de vérifier la parfaite circularité du trou et surtout de le mesurer précisément : on scanne la petite plaque de métal trouée au préalable à une résolution assez haute (800 dpi), et on ouvre l'image sur un logiciel type photoshop, on agrandit au maximum l'image du trou et on se sert des règles de mesure du logiciel pour vérifier le diamètre. (Qu'on notera sur la plaque de métal, c'est important pour la suite). On en profite pour vérifier la régularité du trou.

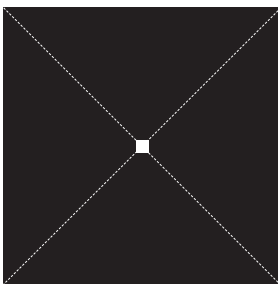
Evidemment, c'est impossible de faire un trou de la taille voulue, c'est pour ça qu'il faut en faire pas mal avant de tomber sur celui qui aura presque le bon diamètre.



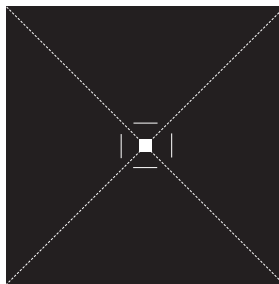
plaque de métal  
40mm x 40 mm

C'est assez utile de préparer plusieurs objectifs, pour avoir plus de chances d'avoir le bon. Après s'être débarrassé des plaques dont le trou n'est pas satisfaisant, on prend soin de bien poncer, délicatement, sur et autour du trou pour ôter tout relief et avoir un trou bien net.

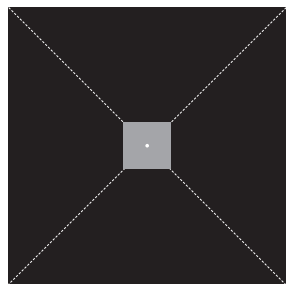
On découpe ensuite un carré d'1 cm au milieu d'une des faces de la boîte (1), qu'on peut également poncer légèrement, on fait des repères à 1,5 cm autour du carré (2), et on y colle l'objectif avec un peu de colle forte(3). (Attention à ne pas mettre de colle trop près de l'objectif.) On presse un peu, on attend que ça sèche, et on remet du gaffer sur les bords. Voilà, l'objectif est posé.



(1)



(2)



(3)

## L'INSTALLATION DU NÉGATIF

Pour faire simple et économique, on va utiliser une feuille de papier photo pour tirage noir et blanc en guise de négatif. (Ex: papier ilford RC, brillant ou satiné, environ 15 euros les 100 feuilles). C'est seulement dans le noir complet ou en lumière inactinique (lampe de labo photo) qu'on peut ouvrir la boîte de feuille puisque le papier photo est sensible à la lumière. A l'aide de scotch double face ou de patafix, on colle la feuille de papier photo sur la face opposée au trou de la boîte (en veillant bien à ce que la face photosensible du papier, en général c'est la plus lisse) soit face à l'objectif. On referme la boîte, si besoin on remet du gaffer à la jointure du couvercle et du reste de la boîte, et on place un morceau de gaffer bien opaque devant l'objectif.

## LE CALCUL DU TEMPS DE POSE

L'étape qui suit vous semblera peut-être un peu laborieuse mais au bout de quelques essais vous vous rendrez sûrement compte que ça valait le coup. Il y a aussi des sténopistes qui ont toujours travaillé au pif, mais pour des premiers essais, cela peut ne donner aucun résultat et devenir vite décourageant (et coûteux en papier).

Le principe de base de la photographie, c'est une quantité de lumière donnée (qui passe le trou plus ou moins grand de l'objectif, appelé diaphragme) pendant un temps donné (temps de pose ou exposition). En sténopé, c'est pareil, et vu que les temps de pose peuvent varier de quelques secondes à quelques heures, il est préférable de savoir comment calculer le temps de pose idéal en fonction de votre sténopé.

Là, pas de recette miracle, il faut un posemètre, ou à défaut un appareil photo équipé d'une cellule: selon une luminosité donnée, ça nous dit quelle ouverture (diaphragme) il faut utiliser et pendant combien de temps (vitesse d'obturation) pour que la photo soit bien exposée.



Ca s complique...

Le diamètre de l'ouverture d'un diaphragme sur n'importe quel appareil photo est normalisé, les chiffres correspondant à l'ouverture s'échelonnent en général de 2,8 à 64 (sachant que plus le chiffre est grand plus le diamètre de l'ouverture est petit.)

La première chose à calculer est le diaphragme relatif de votre sténopé, c'est à dire, trouver le chiffre qui correspondrait au diaphragme normalisé d'un appareil photo lambda.

$$\text{Diaphragme de votre sténopé} = \frac{\text{Longueur focale en mm}^*}{\text{Taille du trou servant d'objectif}}$$

\* La longueur focale est la distance en millimètre qui sépare la feuille de papier sensible du trou de l'objectif.

