

La photographie au sténopé

par [Robert Colognoli](#)



Trouez une feuille d'aluminium avec une aiguille. Présentez-la au soleil ; sur une feuille blanche posée dessous, vous voyez apparaître une petite tâche lumineuse. Faites la même expérience sous une lampe de bureau, vous voyez l'image de l'ampoule, inversée en tous sens. Au soleil, vous n'avez pas vu une simple tâche de lumière, mais l'image du soleil. Montez votre trou d'aiguille sur la paroi d'une boîte. Mettez un papier photographique sur la paroi opposée puis fermez la boîte. Posez-la plusieurs minutes devant un bouquet de fleurs puis développez. Le bouquet de fleurs est sur le papier ; vous avez fait votre première photographie au sténopé.

Sténopé : du Grec « stenos » : étroit, serré, et « ôps » : œil.

Equivalent Anglais, pinhole : trou d'épingle.

Un sténopé permet de reproduire une image après passage de la lumière par un orifice de très petit diamètre ([1](#), [5](#), [8](#), [12](#)).

L'image peut être observée en temps réel sur un dépoli, ou enregistrée sur un support quelconque, par exemple photographique.

Les premières descriptions du phénomène remontent à l'antiquité. Au cinquième siècle avant Jésus Christ, un Chinois, Mo Ti, décrit la projection des images du monde extérieur sur le mur d'une chambre obscure, à travers un petit trou placé dans le mur opposé. Au dixième siècle, un Arabe, Ibn Al Haitham, a observé que la netteté de l'image projetée dépendait de la grandeur du trou par lequel passait la lumière ([6](#), [7](#)). Leonard de Vinci l'a utilisé dans sa « camera obscura ».

En photographie, les premiers pas ont été faits grâce aux objectifs à lentilles. L'utilisation du sténopé n'est apparue que plus tard.

Actuellement la technique du sténopé est utilisée en radiologie, en physique, en astronomie... et pour ce qui nous occupe, en photographie...non pas par quelques nostalgiques mais par ceux qui y cherchent des qualités particulières à mettre en valeur.

La photographie au sténopé est en dehors des modes et des circuits commerciaux ; si elle est très pratiquée, elle est peu connue.

Nous allons vous présenter cette technique, et, pourquoi pas, vous encourager à faire vos premiers pas.

Table des Matières

Comment construire un appareil ?	3
Le boîtier	3
L'objectif, c'est le sténopé	4
L'obturateur	9
Comment réaliser une photographie ?	9
La surface sensible	9
La prise de vue	9
Le tirage	10
Conclusion	11
Bibliographie, très partielle	12
Papier	12
Internet	12
Quelques adresses	13
Figures	14

Comment construire un appareil ?

Le boîtier

Le boîtier ne sert qu'à présenter une surface sensible dans le champ illuminé par le sténopé. Une simple boîte fera très bien l'affaire. Toute amélioration ne sert qu'à en faciliter l'utilisation.

Cette liberté de conception du boîtier permet de choisir n'importe quelle dimension, en surface et en rapport des côtés, depuis le 24x36 et même moins, jusqu'à des formats qui ne sont limités que par ceux des surfaces sensibles. La voie est ouverte pour la pratique du très grand format.

- On peut détourner l'usage d'un appareil photographique du commerce. Tout appareil est bon, qui permet de placer le sténopé devant le film, en pratique sur le bouchon de boîtier que l'on aura percé. Depuis les petits et moyens formats jusqu'aux chambres grand format en utilisant alors la planchette porte objectif comme porte sténopé.

En 24x36 il faut un boîtier d'ancienne génération qui fonctionne encore quand on a retiré l'objectif et qui permette des poses de plusieurs secondes. On dispose alors d'un sténopé à exposition automatique. C'est la solution de facilité pour débiter et pour voir « ce que ça donne ».

- On peut recycler en appareil photographique diverses boîtes, de toutes formes et dimensions, permettant par exemple des prises de vues panoramiques, boîtes cylindriques où le « plan film » sera courbe...

- On peut, bien sûr, acheter un boîtier spécifiquement conçu pour la pratique du sténopé (consultez les sites référencés en [bibliographie](#))

- Cependant, un des plaisirs de la photographie au sténopé est de fabriquer soi-même son appareil de A à Z : vous n'êtes limités que par vos compétences de bricoleur ou de menuisier ébéniste, par l'outillage, le temps et la place dont vous disposez mais sûrement pas par votre imagination. Des coquillages, des fourgonnettes, des valises, des chapeaux et même le mur de Berlin ont servi de boîtier! (8)

Si l'on veut construire le boîtier, on se trouve d'emblée confronté à un problème pratique: quelles seront les dimensions de l'appareil ?

Une bonne pratique est de fixer au départ les deux paramètres suivants (fig.1) :

- Le format que l'on désire utiliser, ce qui donne les dimensions du fond du boîtier.

- Puis l'angle de champ, ce qui va déterminer la focale et donc la profondeur du boîtier. En sachant que pour un très grand angle, on peut largement dépasser 120 ° avec un sténopé de bonne qualité.

Prenons un exemple :

- Je vais utiliser du plan film 4x5 pouces. Je fixe ainsi les dimensions du fond du boîtier qui sera construit pour recevoir les châssis 4x5 pouces; ça n'est pas le plus facile à construire!

- Je vais exploiter un angle de 120° sur le film en position horizontale. La hauteur d'un angle de 120° ouvert sur un côté de 5 pouces soit 12,7 cm est de 37 mm, ce qui représente, pour nous, la distance focale, autrement dit la distance du trou à la surface sensible - (Nous verrons plus bas que les abaques fixent le diamètre optimum du sténopé à, 0,20 mm pour une focale de 30 mm et 0,23 mm pour une focale de 40 mm. Le sténopé idéal pour notre appareil serait de 0,210 mm de diamètre. Il est en pratique impossible d'obtenir une telle précision. Nous choisirons donc dans notre lot de trous fabriqués à l'avance celui s'en approchant le plus).

Notre appareil aura donc la forme d'un parallélépipède dont la base accepte un châssis 4x5 pouces, et dont la hauteur est de 37 mm environ.

Ces deux paramètres permettent de construire le boîtier en respectant le cahier des charges suivant :

- Maintenir en bonne position le sténopé d'un côté et la surface sensible de l'autre.

- Éliminer toute lumière parasite par réflexion interne. L'intérieur du boîtier doit être peint en noir mat.

- Être étanche à la lumière, comme pour tout appareil photographique. Toutes les ouvertures doivent présenter des systèmes de chicanes (fig.3) ou des joints d'occultation étanches à la lumière. Le test consiste à charger le boîtier avec une surface sensible, obturateur fermé, et à le laisser quelques heures en pleine lumière. Au développement il ne doit pas y avoir de trace d'illumination.

- Permettre les chargements et déchargements faciles. Ouverture par l'intermédiaire d'un couvercle pour accéder au fond, ou aménagement d'un dos porte roll-film ou châssis interchangeables.

Le porte film

Le plus simple est de coller la surface sensible sur le fond du boîtier à l'aide de boulettes de Patafix, il suffit qu'il n'y ait aucun déplacement pendant la pose. Bien sûr on ne dispose que d'une seule vue. Il faut donc, soit retourner au laboratoire après chaque exposition, soit utiliser un sac de chargement étanche à la lumière, ou bien fabriquer plusieurs appareils.

Cette surface sensible est généralement fixée à plat comme dans tout appareil photographique. On peut à l'inverse lui donner une concavité centrée par le sténopé, ses bords sont alors tenus par les côtés de la boîte, ou mieux la poser sur un contreplaqué fin et souple d'aéromodélisme maintenu en position concave sur le fond du boîtier. Ceci a pour avantage de rapprocher les parties latérales vers le sténopé. En effet pour un angle de champ de 120° par exemple, et par rapport au sténopé, si les bords de la surface sensible sont au double de la distance dans l'axe optique, ils reçoivent quatre fois moins de lumière, et même moins car la partie latérale de la surface sensible voit le sténopé comme une ellipse, de moindre surface, et non plus comme un cercle (Fig.9). Cet aménagement permet d'obtenir une illumination plus homogène mais il induit une déformation géométrique qui n'existe pas quand la surface sensible est plane et normale à l'axe optique.

Pour augmenter le confort d'utilisation, on peut prévoir un dos pour adapter les magasins roll-film, les châssis plan film 4x5, 5x7, 10x12 pouces... ou plus ; il vous faudra alors fabriquer de grands châssis spéciaux. Ceci permet de partir en campagne avec une autonomie confortable.

Vous trouverez les solutions à tous les problèmes techniques dans les deux ouvrages suivants : « Les Assemblages du Bois », (2) et « Primitive Photography », (10).

Quant au matériel, il faut disposer, en dehors des outils à main de menuiserie, de :

Boîte ou scie à onglet, scie sauteuse, ponceuse vibrante, perceuse visseuse, défonceuse avec fraises droites à rainer de plusieurs diamètres, nombreuses presses à main ; ceci pour le travail du bois, qui est le plus souvent employé.

La [Figure 2](#) présente le plan simplifié d'un boîtier parallélépipédique standard dont les dimensions sont à adapter au cas par cas. Les assemblages sont les plus simples possible, faciles à réaliser, et le résultat parfaitement fonctionnel. Les panneaux sont collés à la colle vinylique et vissés. L'intérieur est peint en noir mat ainsi que les chicanes. Le couvercle tient en place grâce à deux lanières taillées dans une chambre à air de bicyclette ou, mieux, il s'articule sur une charnière de piano d'un côté et des ferrures à verrou de l'autre. Vous pouvez adapter sur un ou deux des côtés un système permettant la fixation sur un pied.

L'objectif, c'est le sténopé

C'est l'organe le plus important car c'est lui qui va former l'image.

Comment fonctionne un sténopé ? (13), (Fig.0).

- Observons un paysage à travers un écran dépoli. On ne voit qu'une luminosité uniforme sans aucun détail car tous les points du paysage rayonnent leur lumière dans toutes les directions et l'écran dépoli reçoit sur chacun de ses points une infinité d'images qui se brouillent entre elles.

