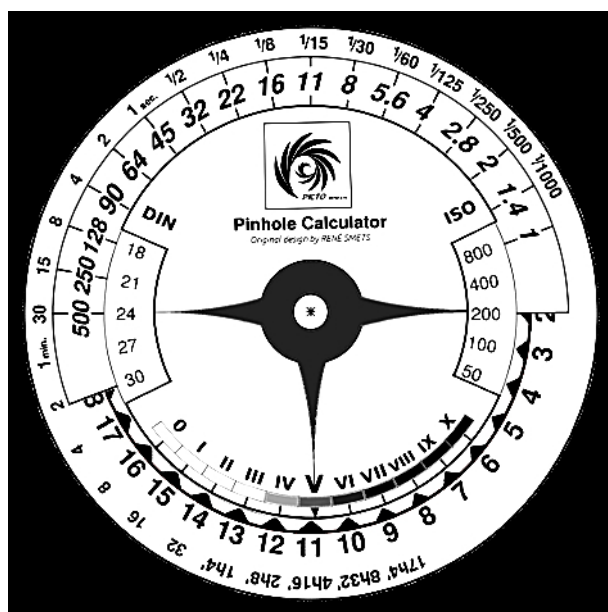




# TEMPS D'EXPOSITION EN PHOTOGRAPHIE AU STÉNOPE



René Smets – Jacques Kevers  
mars 2023

## Avant-Propos

Ce document n'apprendra sans doute rien de neuf à celles et ceux qui ont l'habitude d'utiliser un appareil à sténopé. Il a été rédigé pour venir en aide à ceux qui, voulant se lancer dans cette aventure, ont construit leur appareil et se demandent maintenant comment déterminer le temps d'exposition correct pour leurs prises de vues.

Mais avant de se plonger dans les détails techniques, il serait sans doute bon de se demander pour quelles raisons s'intéresser à ce genre de photographie. La page consacrée à la "Camera Obscura" sur le site de Picto Benelux<sup>1</sup> fournira un bon point de départ pour cela.

Ce document donnera des informations utiles pour éviter des déconvenues initiales trop importantes et obtenir rapidement et simplement des images d'une qualité correspondant aux objectifs artistiques poursuivis.

Il ne présentera pas de recettes infaillibles pour réaliser à coup sûr des images d'un niveau technique parfait. Si tel est votre but, donnez-vous les moyens pour y parvenir en utilisant des appareils et optiques haut de gamme, utilisant de préférence des films de qualité et en grand format...

Tout comme l'appareil photographique traditionnel, l'appareil à sténopé n'est qu'un outil permettant de créer une image. Il peut être utilisé à des fins ludiques, éducatives, sociales, artistiques, et son caractère "rustique" a permis le développement d'une esthétique et d'une philosophie toutes particulières, faisant une large place à la sérendipité – ce terme un peu barbare, peu connu en-dehors de la sphère anglo-saxonne, qui se réfère à la capacité d'accorder une attention particulière à l'imprévu, l'inattendu, les surprises des "ratés providentiels" pour découvrir, inventer, créer ou imaginer quelque chose de nouveau sans l'avoir cherché<sup>2</sup>.

Ne croyez donc pas aveuglément les innombrables articles publiés en librairie ou sur internet, qui prétendent garantir une image parfaite à condition de suivre scrupuleusement leurs instructions pour calculer le diamètre optimal de votre sténopé au  $1/100^{\text{e}}$  de mm. près, ou pour déterminer à la seconde près le facteur de correction à appliquer, en fonction de l'écart à la loi de réciprocité (effet Schwarzschild), aux poses longues inévitables avec ce genre d'équipement.

Vu les nombreuses incertitudes liées aux spécificités de votre "boîte", à la sensibilité réelle des papiers ou films (parfois périmés...) qui évoluera avec leur âge, et au caractère souvent incomplet des renseignements fournis par les fabricants, rien ne pourra suppléer les nombreux essais que vous serez amenés à faire pour développer votre propre savoir-faire et expérience.

Et surtout, n'oubliez pas : *L'art aime le hasard, comme le hasard aime l'art.*<sup>3</sup>

J. Kevers

---

<sup>1</sup> - Picto Benelux : La photographie au sténopé - <https://www.picto.info/Ftech03.html>

<sup>2</sup> - De la Sérendipité, Leçons de l'inattendu – Pek Van Anel & Danièle Bourcier, Coll. Libres Sciences, L'ACT MEM, Chambéry 2009

<sup>3</sup> - Éthique à Nicomaque, livre VI, chap. 4 – Aristote, trad. J. Vilquin, Éd. Garnier-Flammarion, 1965, pp 156-157 (cité dans "De la Sérendipité" )

## Principes et définitions techniques

Même si les règles techniques évoquées plus haut ne sont pas à suivre à la lettre, il est bon de vous familiariser avec les concepts sur lesquels elles sont basées, si vous voulez comprendre le fonctionnement de cet outil simple et pratique qu'est le **"Pinhole Calculator"**, et l'utiliser à bon escient.