Exemple : pour une boîte d'une profondeur de 89 mm et dont l'objectif est fait d'un trou de 0,37 mm

$$\text{diaphragme de votre sténopé} = \frac{89}{0,37} = 240$$

Pour les premières prises de vue au sténopé, le mieux est de photographier en extérieur et par temps clairs. Emmenez votre appareil sténopé avec vous, trouvez ce que vous voulez photographier, et mesurez la luminosité avec votre posemètre. (Indiquez à votre posemètre que la sensibilité de votre négatif est de 6 iso). Reportez le temps indiqué (du couple temps (t)/diaphragme (d)) dans le tableau ci-dessous.

L'exemple en gris est donné pour un couple diaphragme = 32/ temps = 1 seconde.

diaphragme le plus proche du sténopé de l'exemple (240)

d	2,4	4	5,2	8	11	16	22	32	45	64	90	128	180	256	360	512	etc.
t								1	2	4	8	16	32	64	128	256	

temps (en seconde) adéquat pour une bonne exposition

Dernière complication, le papier photo (tout comme les négatifs quelconques) s'essouffle pendant les longues poses, et il faut parfois rajouter du temps pour arriver à la bonne exposition. Le tableau ci-contre vous y aidera.

Temps de pose	compensation	Exposition corrigée
1 s	x1.25	1.25 s
5 s	x1.5	7.5 s
15 s	x2	30 s
45 s	x2.5	135 s
2 min	x3	6 min
5 min	x4	20 min
10 min	x5	50 min
20 min	x6	2 h
40 min	x8	5 h20 min

## LA PRISE DE VUE

Installez votre sténopé sur un endroit bien plat et stabilisez-le en posant quelque chose d'assez lourd dessus (dictionnaire, pierre, etc.). Préparez ce qui va vous servir de chronomètre (montre, minuteur de cuisine, ...), ôtez le gaffeur qui recouvre l'objectif, laissez-le ouvert le temps que vous avez calculé, puis remplacez sans attendre le gaffeur sur l'objectif.



## DU DEVELOPPEMENT DU NÉGATIF À L'IMAGE FINALE

De retour dans votre pièce équipée d'une lampe inactinique, sortez le négatif papier de sa boîte et traitez-le :

plongez-le 1 à 2 minutes dans le révélateur, puis une trentaine de secondes dans du bain d'arrêt (à défaut de l'acide acétique), puis 2 minutes dans du fixateur. (Après vous pouvez rallumer la lumière « normale ».

Vous trouverez sans problème tout ce qu'il faut savoir sur le tirage d'une image en noir et blanc sur internet: matériel, produits chimiques nécessaires, techniques.)

Après l'avoir rincé soigneusement, laissez-le sécher ou séchez-le au sèche-cheveux (position air froid) et inspectez-le.

Si l'image est :

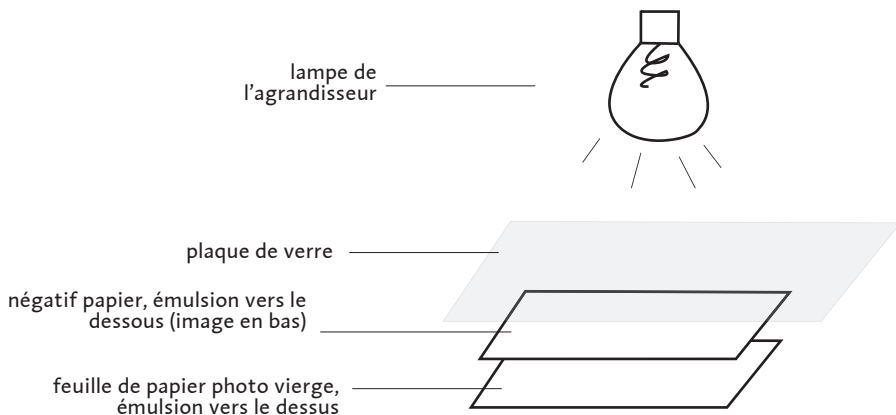
- + trop sombre: votre négatif est surexposé, réessayez avec un temps de pose plus court.
- + trop clair: votre négatif est sous-exposé, réessayez avec un temps de pose plus long.
- + carrément inexistante: réessayer en triplant voire quadruplant votre temps de pose.

Une fois le bon négatif obtenu (plusieurs valeurs de gris, du noir et du blanc), deux solutions: soit vous vous contentez du négatif (qui est des fois plus intéressant que le positif), soit vous tirez un positif, par contact. Il est plus commode pour cette étape d'utiliser un agrandisseur qui permet de mieux doser la lumière.