- Plaçons entre le paysage et l'écran dépoli une fine paroi opaque percée d'un tout petit trou. A présent, à partir d'un point du paysage, un seul pinceau lumineux va passer à travers le trou pour venir illuminer le dépoli. On peut observer le même phénomène pour chaque point du paysage. Chaque point objet donne un point image et un seul car la lumière se propage en ligne droite. On observe donc maintenant, sur l'écran dépoli, une image définie du paysage. Le petit trou se comporte comme un filtre à lumière possédant un seul orifice.

Quelles sont les caractéristiques de l'image ?

- Orientation de l'image ([Fig.0](#)).

L'image est renversée en tous sens car les rayons lumineux se croisent au niveau du trou. Cette propriété est constante.

- Taille de l'image ([Fig.7](#)).

La taille de l'image est proportionnelle à la distance trou-écran. Si l'on éloigne l'écran du trou, l'image grandit.

La taille de l'image est inversement proportionnelle à la distance trou-objet. Si l'on approche le trou d'un élément du paysage, cet élément apparaît plus grand sur l'écran dépoli.

- Luminosité de l'image ([Fig.0](#))

La luminosité de l'image est inversement proportionnelle au carré de la distance trou-écran. Si la distance trou-écran double, le faisceau lumineux va s'étaler sur une surface deux fois plus haute et deux fois plus large ; une surface donc quatre fois plus grande. Autrement dit, avec la même progression, si on triple la distance entre l'écran et le trou, l'image est neuf fois moins lumineuse.

- Définition de l'image.

Plaçons l'écran dépoli au fond d'une boîte. Si la paroi antérieure de la boîte est ouverte, nous avons vu que l'écran dépoli apparaît lumineux mais sans image définie. Maintenant plaçons successivement sur la face avant une paroi percée d'un trou très grand puis de plus en plus petit. Nous observons sur l'écran dépoli, une luminosité, d'abord indéfinie puis qui prend progressivement la forme du paysage inversé, jusqu'à donner une image de définition maximale. Si le diamètre du trou diminue encore, la définition se dégrade puis l'image s'éteint quand le trou se ferme. Ce gain de définition, jusqu'à une certaine valeur suivie d'une dégradation s'accompagne parallèlement d'une perte régulière de luminosité à mesure que le diamètre du trou diminue.

Vous avez compris que ce trou, quand il présente un diamètre suffisamment petit pour se comporter comme un objectif rudimentaire et donner une image d'un objet placé devant lui, s'appelle un sténopé.

Nous appellerons diamètre optimum du sténopé, le diamètre du trou pour lequel l'image présente la meilleure définition possible. Même à cette valeur, le sténopé ne laisse pas passer un rayon lumineux idéal d'épaisseur nulle pour donner un simple point sur l'écran, mais un pinceau lumineux très fin qui va illuminer l'écran selon une petite tâche que l'on appelle cercle de confusion ou tâche image. Ce cercle de confusion présente un certain diamètre dont la limite inférieure est le diamètre du sténopé lui-même, qui représente une limite de résolution que l'on ne peut pas dépasser ([Fig.7](#)).

Un sténopé idéal doit être plan, rond, d'un diamètre optimum pour une focale donnée et d'épaisseur « nulle ». Le matériau utilisé doit être opaque.

- S'il n'est pas plan il n'aura pas la même performance pour deux points symétriques.

- S'il n'est pas rond il donnera des cercles de confusion images déformés.

- Son diamètre doit être optimum pour une focale donnée, ceci pour obtenir la meilleure définition possible. S'il est trop étroit, la qualité d'image est dégradée par les phénomènes de diffraction ([fig.7](#)) et s'il est trop large, par l'apparition de cercles de confusion images trop grands entraînant une perte de définition. Il faut savoir qu'on peut obtenir une bonne qualité d'image si l'on ne s'éloigne pas trop des chiffres recommandés par les tables. Disons surtout que sur une photographie au sténopé on n'essaiera pas de compter les poils de la moustache du berger au loin sur la montagne. Le « sténopiste » cherche autre chose,

qui se trouve plutôt dans l'exploitation des qualités mais aussi des limites du sténopé, angle et profondeur de champ, douceur de l'image, temps de pose long... Peut-être choisirez-vous exprès le sténopé qui ne donne pas la meilleure image ?

Les qualités optiques optimum sont donc comprises dans une fourchette entre, d'un côté la limitation par les phénomènes de diffraction d'un sténopé trop étroit, et de l'autre par l'apparition de cercles de confusion trop grands d'un sténopé trop large.

- Si le support est épais et s'il a été percé par forage, le trou forme une portion de tunnel. Il va conduire par réflexion la lumière vers l'intérieur du boîtier entraînant une dégradation de performance (Fig.8). De plus, la perte des rayons latéraux, coupés, réduit le cercle image. Il faut donc impérativement obtenir des bords fins, soit par abrasion, soit par abrasion, soit en choisissant un matériau extrêmement fin.

La feuille d'or pour dorure répond à ce dernier critère, c'est le matériau « solide » le plus fin qui existe... tout le problème est d'y percer un sténopé.

Ainsi réalisé, ce sténopé idéal présente des qualités optiques remarquables (fig.4, 5 et 6) :

- Pas de déformation optique ; le sténopé se contente de laisser passer les rayons lumineux en ligne droite. Il y a simplement croisement des rayons au niveau du trou (6), avec conservation d'une perspective centrale très exacte, sans distorsion.

- Profondeur de champ « infinie » car il n'y a pas de focalisation. Il n'y a pas à s'occuper de mise au point ; tout est toujours « net »... au cercle de confusion près bien sûr! Mais ce qui compte c'est bien l'observation à l'œil nu à bonne distance, et non pas sous une loupe. En pratique, on peut obtenir une très bonne résolution. Ce qui surprend toujours quand on examine pour la première fois une photographie au sténopé, c'est la qualité de douceur parfaitement homogène sur tous les plans de l'image, depuis les premiers millimètres et jusqu'à l'infini.

- Bénéfice du très grand angle qui n'est limité que par la qualité du sténopé, surtout son épaisseur (fig.8). On considère que le cercle image exploitable a un diamètre de 3,5 fois la distance focale (8) ce qui donne un angle de champ de 108°. En fait, avec des sténopés de très bonne qualité, on peut obtenir un angle de champ beaucoup plus ouvert, supérieur à 150°. On est surtout limité par la perte de luminosité latérale; nous avons vu comment minimiser ce phénomène en courbant la surface sensible (fig.9). Quand on s'écarte de plus de 75° de l'axe optique, le sténopé apparaît comme une ellipse très étroite et non plus comme un cercle, les performances sont alors limitées par la fermeture relative du sténopé et par les phénomènes de diffraction (fig.9).

Vous pouvez acheter des sténopés tout prêts. Des adresses sont disponibles sur Internet en visitant les sites dédiés.

Ici aussi il est possible - mais surtout recommandé - de faire soi-même ; c'est l'épreuve la plus minutieuse et la plus intéressante car de la qualité du trou dépend la qualité de l'image.

Nous allons décrire deux techniques pour réaliser un sténopé ; l'une est assez simple, elle consiste à user les bords d'une ébauche de trou, et l'autre, beaucoup plus difficile à mettre en œuvre, propose de percer des feuilles d'or à dorure.

Première technique

Elle consiste à piquer une feuille de métal pour en repousser la matière. On obtient au verso de la feuille, soit un cratère avec des bavures soit un cône. Il faut ensuite abraser les bavures ou la pointe du cône pour obtenir un sténopé (fig.11). Cette méthode permet d'obtenir un trou avec des bords tranchants, idéalement sans épaisseur, ceci pour bénéficier d'un angle de champ maximum et pour éviter les réflexions sur les parois du tunnel. Mais la nécessité de rectifier les berges du trou qui comportent toujours des bavures, va à l'encontre du résultat souhaité puisqu'on va éliminer le tranchant des berges.

Utilisez une feuille d'aluminium alimentaire la plus fine possible. Coupez un carré de 1.5 cm de côté, non froissé, bien plan. Mettez le entre deux feuilles de papier calque pour qu'il soit tenu et pour voir ce que vous faites. Posez le tout sur un plan dur, comme une lame de verre.

Prenez une aiguille à coudre, la plus fine possible. Plantez le côté chas dans un bouchon de liège, ou dans la gomme d'un crayon à papier, pour pouvoir bien la tenir. Scotchez votre sandwich lame de verre/calque/aluminium/calque sur un plan dur. Eclaircissez vous parfaitement et prenez une forte loupe dans une main. Tenez l'aiguille bien perpendiculaire à votre montage et percez, en tournant entre vos doigts, de façon à sentir le contact dur de la plaque de verre (fig.10). Enlevez les bavures au verso de la feuille d'aluminium par un passage très doux sur un papier de verre pour carrossier, le plus fin possible, grain 600 ou plus. Mouillez votre doigt, prenez par capillarité la feuille d'aluminium du côté recto et passez délicatement le côté verso sur le papier de verre en tournant. Il faut que le trou soit plan, lisse, sans bavures à l'intérieur et bien rond. Prenez une autre aiguille entre vos doigts et passez, en tournant très délicatement, la pointe dans le trou pour enlever des bavures éventuelles et pour bien l'arrondir. Coupez dix carrés d'aluminium et répétez l'opération sur chacun en disposant au dessous, deux puis trois puis quatre épaisseurs de calque (fig.12). L'aiguille va pénétrer de plus en plus en laissant chaque fois un trou de diamètre supérieur au précédent.

Vous pouvez utiliser un carré de clinquant de laiton, de cuivre ou une fine feuille d'argent de bijouterie, que l'on poinçonne à l'aide d'une aiguille sans le percer. Le trou est obtenu en abrasant la pointe du cône sur le papier de verre (fig.11). L'abrasion plus ou moins appuyée détermine le diamètre du trou dont les berges, là aussi, doivent être rectifiées.