Le fait qu'il soit très simple à utiliser n'enlève rien à sa précision, ni à son respect des principes optiques de base, à l'instar des posemètres analogiques ou numériques disponibles dans le commerce. Il ne les remplace d'ailleurs pas, mais est leur complément.

### Exposition

Un appareil à sténopé est un appareil photographique. Le degré d'exposition de la surface sensible y est donc le résultat, comme pour tout appareil, de la combinaison d'une ouverture et d'un temps d'exposition. Mais alors que pour une caméra pourvue d'un objectif, on peut faire varier ces deux facteurs, la situation est différente pour un appareil à sténopé, puisque l'ouverture – un simple trou – est fixe. On ne peut donc jouer que sur le temps d'exposition, et il est dès lors absolument nécessaire de connaître le diamètre du sténopé si on veut régler l'exposition autrement qu'en se fiant au simple hasard ou à son expérience, fruit de multiple essais (dont beaucoup infructueux) préalables.

Ce diamètre est normalement connu. Dans le cas contraire il est possible de le mesurer en s'aidant par exemple d'un projecteur dia ou d'un scanner. Avec le diamètre et la distance focale (distance du sténopé à la surface sensible), on peut calculer l'ouverture de l'appareil. Il existe des formules ou des calculateurs pour cela, que l'on peut trouver entre autres sur le site Picto.

Ceci étant posé, on a donc en gros trois manières de choisir un temps d'exposition:

1 - Au hasard. On peut parfaitement ouvrir l'obturateur pour un laps de temps en se fiant à son intuition. S'il apparaît au développement que le négatif est sur- ou sous-exposé, il faudra recommencer en modifiant le temps de pose, autant de fois qu'il est nécessaire pour arriver à un résultat considéré comme satisfaisant. Au fil du temps, l'expérience acquise permettra de réduire le nombre d'essais, mais il est certain qu'au début, on va gaspiller du temps, des produits et du papier (film). Par contre, on ne s'encombre pas de posemètres ou d'autres calculs...

2 - La "Règle du f/16" (aussi appelée "Sunny f/16 Rule"). C'est une méthode qui permet d'estimer les paramètres d'ouverture et de vitesse d'obturation en fonction de la situation lumineuse, et ce, sans aucun outil. Cette "règle" stipule que, par temps ensoleillé, le temps de pose correct sera l'inverse de la valeur ISO de la surface sensible utilisée quand le diaphragme est réglé à f/16. On peut en déduire les diaphragmes correspondant aux autres niveaux de luminosité, par ex. : f/11 pour un temps légèrement couvert - f/8 pour un ciel couvert - f/5.6 pour un ciel très couvert - f/4 pour un coucher de soleil - f/22 pour un paysage de neige ensoleillé.

Ainsi, si on veut faire une photo par une belle journée ensoleillée en utilisant un film de 100 ISO, on sait qu'en choisissant une ouverture de f/16 et un temps de pose de  $\frac{1}{100e}$ , le négatif sera très probablement correctement exposé.

La règle est facile à retenir, mais nécessite que l'on soit capable d'évaluer correctement la luminosité du moment. Par ailleurs, la boîte à sténopé ne permettant pas de modifier le diaphragme, il faudra se livrer à un calcul pour trouver le temps de pose correspondant à l'ouverture dont elle dispose...

3 - Mesure de la lumière au posemètre. Rien ne s'oppose à ce que l'on procède comme pour toute autre prise de vues, en recourant à une cellule (à main évidemment, les boîtes à sténopé ne disposant pas de cellule incorporée). Il y a néanmoins deux complications dont il faut tenir compte. Dans le cas où la surface sensible est un papier photographique, il faudra en évaluer la sensibilité. Cette information est rarement donnée par le fabricant, et on utilisera souvent des papiers plus ou moins "vieux" (si pas périmés) dont la sensibilité aura évolué avec le temps. Généralement, une sensibilité entre 2 et 6 ISO permettra d'obtenir de bons résultats.

Par ailleurs, si la majorité des posemètres permettent d'afficher des sensibilités aussi basses, leur échelle des diaphragmes ne permet en général pas d'atteindre les valeurs habituellement très élevées des ouvertures que l'on trouve chez les appareils à sténopé. Ici aussi donc, il faudra se livrer à un calcul...

C'est précisément pour éviter de devoir se livrer à ces calculs au moment de la prise de vues que nous proposons un petit outil, simple à utiliser et facile à transporter: le "Pinhole Calculator". Il y a bien sûr des feuilles de calcul permettant d'obtenir le résultat recherché par ordinateur, mais qui va transporter un ordinateur portable en plus de son matériel de prise de vue? On pourrait aussi effectuer les calculs à la maison et imprimer un tableau avec les résultats correspondant aux temps de pose donnés par la cellule pour une ouverture de  $f/16$  – sauf que, si on dispose de plusieurs appareils avec des ouvertures différentes (celle-ci étant fonction de la distance focale), il faudrait autant de tableaux différents...