Pour ce faire, posez une feuille de papier photosensible (couche photosensible vers le dessus) sous votre agrandisseur (éteint), posez par dessus votre négatif (à l'envers, vous ne devez pas voir l'image), puis posez une plaque de verre bien propre sur le dessus.

Ouvrez le diaphragme de l'agrandisseur à fond, et faites plusieurs tests concernant le temps d'exposition sous la lumière de l'agrandisseur (à chaque fois, développez cette nouvelle feuille comme vous l'avez fait avec votre négatif), jusqu'à l'obtention de l'image que vous attendiez.

Chouette. Vous avez réalisé votre première photo au sténopé.



## LEXIQUE

**Papier photosensible** (ou papier photo): papier recouvert d'une émulsion plastifiée qui contient des sels d'argents qui réagissent à la lumière. Plus les sels reçoivent de la lumière, plus ils vont noircir au contact du révélateur. Pour ça, pensez à ne JAMAIS ouvrir une boîte de papier photo sans être dans le noir (ou en lumière inactinique), sans quoi elle serait bonne pour la poubelle.

**Diaphragme**: trou par lequel rentre la lumière, au centre de l'objectif photographique (ou du sténopé). Sur des objectifs standards, sa taille est modulable, et varie généralement entre 2,4 et 32. (2,4 correspondant au diamètre du trou le plus gros, et 32 le plus petit). La variation de la taille du diaphragme joue sur la quantité de lumière qui va atteindre la surface photosensible (ou le capteur pour un appareil photo numérique), sur la netteté, ainsi que sur la profondeur de champs.

**Exposition ou temps de pose**: C'est la durée pendant laquelle on va laisser la lumière rentrer au travers de l'objectif. Ces temps sont eux aussi normalisés en photographie. Au delà d'une seconde, le temps est exprimé, simplement, en seconde. Par contre, pour les temps inférieurs à une seconde, les temps sont donnés en fractions de seconde, sous la forme  $1/x$ . Par exemple,  $1/60$  correspond à 1 soixantième de seconde. Il est juste nécessaire de le savoir pour comprendre les indications fournies par le posemètre.

**Posemètre ou cellule photo-électrique**: Appareil qui permet de mesurer la lumière et de proposer des couples diaphragme/temps adéquats pour une exposition correcte.

**ISO, ASA...** : Ce sont des normes utilisées pour préciser le degrés de sensibilité à la lumière d'une surface photosensible. Plus le chiffre donné est grand, plus on dit que le film est rapide (il nécessite moins de temps d'exposition pour atteindre arriver à exposer correctement une photo). Néanmoins les films les plus rapides ont le défaut de moins rendre les détails et les valeurs de gris Les négatifs photo les plus courant sont généralement du 125, 200, ou 400 ISO. Le papier pour tirage photo quant à lui à une sensibilité équivalente à 6 ISO environ (d'où la nécessité de longues expositions).

**Lumière inactinique:** C'est la seule lumière utilisable en laboratoire pour le traitement des papiers. (Puisque sa luminosité et sa couleurs n'ont pas d'effet sur les sels d'argent du papier photo.) Sa lumière est généralement rouge ou verte / brune.

**Révéléateur:** Solution chimique à diluer dans une eau à environ 20°C qui va faire réagir les sels d'argents contenus dans l'émulsion photosensible. La réaction provoquée est le noircissement plus ou moins dense des parties plus ou moins exposées à la lumière. C'est le premier bain dans lequel on plonge le papier pendant le tirage photo (une fois qu'il a été exposé.)

**Bain d'arrêt:** Solution chimique composée majoritairement d'acide acétique (un peu comme le vinaigre), lui aussi dilué dans l'eau à 20 °C, qui va stopper l'action du révélateur, et débarrasser le papier des restes de ce dernier. Ca permet, en outre, d'économiser le fixateur. C'est le deuxième bain dans lequel on plonge le tirage.

**Fixateur:** Solution chimique, encore une fois diluée dans l'eau à 20 °C qui va fixer les sels d'argents (et donc l'image) et bloquer leur photosensibilité. C'est le dernier bain dans lequel on plonge le tirage, et une fois l'image fixée, on peut rallumer une lumière normale. Pensez à bien rincer vos tirages pendant 2 minutes en eau courante. (Pas du tout , mais juste obligatoire).

## QUELQUES LIENS BIEN UTILES

<http://www.mrpinhole.com/holesize.php>

<http://www.vizuphoto.com/stenopiste>

<http://www.galerie-photo.com/stenope.html>

<http://pagesperso-orange.fr/PIERRE.PALLIER/stenopeo.html>