Ensuite, dans une feuille de Canson noir, coupez des carrés de 5x5 cm dans lesquels vous aurez fait au centre un trou propre d'environ 3 à 4 mm. Faites le trou dans le Canson avec une tige de métal rougie au feu. Collez le Canson sur le carré d'aluminium, les deux trous concentriques, collez de l'autre côté un autre Canson ; attention à ne pas mettre de colle sur le sténopé !

Vous avez maintenant des sténopés protégés entre deux Canson (fig.13). Nous verrons plus loin comment mesurer leur diamètre.

Comment percer une feuille d'or ?

À première vue, plus encore si l'on essaie de manipuler une feuille d'or pour dorure, il paraît évident qu'il serait impossible d'y percer un trou minuscule «parfait»!

La feuille d'or pour dorure présente une épaisseur de deux à huit microns selon le battage. C'est le matériau le plus fin que l'on puisse trouver ; son prix n'est pas dissuasif.

Les feuilles d'or sont vendues par carnets de vingt cinq en carrées de huit centimètres de côté. Il faut utiliser les feuilles d'or libre, non préencollées. Un carnet permet de faire des centaines de sténopés.

Le matériau est extrêmement difficile à manipuler, très fragile et s'envole au bout de la pièce au moindre souffle, même celui provoqué par un geste non contrôlé.

Les techniques de manipulation sont décrites dans les ouvrages qui traitent de la dorure (3). Pour notre usage il suffit d'arriver à la couper proprement et à la poser sur le support de perçage.

Quand on examine une feuille d'or en contre jour, on constate qu'elle laisse passer un peu de lumière. Pour obtenir une opacité convenable, il faut la doubler. Pour cela, posez la feuille à plat sur un carton, piquez à chaque coin une aiguille pour la maintenir, puis pulvérissez dessus de la laque pour cheveux. Enlevez les aiguilles puis pliez la feuille en deux. Posez dessus une feuille de papier puis passez le doigt. Vous obtenez une feuille double épaisseur opaque, qui reste quand même extrêmement fine.

La technique suivante est celle que j'utilise. Je n'en ai pas rencontré de description ailleurs, car les sténopistes s'attachent surtout à produire un trou à bords tranchants, plutôt qu'un perçage classique qui est réputé pour créer un tunnel, moins performant. Elle est très complexe à mettre en œuvre et demande beaucoup de minutie, mais je n'ai pas trouvé plus simple qui donne de bons résultats. Disons que je procède de cette façon par plaisir de faire moi-même et le mieux possible. Cette technique consiste à user le support à l'aide d'un outil spécifique de façon à retirer de la matière comme lors d'un perçage classique. Elle permet de percer correctement des matériaux extrêmement fins, ce qui, paradoxalement, n'est pas possible avec la technique du poinçonnage, trop grossière pour le matériau. Bien entendu le sténopé va présenter une certaine épaisseur qui correspond en fait à celle de la feuille d'or, c'est-à-dire quelques microns, ce qui paraît en définitif plus fin que des bords tranchants puis rectifiés d'un matériau plus épais.

Une loupe binoculaire de grossissement vingt fois environ est indispensable. Si vous ne pouvez pas en utiliser une, procédez suivant la première technique. J'ai pour ma part la possibilité d'utiliser une binoculaire Wild de 250 mm de distance focale à grossissement variable.

- Le matériel

Il faut commencer par confectionner les trépans (fig.14). Il s'agit d'aiguilles à coudre en acier que l'on va affiner par meulage. La seule façon d'obtenir une aiguille très fine et de forme parfaitement cylindro-conique effilée est de la meuler au papier de verre à grains fins pendant que l'aiguille tourne.

L'aiguille est coupée au dessous du chas. Cette extrémité est rendue pointue par meulage ce qui facilitera son montage ultérieur. L'aiguille est ensuite montée, côté chas, dans le mandrin d'une perceuse miniature pour micro modélisme. Une perceuse classique est fixée sur un support ; elle est équipée d'un porte disque sur lequel on a posé un disque abrasif à grains fins. Les deux perceuses sont lancées à la plus grande vitesse. L'aiguille en rotation est approchée presque tangentiellement dans le sens de la rotation du disque pour ne faire que l'effleurer, ce qui permet très délicatement d'affiner l'aiguille ; attention, il faut à peine « caresser » le disque, et éviter de la faire trop chauffer pour ne pas la fragiliser. La pointe effilée de l'aiguille est ensuite approchée bien perpendiculairement au disque en rotation. On va cette fois ci raccourcir l'aiguille en remontant plus ou moins loin pour s'arrêter lorsqu'on a atteint le diamètre souhaité. Sur la perceuse de table, on monte ensuite un disque de feutre enduit de pâte à polir. On va polir le trépan en rotation sur le disque. Ceci évitera d'arracher les berges du sténopé par des aspérités persistantes. Il faut préparer une série de trépans de différents diamètres. Cette façon de procéder permet d'obtenir des trépans très fins et surtout dont l'extrémité est plane et bien perpendiculaire à l'axe, ceci est indispensable pour obtenir un perçage efficace. Les trépans sont montés, piqués au centre, sur de petits bâtonnets de bois comme ceux des portes coton. Par leur faible diamètre, ils permettent de faire plusieurs rotations d'un simple mouvement entre le pouce et l'index. On peut utiliser l'extrémité coupée d'aiguilles pour injection. Le diamètre est alors fixé au départ. La plus fine fait environ 0.3 mm de diamètre.

Il faut ensuite confectionner un guide indispensable pour maintenir en bonne position l'extrémité du trépan pendant son travail, sinon c'est la déchirure assurée de la feuille d'or même si l'on est très habile ;

dans une feuille de transparent pour rétro projection, on pique une aiguille de façon à percer un trou à peine plus étroit que le trépan que l'on va utiliser (c'est très, très fin). On retire minutieusement au papier abrasif les bavures provoquées par le perçage. Ensuite on polit les faces de la feuille autour du trou avec un petit carré de papier lisse que l'on passe avec le doigt. Il est important de bien réaliser cette étape car la feuille va se trouver en contact direct avec la feuille d'or et la moindre aspérité entraînerait une déchirure irrémédiable. On répète l'opération pour obtenir un trou correspondant à chaque diamètre de trépan. Le montage feuille d'or/feuille guide doit être solidement tenu : on place le tout sous une lame de plastique rigide trouée. Un carré coupé dans un vieux disque CD fait parfaitement l'affaire, bien qu'un peu trop épais. On y perce un trou de trois à quatre millimètres. Encore une fois, on enlève les bavures.

Cette description est très précise car il est impossible de réussir si l'on omet un détail. Tout ce travail est à faire une seule fois au départ, le matériel de perçage est ensuite réutilisable.

- L'installation

Vous avez donc devant vous :

Une binoculaire montée sur un support stable. Il faut opérer avec un grossissement d'au moins vingt fois. La longue focale permet de travailler sans être gêné par les manipulations,

Une plaque de verre, carrée, de trente centimètres de côté, épaisse de un centimètre, propre, puis passée à l'alcool.

La feuille guide.

La lame de plastique CD trouée.

Les trépans montés.

Des ciseaux.

Une petite lame de verre pour examens de biologie.

Du ruban adhésif transparent.

Vous êtes installé au calme sur une table bien stable.

Préparez dix quarts de feuille de papier.

Commencer par découper des carrés de 1.5 cm de côté dans la feuille d'or, préparez-en une dizaine que vous posez sur les carrés de papier loin de vous ce qui évite de les voir s'envoler au moindre mouvement...ou éternuellement !

Posez devant vous la plaque de verre (fig.15). Collez dessus, au ruban adhésif, la feuille guide près du bord supérieur de la plaque.

Choisissez le trou guide que vous allez utiliser. Centrez sur celui-ci le trou du carré de CD et scotchez ce dernier, encore une fois pour qu'il s'ouvre vers vous.

Posez délicatement un carré de feuille d'or, sur la plaque de verre, centré sous le trou guide. Refermez.

- Maintenant le perçage :

Il doit se faire manuellement avec une rotation lente du trépan. Toute tentative d'utiliser une perceuse électrique, même miniature, est vouée à l'échec du fait de la puissance développée et des vibrations que ne peut supporter la fragile feuille d'or. Sous grossissement :

Tous les gestes doivent être effectués avec une extrême délicatesse, au besoin en s'appuyant les poignets sur des cales pour fixer la position des mains et ne mobiliser que les doigts avec précision.

Approchez le trépan du trou guide, l'introduire en donnant des mouvements de rotation entre le pouce et l'index pour prendre contact avec la feuille d'or. Il faut à présent continuer les mouvements de rotation très délicatement, sans presque appuyer, et, c'est très important, en restant bien perpendiculaire. Une vingtaine de rotations entre le pouce et l'index suffisent généralement. Retirez le trépan, toujours en tournant, dégagez les feuilles guides et constatez les dégâts (fig.16) : bords déchirés, lambeau d'or encore attaché sur une des berges du trou, pas de trou, bavures dans le trou qui sont, cette fois-ci, impossibles à enlever. Il faut que le trou soit d'emblée parfait ; il est impossible de rectifier le tir. Si ça n'est pas le cas, il faut en refaire un autre à côté sur la même feuille, pour s'entraîner au début, c'est plus économique. Il faut à présent écraser délicatement le sténopé en posant par-dessus la petite lame de verre bien propre, que l'on presse avec le doigt. Ceci pour bien aplanir les bords du trou. Au bout de quelques essais vous obtiendrez un résultat correct.

Essayez de suivre cette méthode, ne vous laissez pas décourager par les échecs inévitables au début. Comme pour toute manipulation, l'expérience compte beaucoup. Il faut plusieurs heures pour réussir quelques sténopés de bonne qualité. Quand vous avez percé une dizaine de trous, laissez à plus tard une autre séance. L'attention et le calme s'épuisent très vite, les yeux se fatiguent... mieux vaut arrêter avant de s'énerver.

Vous avez obtenu un bon sténopé ; ça n'est pas encore gagné... il faut maintenant le monter pour pouvoir l'utiliser.

- Le montage

Le montage se fait entre deux carrés d'aluminium troués puis entre deux carrés de Canson troués.

C'est une opération très délicate. Une erreur et il faut recommencer à zéro.

Préparez deux carrés d'aluminium comme décrit précédemment, avec toutefois un trou de diamètre plus grand, un à deux millimètres environ. On colle le sténopé bien centré sur le trou du carré d'aluminium, puis de l'autre côté on le double par un autre carré d'aluminium. Le sténopé est délicatement détaché de la plaque de verre en soulevant un coin à l'aide d'une aiguille, puis il est reposé en bonne position. Attention à ne pas le déchirer !

On passe avec le doigt une fine couche de colle liquide sur le carré d'aluminium, partout autour du trou en vérifiant bien que le trou ne soit pas recouvert. On vise avec la loupe le trou du sténopé (fig.17), que l'on centre bien dans le champ visuel, puis on présente le carré d'aluminium, tenu à l'aide de brucelles, de façon à voir à travers le trou du carré d'aluminium, le trou du sténopé. On descend le carré d'aluminium en conservant la coïncidence des deux trous jusqu'à appliquer, centre pour centre, le carré d'aluminium sur le sténopé. On répète la même opération en retournant le montage (fig.18). Attention à ne pas presser le montage car la moindre bavure de colle du côté trou va venir obturer le sténopé... que l'on pourra garder comme souvenir ! Il faut éviter que le bord du trou aluminium s'approche trop du bord du sténopé car il va provoquer un vignettage et réduire le cercle image.

On laisse sécher. Aux ciseaux, on ramène la dimension à un carré de 1,5 cm de côté pour avoir des bords propres puis on monte ensuite le tout entre deux carrés de Canson comme décrit précédemment. Ici aussi, attention au risque de vignettage. On peut passer délicatement un feutre indélébile noir sur la face aluminium qui sera tournée vers l'intérieur de l'appareil.

Attention à ne pas toucher la feuille d'or et à ne pas appuyer la pointe du feutre pour ne pas enfoncer le métal fragile.

N'essayez jamais de noircir les berges du sténopé lui-même avec, de la peinture, de l'encre ou quoi que ce soit, c'est l'échec assuré et la destruction du sténopé ! Le noircissement doit se faire à l'échelle moléculaire. Si l'on utilise une feuille d'argent, le noircissement peut se faire en appliquant un bain de virage au sélénium (Larry Bullis – pinhole visions).

Contrôle de la qualité et du diamètre des trous

Coupez vos sténopés montés au format 24x36 et montez les sous caches diapositives.

Prenez une diapositive ratée, noire. Sur le film, faites deux rayures espacées de un centimètre exactement. Projetez cette diapositive sur un écran bien perpendiculaire et ajustez la distance du projecteur pour projeter les deux rayures à cinquante centimètres d'espacement exactement. Vous avez à votre disposition un appareil de projection qui grossit cinquante fois.

Projetez maintenant chaque sténopé et évaluez la qualité du trou ; bien rond, net, sans bavures...

Gardez les bons et mesurez leur diamètre sur le mur. Divisez par cinquante et vous obtenez très précisément le diamètre réel du sténopé. On ne perce pas un sténopé à 0.37 mm ; on perce un sténopé et on constate lors de la mesure qu'il fait 0.37 mm. Celui-ci sera optimum pour une focale de 100 mm, distance donnée par les abaques.

Toute cette longue préparation et tout ce travail de réalisation n'ont pour seul but que de pouvoir utiliser des sténopés particulièrement performants.

Ces sténopés en feuille d'or donnent un angle de champ extrêmement grand, impossible à obtenir avec d'autres matériaux ou un système optique à lentilles. Ceci du fait de la finesse du matériau ; quelques microns ! C'est très intéressant en paysage ou architecture. En nature morte, portrait, nu... un angle de champ plus étroit est généralement suffisant. Mais qui peut le plus peut le moins !

Certains fournisseurs distribuent des sténopés percés grâce à un impact de laser dont on contrôle le diamètre. Le sténopé est fabriqué en une fraction de seconde. Oubliez alors tout ce qui vient d'être écrit et passez votre commande !

Sur le site « [Lenox Laser Photographic](#) », vous pouvez commander les sténopés d'une série de 19, percés dans une feuille d'acier de 0.012 mm d'épaisseur et dont les diamètres s'échelonnent entre 0.1 mm et 1 mm, correspondant aux focales de 10 à 730 mm.

Sur le site « [Pinhole Resource](#) » d'Eric Renner, vous pouvez commander une série de 12 sténopés percés dans une feuille d'acier de 0.025 mm d'épaisseur et dont les diamètres s'échelonnent entre 0.15 et 0.8 mm correspondant aux focales de 19 à 430 mm.

Il existe une autre méthode pour produire des sténopés, qui consiste à photographier sur un film noir et blanc à fort contraste une tâche noire circulaire en disposant l'appareil de façon à obtenir sur le film un minuscule trou lumineux du diamètre souhaité. Ce trou dans l'émulsion fait office de sténopé, cependant les rayons lumineux ne passent plus à travers un « trou vide » mais doivent traverser le support du film qui n'est pas parfaitement transparent, qui peut accrocher des poussières, qui va limiter les rayons les plus obliques...

Diamètre du sténopé et distance focale

Ce chapitre est destiné à vous permettre de choisir le sténopé le meilleur sur le plan de la résolution, en sachant que si votre exigence esthétique passe par la définition la plus haute possible, il vous faudra obligatoirement utiliser des objectifs à lentilles. Si vous vous intéressez à la photographie au sténopé, c'est que votre quête n'est pas centrée sur ce critère. Vous pouvez donc choisir délibérément un sténopé qui s'éloigne des critères de qualité optique maximum. Il faut cependant disposer d'un sténopé à bords tranchants ou très fins pour ne pas trop être gêné par le parasitage dû à la réflexion sur les bords du trou; mais là encore la perte de contraste, les images fantômes peuvent relever d'un choix délibéré.

Un sténopé optimum pour une focale donnée va produire la meilleure définition possible. L'image obtenue présente une douceur homogène sur tous les plans, depuis les premiers millimètres jusqu'à l'infini. Latéralement, l'image est légèrement dégradée par l'apparition de phénomènes de diffraction. En quelque sorte, on a l'impression de retrouver la vision naturelle de l'œil humain, où la zone centrale de fixation, parfaitement définie, est entourée d'un champ très large mais où il y a relativement moins d'informations.

Nous appellerons "focale" la distance entre le sténopé et le plan film. On démontre mathématiquement qu'à chaque focale correspond un diamètre optimum de sténopé pour obtenir la meilleure image possible. Des abaques donnent ces valeurs. Il existe de nombreuses tables découlant de formules de calculs différentes (l'une d'entre elles est présentée ci-dessous). Les résultats donnés par ces différentes tables sont proches. La qualité de l'image reste bonne si l'on ne s'éloigne pas trop des chiffres recommandés. Répétons encore une fois que la qualité d'une photographie tient plus à l'émotion qu'elle procure qu'à une perfection de définition optique, surtout en photographie au sténopé.

Il faut fabriquer plusieurs sténopés dont les diamètres s'approchent le plus des diamètres correspondant aux focales que l'on souhaite utiliser. On choisit ensuite dans le lot le plus adapté en fonction du résultat souhaité. En choisissant un diamètre un peu plus grand, on raccourcit légèrement les temps de pose.

Si par construction, le boîtier permet de modifier la distance entre le sténopé et le plan film, soufflet intermédiaire ou système de coulisse de l'élément avant, on peut disposer une série de sténopés de diamètres croissant montés sur un disque rotatif. Ceci permet de choisir le sténopé de diamètre correspondant à la focale utilisée.

Tableau N° 1 - Ci-dessous le tableau des diamètres optimum de sténopés avec leur ouverture relative pour les focales entre 10 et 400 millimètres. D'après (5) - Notes diverses pour servir l'histoire de la sténopéphotographie – Perlin Pinpin avec la collaboration de Hervé Flanquart. E. Renner donne des valeurs quasi identiques dans Pinhole Photography – Rediscovering a historic technique (8).

- Les mesures sont en millimètres.

- Ces valeurs de diaphragmes permettent de calculer le temps de pose après que l'on ait mesuré l'éclairement à l'aide d'un posemètre. Voir le [Tableau N° 2](#) qui donne les corrections à apporter au temps de pose théorique donné par le posemètre.

Focale	Diamètre du sténopé	Ouverture relative	Focale	Diamètre du sténopé	Ouverture relative	Focale	Diamètre du sténopé	Ouverture relative	Focale	Diamètre du sténopé	Ouverture relative
10	0.11	f/85	110	0.38	f/283	210	0.53	f/392	310	0.65	f/476
20	0.16	f/121	120	0.40	f/296	220	0.54	f/401	320	0.66	f/483
30	0.20	f/140	130	0.42	f/308	230	0.56	f/410	330	0.67	f/491
40	0.23	f/171	140	0.43	f/320	240	0.57	f/419	340	0.68	f/498
50	0.26	f/191	150	0.45	f/331	250	0.58	f/427	350	0.69	f/506
60	0.28	f/209	160	0.46	f/342	260	0.59	f/436	360	0.70	f/513
70	0.30	f/226	170	0.48	f/352	270	0.60	f/444	370	0.71	f/520
80	0.33	f/242	180	0.49	f/363	280	0.61	f/452	380	0.72	f/527
90	0.35	f/256	190	0.51	f/373	290	0.63	f/460	390	0.73	f/534
100	0.37	f/270	200	0.52	f/382	300	0.64	f/468	400	0.74	f/541

Tableau n°1

Sur le site « [Lenox Laser](#) » vous trouverez une table de calcul automatique - Pinhole Calculator - (C) Bob Manekshaw ([www.photostuff.co.uk](#)), où vous entrez les différents paramètres en votre possession, dimensions du boîtier, du sténopé, focale, de l'exposition et qui vous donne le paramètre manquant.

Variante de sténopé

A côté du sténopé simple trou, il existe dans la même famille, d'autres types d'objectifs :

- **Zone plate (réseau zoné de Fresnel)** : bandes noires et claires alternées, autour d'un trou central, circulaires concentriques de diamètres et largeurs définis mathématiquement pour chaque focale, de façon à maîtriser les phénomènes d'interférences de Fresnel et de diffraction.

Autour du trou central, chaque bande claire représente la même surface que le trou central lui-même, et ainsi de suite avec les bandes successives, de diamètre de plus en plus grand et donc de plus en plus étroites. Par exemple, un système avec un trou central et trois bandes périphériques laisse passer quatre fois plus de lumière que le simple sténopé central. Il permet donc de diviser le temps d'exposition par deux. Ce gain d'un diaphragme se paie en définition qui baisse proportionnellement. Par rapport au sténopé, les performances optiques d'un système à Zone plate varient aussi en fonction de la distance focale et de la longueur d'onde de la lumière.

Le sténopé ne représente en fait que la forme la plus simple avec seulement le trou central, sans les zones concentriques.

- **Zone pinhole** : autour du sténopé central, sont disposés de multiples sténopés sur des cercles concentriques, de plus en plus nombreux et de plus en plus petits à mesure qu'ils s'écartent du sténopé central. Là aussi leur nombre et diamètre sont définis mathématiquement. L'avantage est une meilleure illumination.

Pour faire un objectif à Zone plate ou Zone pinhole, on photographie sur un film à fort contraste un modèle inversé et agrandi. Vous trouverez de nombreux renseignements sur les trois sites référencés en bibliographie.

- «**Fentes sténopiques**» : association de deux fines fentes, rectilignes ou curvilignes, placées l'une derrière l'autre avec un espacement. L'effet obtenu est un étirement de l'image variable suivant la forme et l'orientation des fentes.

L'obturateur

Il doit permettre de donner le temps de pose requis. En pleine lumière et pour un film de 400 ASA par exemple, le temps de pose sera inférieur à la seconde, ce qui est difficile à respecter manuellement. En conditions d'éclairage moins favorables ou avec des papiers photographiques de très basse sensibilité, les temps de pose peuvent s'étendre entre plusieurs minutes et plusieurs heures; ce qui n'exige pas une précision aussi importante.

- Le plus simple est un morceau de ruban adhésif noir. On peut contre coller au milieu de ce ruban une pièce plus petite retournée ce qui évite le risque d'arracher le sténopé lors de l'ouverture de l'obturateur.

- Plus sophistiqué : volet coulissant, pivotant, avec ressort de rappel, butées pour le tenir ouvert ou fermé, raccord avec un déclencheur souple, ou un retardateur mécanique etc.

Comment réaliser une photographie ?

Les quelques conseils qui vont suivre seront surtout d'ordre technique, destinés à vous éviter de trop tâtonner. En ce qui concerne l'aspect «artistique», il tient à la sensibilité de chacun. Cependant, il est recommandé et très instructif de voir les photos d'autres photographes, débutants, confirmés et artistes reconnus... Visitez les expositions en ligne de «[Worldwide Pinhole Photography day](#)» ou vous trouverez beaucoup de photographies d'amateurs puis les sites «<http://www.foto-sapiens.com/helios/liensstenope.html>» et «[pinhole visions-the art of pinhole photography](#)», où vous trouverez le travail de «maîtres».

La surface sensible

- Film : tout film est utilisable: bobines, plan film, négatif, inversible, noir et blanc, couleur...

En prise de vue au sténopé, de basse définition par essence, le pouvoir résolvant de la surface sensible est toujours très supérieur à celui permis par le sténopé. On peut donc utiliser sans scrupules des films à haute sensibilité pour raccourcir le temps de pose si besoin. A l'inverse, pour augmenter la précision manuelle du temps de pose, on aura intérêt à l'allonger en choisissant un film plus lent ; Il est facile d'enlever le ruban adhésif et de le reposer quatre minutes plus tard, c'est beaucoup plus difficile quand on doit le faire pour ½ seconde !

En couleur on peut observer l'apparition d'une dominante induite lors des poses longues, où les couches sensibles aux différentes longueurs d'ondes ne se comportent pas de la même façon, certaines plus sensibles vont dominer les autres entraînant par là une dérive colorée. Le remède serait de filtrer lors de la prise de vue. Habituellement, les photographes ignorent ce phénomène, considérant qu'il fait partie «du jeu».

Un film semble échapper à cet inconvénient en conservant une réciprocity chromatique parfaite jusqu'à 120 secondes, c'est le film inversible Provia 100F (C. FROT - <http://www.foto-sapiens.com/helios/liensstenope.html>).

- Papier noir et blanc : pour un papier gradé, il faut choisir un grade doux qui encaisse une plus grande latitude de pose.

Pour les «multigrade» on peut n'utiliser que la couche douce en plaçant devant le sténopé un petit carré de filtre multigrade le plus doux.

On profite ainsi de la plus grande latitude de pose permise par le papier.

L'utilisation de papier permet la pratique de très grand format, impossible à approcher avec l'emploi de négatif photographique. Toutefois, il existe des négatifs en très grand format; il s'agit de films radiologiques ; une radiographie du thorax, c'est du très grand format! Le problème est de s'approvisionner puis de traiter ces grands négatifs.

- Instantané : le format est imposé ainsi que le choix du dos porte film, en pratique il s'agit du format 665, 669, 679 ou 4x5 en plan films séparés. En Polaroid couleur, les temps de pose longs induisent une dérive à dominante verte, il faut le savoir.

La prise de vue

Par certains aspects, la philosophie de la prise de vue au sténopé se rapproche de celle de la chambre grand format. Il faut aimer prendre du temps, contempler avant de déclencher. Il est bien entendu impossible de «mitrailler» ; le nombre de photographies est compté. On reviendra souvent devant le même sujet pour recommencer une prise de vue. Elle s'en démarque par d'autres aspects, il faut savoir, profiter de l'imprévu, de l'inattendu, et même de l'accidentel, des bonnes surprises, des "ratés providentiels".

- L'installation : Un pied très stable ou un calage solide de l'appareil est indispensable pour une immobilité parfaite pendant des poses qui peuvent durer plusieurs minutes, ou heures. Il faut si possible éviter le soleil de face qui provoque toujours une réflexion sur les bords du sténopé et une perte de contraste ; placer le soleil dans le dos ou se confectionner un pare-soleil à l'aide d'un simple carré de carton tenu par une boulette de Patafix. A l'inverse, les images irisées provoquées par la réflexion de la source lumineuse sur les bords du sténopé, quand elle est dans le champ, peuvent être recherchées et utilisées.

- Le cadrage : Les adeptes de la chambre grand format seront sûrement choqués, mai en photographie au sténopé, le cadrage est souvent évalué «au pif», avec un peu d'expérience, on arrive à peu près à savoir ce qui va rentrer dans la boîte. On peut fabriquer un viseur de type sportif ajusté après quelques essais. Cependant, pour approcher un cadrage réfléchi, il faut au moins repérer sur deux côtés du boîtier l'angle qui a pour sommet le sténopé et pour base les bords de la surface sensible. On trace ensuite l'angle opposé, ce qui constitue un viseur sommaire qui permet une bonne appréciation du cadrage (fig.19). Si l'on dispose d'un appareil muni d'un dos à châssis interchangeable et de visée sur dépoli, comme une chambre grand format, on peut très facilement ajuster le cadrage ; il faut alors remplacer, pour le temps du cadrage, le sténopé de prise de vue par un sténopé volontairement trop grand qui va donner une image floue mais surtout plus lumineuse et suffisante pour composer l'image. Le diamètre d'un sténopé de cadrage est de 1 à 3 mm, d'autant plus grand que la focale est longue. Un des charmes de la photographie au sténopé est souvent la surprise que l'on ressent à l'observation du résultat; un cadrage «chanceux» en fait partie.

- **Temps de pose** : il a pour caractéristique d'être long. Les temps de pose s'échelonnent entre quelques secondes et plusieurs minutes, en pleine lumière, suivant qu'on utilise du film ou du papier, dont la sensibilité est de 4 à 8 ASA, et même jusqu'à plusieurs heures en basse lumière. Pour débiter il faut choisir des sujets très bien éclairés, et, quand on utilise du papier, opérer par temps légèrement nuageux pour diffuser la lumière et éviter de trop forts contrastes qui sont mal acceptés. Il existe des tables qui permettent de déterminer le temps de pose, en connaissant la luminosité, la sensibilité de la surface sensible et le diaphragme relatif correspondant au sténopé. Mais les poses très longues demandent des temps supérieurs aux valeurs trouvées du fait des phénomènes d'écart de réciprocité. Ici aussi l'expérience est irremplaçable, par exemple pour corriger le temps de pose pendant la pose elle-même. Supposez la prise de vue d'un paysage où le temps de pose corrigé en fonction de l'écart de réciprocité donne une valeur de 20 minutes. Au bout de dix minutes, un gros nuage sombre vient cacher le soleil. Il faudra estimer en temps réel l'allongement à donner pour une exposition correcte.

Tableau N° 2 - Le tableau ci-dessous permet de se faire une idée du temps de pose corrigé en fonction des phénomènes d'écart de réciprocité, ceci pour ne pas trop tâtonner (D'après John Malcolm - [The Penultimate Pinhole Photography Site](http://www.penultimatepinhole.com)). Le temps de pose idéal est à déterminer par essais successifs au départ puis grâce à l'expérience ensuite.

Exposition théorique en secondes	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 mn	X3	6 mn
5 mn	X4	20 mn
10 mn	X5	50 mn
20 mn	X6	2 h
40 mn	X8	5 h 20 mn

Tableau n°2

- **Les « effets spéciaux ».**

Les performances particulières du sténopé induisent des limitations quant à l'ouverture et à la longueur des temps de pose mais, en revanche, permettent de bénéficier d'une profondeur de champ infinie, dispensent de mise au point et offrent de très grand angle de champ qui permettent d'exploiter certains effets que l'on retrouve souvent sur les photographies présentées aussi bien par les débutants que les artistes confirmés. Ces « effets spéciaux » sont à utiliser avec mesure après réflexion et critique du résultat, pas d'effet pour l'effet.

- **Sténopés trop grands** : Certains photographes utilisent délibérément des diamètres de sténopés s'éloignant des valeurs recommandées, recherchant ainsi un effet plastique particulier, perte de définition surtout.

- **Sténopés multiples** : L'appareil est habituellement monté avec un seul sténopé. On peut facilement en disposer plusieurs pour obtenir des images multiples sur la même vue. Il faut faire des essais avec deux puis trois sténopés... ou plus.

On peut aussi placer deux sténopés de même diamètre, espacés latéralement, et partager le boîtier en deux chambres séparées par une cloison médiane. On obtient un appareil à prise de vue stéréoscopique.

- **Balayage** : La pose longue laisse le temps de donner des mouvements à l'appareil pour obtenir des effets de balayage, traînées, poursuite des sujets...

- **Défilement du film** : Avec les appareils utilisant des films en bobine, on peut faire défiler le film pendant la pose ce qui donne là aussi un effet de balayage ou de pseudo expositions multiples.

- **Expositions multiples** : Assez faciles à réaliser techniquement, la pose longue permet de refermer l'obturateur et de reprendre l'exposition sur un autre sujet.

- **Surface courbe ou déformée** : La surface sensible est généralement posée à plat au fond du boîtier, mais rien n'empêche de lui donner n'importe quelle forme. En effet, il n'y a pas de limitation imposée par la mise au point puisqu'elle est toujours « bonne » par principe optique.

La surface sensible peut être hémicylindrique concave centrée par le sténopé. Nous avons vu l'avantage quant à l'éclairage des parties latérales. On peut y trouver une application par la déformation géométrique induite. A l'inverse on peut la placer de façon convexe ce qui donne un effet de « fish eye »; au maximum, on peut aller jusqu'à une surface circulaire en couronne dans une boîte ronde avec plusieurs sténopés autour...

Quand on charge une surface sensible courbe, il vaut mieux utiliser un papier mat. On évite ainsi les réflexions d'un point à l'autre de la surface, qui vont ressortir comme des bandes de tonalités différentes.

Thomas Hudson Reeve, photographe américain, fabrique des boîtiers avec le papier photographique lui-même, replié en forme de boîte, cube, pyramide...Le sténopé illumine l'intérieur de la boîte « sensible » qui une fois dépliée restitue l'image sur chacune des parois étalées... on peut tout imaginer !

- **Poses très longues**, qui permettent d'effacer les éléments mobiles d'un paysage.

Le tirage

Le développement des films ou des papiers se fait suivant les techniques habituelles.

Les photographies au sténopé se prêtent mal au tirage par agrandissement du fait de la basse définition de l'image de départ, quoiqu'une image volontairement floue sur l'original gardera le flou souhaité sur l'agrandissement ! En revanche, les possibilités d'avoir des négatifs de très grands formats, autorise et même impose le tirage par contact. La voie est ainsi ouverte vers la pratique des procédés « alternatifs ».

- tirage par contact

Suivant la technique classique : sur un plan recouvert d'une feuille de Canson noir, on pose une feuille de papier photographique vierge, émulsion sur le dessus. Sur cette feuille on applique le négatif émulsion vers le bas. Le tout est recouvert d'une lourde plaque de verre propre. On illumine, puis on développe le positif.

Le temps de pose est à déterminer par essais successifs. Il est, bien sûr, plus long quand on utilise un négatif papier.

Il faut que la source lumineuse donne une illumination homogène ; source lumineuse réalisée « maison » ou mieux utilisation d'un agrandisseur, diaphragme ouvert au maximum ou même sans objectif, ce qui donne un éclairage plus puissant. Il n'y a pas de perte de définition puisque les émulsions sont en contact étroit l'une avec l'autre.

- Masquage

Il est très rare d'obtenir une épreuve d'emblée satisfaisante. Le plus souvent il faudra apporter des modifications, en particulier par masquage.

Lors du tirage par contact, on peut masquer suivant les techniques classiques, en interposant les mains, des caches de cartons découpés ou des coupe-lumière montés sur de fines tiges de métal...

Le masquage précis de fins détails est impossible car on ne dispose pas du contrôle visuel pendant la pose.

On peut alors utiliser la méthode suivante : On fixe le négatif sur une vitre illuminée en contre jour, ou sur un négatoscope. Par dessus on fixe un papier calque sur lequel on va reporter les zones à éclaircir. La position de ce calque est repérée par quatre épingles, de façon à pouvoir retrouver précisément sa position lors du tirage. On marque très délicatement avec un crayon très gras, 8B, les plages à éclaircir. Elles seront estompées au doigt ou à la pointe estompe. Lors du tirage ce calque est superposé au négatif. Plusieurs essais de tirage et retouches du masque sont nécessaires pour obtenir un résultat correct.

Le dessin du masquage se trouve détaché de la couche sensible par l'épaisseur du négatif et par celle du calque. On bénéficie de ce fait, d'un effet de léger adoucissement, qui laisse mieux passer l'intervention.

La douceur naturelle des images se prête bien à cette pratique.

Il n'est pas conseillé de travailler le masquage directement au dos du négatif quand c'est un papier. On ne peut plus rattraper une erreur même par gommage qui laisserait des traces visibles au tirage.

Bien sûr, rien n'empêche de faire un grand pas par-dessus toute l'histoire de la photographie pour passer directement de la « camera obscura » lors de la prise de vue, jusqu'au numérique pour le tirage. Il est même possible actuellement d'améliorer la netteté d'une vue prise au sténopé par un traitement digital de l'image. C'est sûrement intéressant en photographie scientifique. En photographie « artistique » cela semble tout à fait hors de propos.

Le charme du sténopé n'est-il pas de garder la même philosophie tout au long de la chaîne ?

Capter au sein de l'émulsion les photons qui passent par le sténopé, directement et en ligne droite, sans traverser un quelconque élément de verre, c'est bien la particularité et le charme de cette technique. Pourquoi, ensuite, vouloir passer le résultat à la moulinette d'un ordinateur ?

Conclusion

La pratique du sténopé amène à s'investir dans la totalité du processus photographique; compréhension du phénomène optique, conception de l'appareil, de l'objectif, choix du format, de la focale, réalisation des photographies de la plus simple façon en obtenant un résultat qui surprend toujours par sa qualité... « imagique ».

Ces qualités sont exploitées par de nombreux artistes, pas forcément photographes exclusifs, qui trouvent là un champ d'exploration au service de leur art.

La photographie au sténopé est un monde à part : pas de course au matériel. On ne sera jamais pénalisé par un équipement dépassé. Il faut y aller pour chercher "quelque chose" et non pas pour s'opposer à tel type de photographie. Ce "quelque chose" peut être l'envie de fabriquer son appareil, de produire des images vraiment particulières, le plaisir de faire des photographies avec une grande économie de moyens...

Si votre recherche esthétique s'accorde avec les possibilités techniques du sténopé, vous trouverez probablement votre bonheur en exploitant les possibilités de ce petit trou.

robert.colognoli@laposte.net

Bibliographie, très partielle

Papier

- 1) Appareil Photographique (I') – Ansel Adams avec la collaboration de Robert Baker – Editions du Fanal, 1982 – ISBN 2-7308 00 34-4 – En Français – Pages 3 à 8.
(Le sténopé est abordé sur quelques pages au début d'un livre que tout le monde connaît).
- 2) Assemblages du Bois (les) – Charles H. Hayward – Editions Eyrolles, 1991, 1994 – Septième édition, deuxième tirage – 1995 – ISBN 2-212-02568-8 - En Français, traduit de l'anglais, Woodwork Joints – Editions Evans Brothers Limited – 1975, par André Masson et Ollivier Michel.
(On y trouve la description de tous les assemblages dont on peut avoir besoin pour la réalisation de boîtiers et châssis).
- 3) [Dorure et polychromie sur bois. Techniques traditionnelles et modernes](#) – Gilles Perrault – Editions Faton, 1992 – ISBN 2-87844-008-0 – En Français.
(Il y a beaucoup plus que ce dont vous avez besoin pour manipuler une feuille d'or, mais c'est un très beau livre!)
- 4) Mali photos, sténopés d'Afrique – Oscura, Snoeck-Ducaju & Zoon, Atalante/Paris – 2001 – ISBN 90 5349 357-3.
(Photographies au sténopé réalisées par des enfants Maliens, entre 1996 et 2000).
- 5) Notes diverses pour servir l'histoire de la sténopéphotographie – Perlin Pinpin avec la collaboration de Hervé Flanquart - Bibliothèque Municipale de Lille – 2000 – En Français.
(Une partie historique puis une partie technique, mais surtout le commentaire et photos, dessins ou peintures de trente cinq artistes à propos du sténopé, puis une très importante bibliographie).
- 6) [Photographie en grand format \(La\)](#) – Pierre Groulx – Modulo Editeur, 1992 – ISBN 2-89113-505-9 – Pages 1, 38 et 39 – En Français.
(Une explication du phénomène optique sténopé dans un ouvrage très complet et très didactique sur la maîtrise des chambres grand format).
- 7) Pinhole Photography – History, Images, Cameras, Formulas – Jon Grepstad – En Anglais - <http://www.photo.net/pinhole/pinhole.htm>.
(C'est un lien Internet mais l'article, très intéressant, est à imprimer et à garder).
- 8) [Pinhole Photography – Rediscovering a historic technique](#) – second edition – Eric Renner – Focal press – 2000 – ISBN 0-240-80350-7 – En Anglais.
(C'est le livre de base, très complet. Très belle et importante iconographie, bibliographie, adresses de fournisseurs. Voir aussi le site d'Eric Renner, "pinhole resource" très intéressant, et la revue qu'il édite, "Pinhole journal").
- 9) Pinhole Photography - [The Beginner's Guide to Pinhole Photography](#). Jim Shull. Buffalo, 1999 – En Anglais.
(Une approche plus simple que celle de l'ouvrage précédent, pour faire les premiers pas comme son nom l'indique).
- 10) [Primitive Photography – A guide to making cameras, lenses, and calotypes](#) – Alan Grene – Focal Press – 2002 – ISBN 0-240-80461-9 – En Anglais.
(Ouvrage non consacré au sténopé, mais on y trouve une description détaillée de la construction de boîtiers et châssis).
- 11) Trough a pinhole darkly – famli- 45 contemporary photographers. April 17 to Junr 26, 1988. Lucille Tortora, Curator – FAMLl, Fine Arts Museum of Long Island – Hempstead, NY 1150 – ISBN 0-933535-02-3 – En Anglais.
(C'est le catalogue de l'exposition).
- 12) [View Camera Technique](#) – Leslie Stroebel – Focal Press – 1986, 5ième Edition – ISBN 0-240-51711-3 - Pages 46 à 48 – En Anglais.
(Une explication succincte du phénomène optique sténopé dans un ouvrage très complet sur la maîtrise des chambres grand format).
- 13) [Notions d'optique pour les astronomes amateurs - La formation des images](#) – Serge Bertorello. serge.bertorello.free.fr/optique/images.html
(C'est une référence Internet à imprimer. Un article simple et très lumineux).

Internet

Sur Google, pour Sténopé, tapez:

- « sténopé »:

(Des centaines de sites)

- « pinhole photography »:

(Des centaines des sites)

Galerie photo

<http://www.galerie-photo.info/forum/list.php?f=1>

(Dans la zone recherche du forum tapez "sténopé". Vous trouverez quelques réflexions et commentaires très avertis).

Worldwide Pinhole Photography day.

<http://www.pinholeday.org/>

(Les sténopistes du monde entier envoient sur le site une photographie prise le même jour. Dernière édition le 27/4/2003 et elle a reçu 1080 photographies. La prochaine journée sera le 25/4/2004. Sur le site, très intéressant par ailleurs, on peut parcourir les envois de 2001,2002 et 2003).

Pinhole Resource.
www.pinholeresource.com
(Le site d'Eric Renner!).

Pinhole visions - the art of pinhole photography.
www.pinholevisions.org
(Un site très intéressant, très complet, avec une magnifique galerie qui expose 37 photographes).

The Penultimate Pinhole Photography Site.
<http://neon.airtime.co.uk/pinhole/me.htm>
(Un site très intéressant, très complet, liens, galerie...)

Le site de Guy Glorieux, photographe Canadien.
<http://www3.sympatico.ca/guy.glorieux/stenoplins.htm>
(Un site très intéressant avec de nombreux liens pour continuer le voyage).

Le chapitre sténopé du site «Helios», procédés alternatifs.
<http://www.foto-sapiens.com/Helios/stenope.html>
(Un article de Christophe Frot).

<http://www.foto-sapiens.com/helios/liensstenope.html>
(Cette adresse vous permet d'accéder à une vingtaine d'expositions en ligne).

Lenox Laser Photographic.
<http://www.lenoxlaser.com/index.html>
(Fournisseur de sténopés percés par faisceau Laser calibré).

Sur Google, pour Zone plate, tapez : "zone plate"

Zone Plate: a Quasi Scientific Explanation.
Guillermo Peñate - Dec/11/1999.
members.rogers.com/penate/zoneplate.html

[Whiz Kid Technomagic Zone Plate Designer.](#)
G. Adam Stanislav – 2003.
www.whizkidtech.redprince.net/zoneplate/

The Zone Plate.
Chris Patton.
<http://www-leland.stanford.edu/~cpatton/pinhole.html>

Quelques adresses

Bibliothèque du Centre G. Pompidou, Beaubourg.
Métro Rambuteau.
(Entrée libre par l'arrière. En étage, on trouve une bibliothèque très fournie, livres et revues, où les ouvrages sont en consultation libre ; il n'y a qu'à se servir sur les rayonnages. A consulter sur place sans modération!).

Galerie Michelle Chomette.
24 Rue Beaubourg - 75003 – Métro Rambuteau, ligne 11.
Tel : 01 42 78 05 62 - Du mardi au samedi de 14H à 19H.
(Représente divers artistes dont certains pratiquent la photographie au sténopé : Paolo Gioli - voir son site Internet, Christian Galzin et sûrement d'autres.
A cinquante mètres de « Beaubourg ». C'est en étage. Il faut rentrer dans une cour intérieure).

Maison européenne de la Photographie.
5-7, rue Fourcy - 75004 Paris - Métro Saint-Paul, Pont-Marie - Tel: 01 48 78 75 00
www.mep-fr.org .
(Au sous-sol, une bibliothèque très calme et agréable où l'on peut facilement demander et consulter les ouvrages).

Librairie « La Chambre Claire ».
14, rue Saint Sulpice - 75006 Paris - Métro Odéon
Tél. 01 46 34 04 31.
www.chambreclaire.com
(Des livres et des livres de photo... Une galerie photo au sous-sol).

Librairie « La Photo librairie ».
49, avenue de Villiers 75017 Paris – Métro Malesherbes - Tél.: 01.42.67.50.12.
www.libriszone.com/lib/librairies/photo/menu.htm
(Des livres de photo. Orientation technique plus marquée que pour « La Chambre Claire»).

Figures

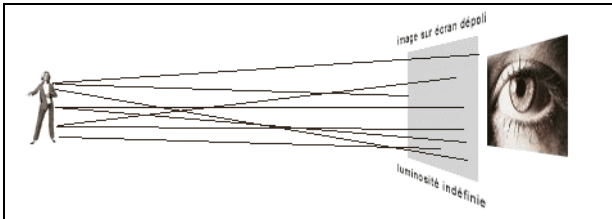
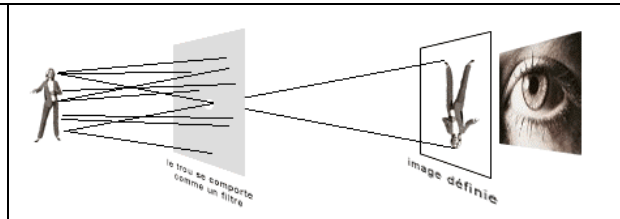


figure 0 : Fonctionnement d'un sténopé



Rapport entre les distances sténopé-écran (D), Surface (S) et luminosité de l'image (L) :

D	1	2	3
S	1	4	9
L	1	1/4	1/9

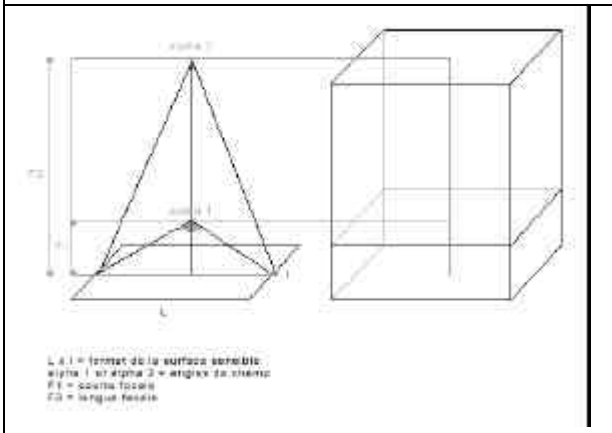


figure 1 : Projet de construction d'un boîtier

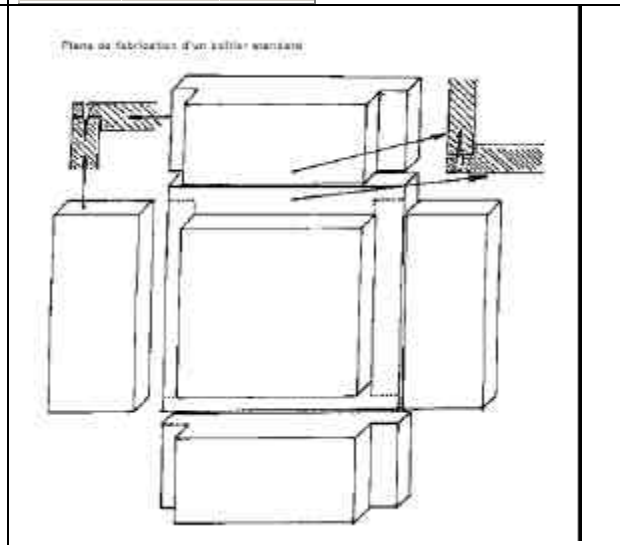


figure 2 : Plans de fabrication d'un boîtier standard

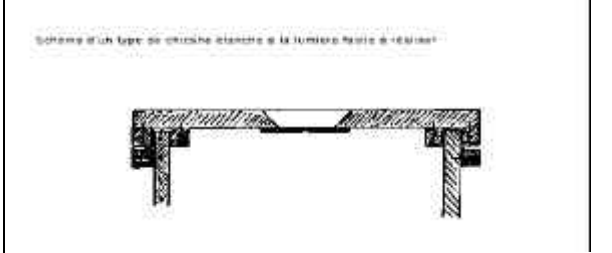
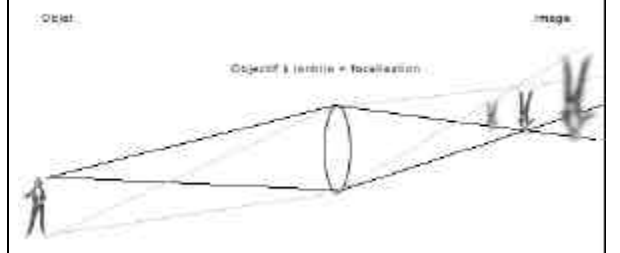


figure 3 : Schéma d'un type de chicane étanche à la lumière facile à réaliser



Caractéristiques d'un objectif à lentille et d'un sténopé : figure 4

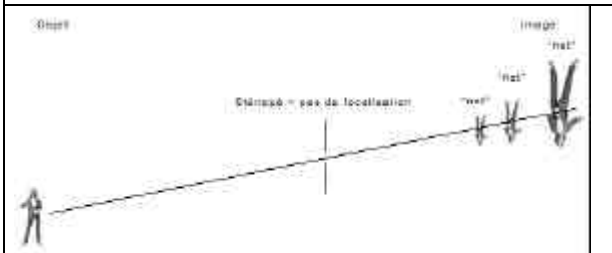


figure 5

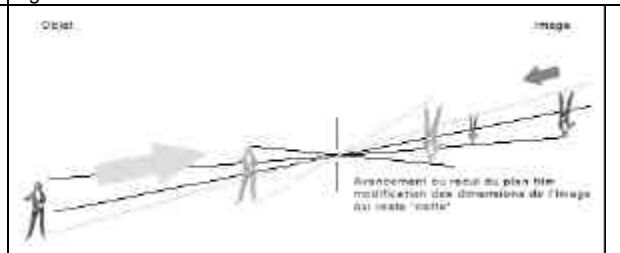


figure 6

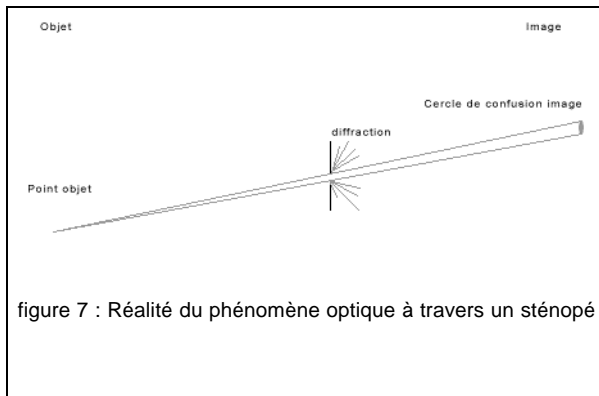


figure 7 : Réalité du phénomène optique à travers un sténopé

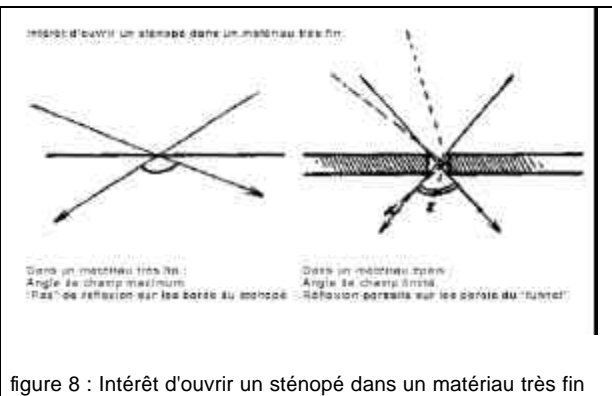


figure 8 : Intérêt d'ouvrir un sténopé dans un matériau très fin

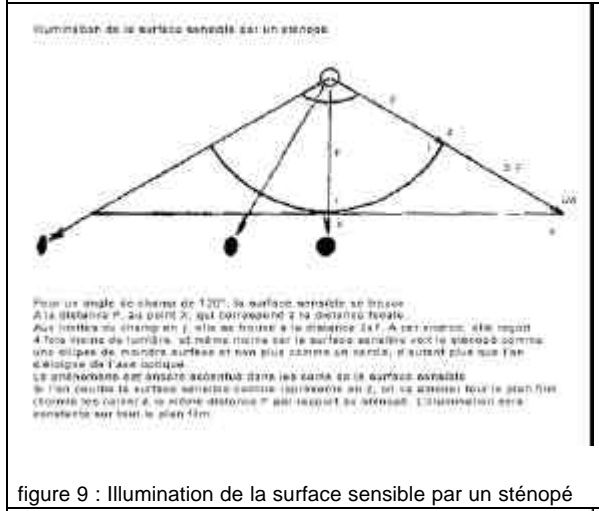


figure 9 : Illumination de la surface sensible par un sténopé

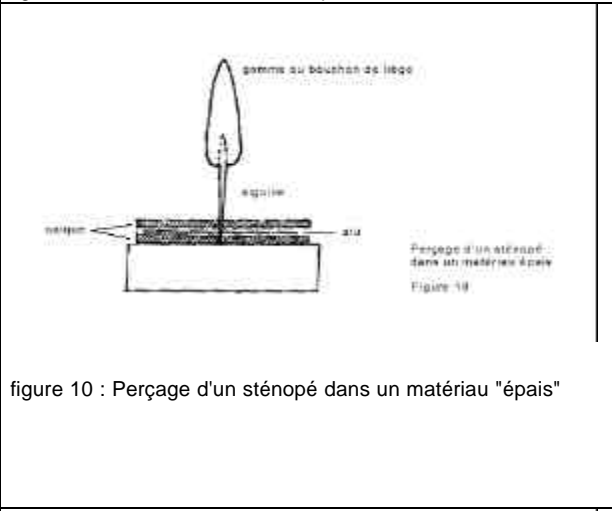


figure 10 : Perçage d'un sténopé dans un matériau "épais"

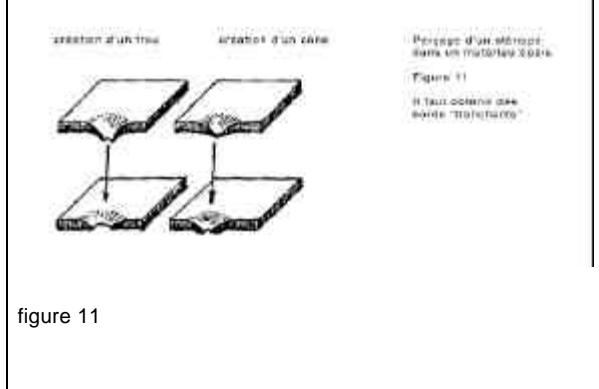


figure 11

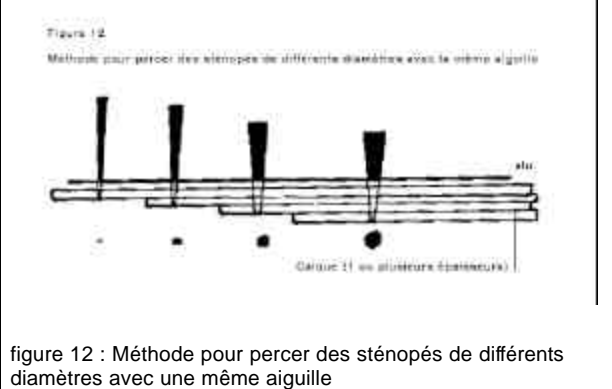


figure 12 : Méthode pour percer des sténopés de différents diamètres avec une même aiguille

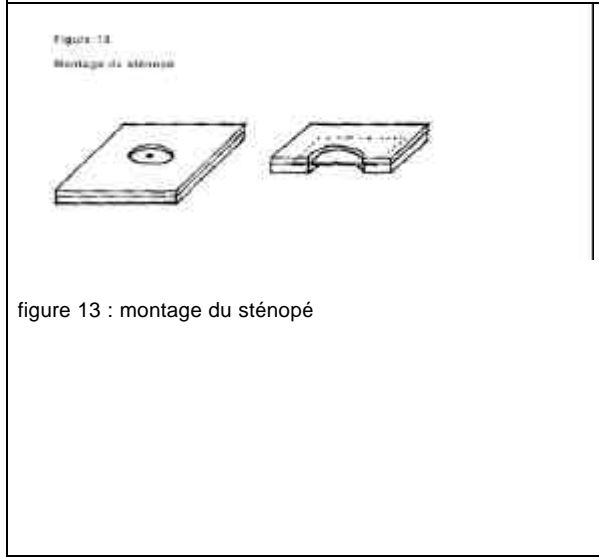


figure 13 : montage du sténopé

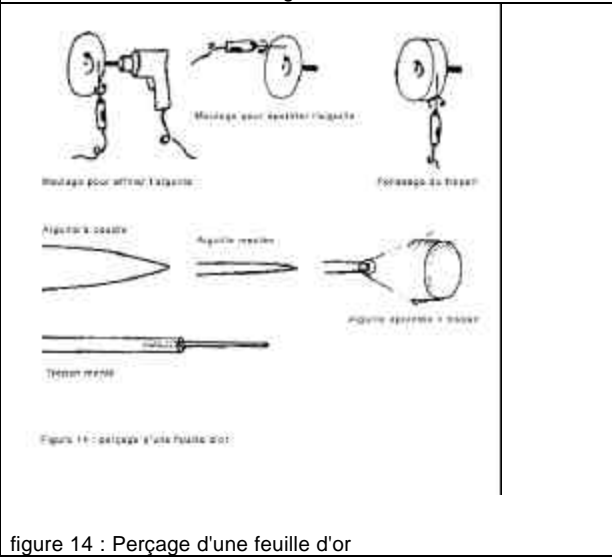


figure 14 : Perçage d'une feuille d'or

Figure 15 : installation pour le perçage

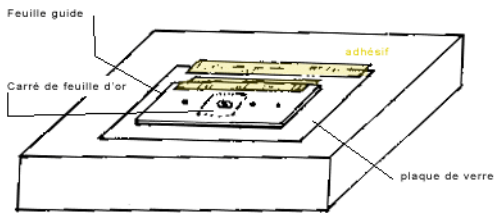


figure 15 : Installation pour le perçage

Figure 16 : Résultat du perçage



figure 16 : résultat du perçage

Figures 17 et 18 : Montage du sténopé au boîtier d'or

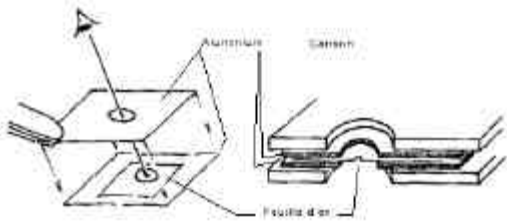


figure 17 et 18 : montage du sténopé de feuille d'or

Figure 19 : Tracé d'un viseur sommaire sur le boîtier

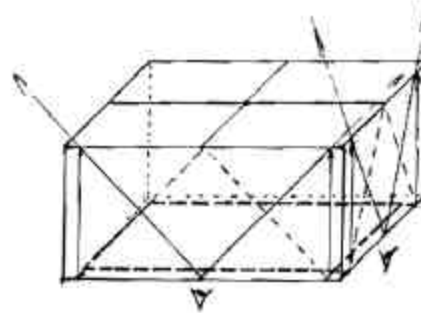


figure 19 : Tracé d'un viseur sommaire sur le boîtier