Le "Pinhole Calculator" proposé plus loin peut quant à lui s'adapter à toutes les situations... sauf une: il ne tient pas compte du comportement particulier des surfaces sensibles dans le cas de poses très longues (effet Scharzschild). Voir plus loin quelques explications à ce sujet.

Une dernière réflexion cependant. Comme dit dans l'avant-propos, la perfection technique n'est pas toujours l'objectif le plus important poursuivi par le "sténopiste" qui peut considérer que certaines imperfections n'ont guère d'importance, ou peuvent même ajouter un charme à l'image (un peu comme pour les tirages au collodion). Le caractère expérimental et ludique de la photographie au sténopé est précisément ce qui amène beaucoup de photographes à cette technique. Ce sera à chacun de décider ce qu'il en attend.

### Zone System




Ce système a été développé par Ansel Adams et Fred Archer vers 1939-1940. Notre but n'est pas ici de l'expliquer dans le détail, mais d'en résumer la logique, et d'expliquer rapidement à quoi correspondent les marques allant de 0 à X (en chiffres romains) sur le calculateur présenté plus loin.




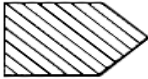




De nombreux ouvrages ont été consacrés au Zone System, dont beaucoup sont franchement difficiles d'accès et découragent vite leurs lecteurs. Cela a donné au système la réputation d'une technique fort compliquée, ne s'appliquant qu'à la photographie grand format, exigeant des connaissances poussées en sensitométrie, et réservée à des maniaques du densitomètre, obsédés de technique, de courbes, et passant plus de temps à tester qu'à faire des photos. C'est oublier que la première version du système enseigné par Adams et White était surtout empirique et ne recourait pas à des outils sophistiqués. Par ailleurs Ansel Adams a très souvent utilisé le format 120, et était convaincu que le petit format pouvait en bénéficier également.

Le Zone System permet de mettre en relation les différentes luminances d'un sujet avec les différentes valeurs de gris, allant du noir au blanc, que l'on voudrait attribuer à chacune d'elles dans l'image finale.

La mesure des luminances du sujet se fait au moyen d'un posemètre. Tous les posemètres sont faits de telle façon que si on prend une mesure sur une surface et qu'on utilise tels quels les réglages d'exposition indiqués, cette surface sera rendue par un gris moyen. Ce gris moyen correspond à ce que Ansel a baptisé la "Zone V" dans une échelle de 11 zones allant de 0 à X, auxquelles correspondent des valeurs de gris allant du blanc pur au noir absolu. Les chiffres romains sur notre calculateur correspondent à ces zones.

Plus concrètement, on pourrait définir ces zones comme suit:

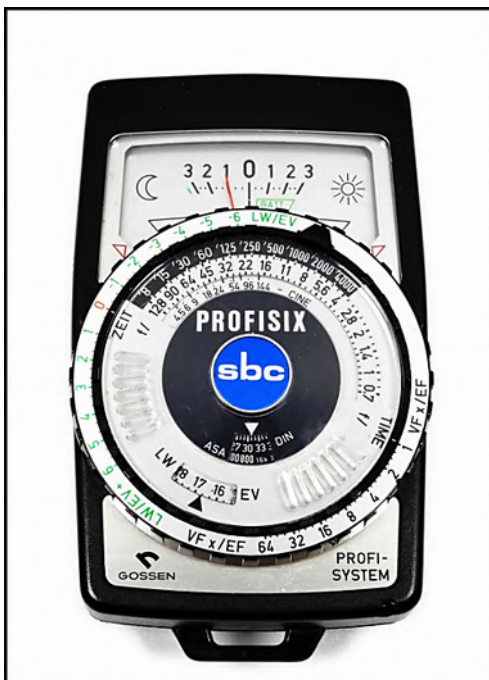
<b>ZONE 0</b>		Il n'y a aucune densité dans le négatif, à l'exception bien sûr de celle donnée par le support-film et du voile de base après développement. Noir total sans aucun détail au tirage
<b>ZONE I</b>		Le premier seuil de sensibilité, le premier pas au-dessus du noir complet au tirage. La première légère séparation des tons, mais sans aucune structure.
<b>ZONE II</b>		Une première (très légère) suggestion de structure; tonalités très sombres correspondant aux parties les plus sombres de l'image dans lesquelles il faut un peu de détail.

<b>ZONE III</b>		Matières assez sombre; les valeurs correspondantes présentent une texture adéquate au tirage. .
<b>ZONE IV</b>		Feuillages moyennement foncés, des pierres foncées, les ombres dans un paysage. Valeur d'ombre normale pour les portraits de peau caucasienne à la lumière du soleil.
<b>ZONE V</b>		Gris moyen (18% de réflectance). Ciel clair du nord tel que rendu par un film panchromatique, peau sombre, pierre grise, bois moyennement patiné.
<b>ZONE VI</b>		Valeur moyenne de la peau caucasienne sous la lumière du soleil, une lumière diffuse naturelle ou artificielle. Pierre claire, ombres sur la neige dans des paysages ensoleillés, ciel du nord clair tel que rendu sur film panchromatique avec filtre bleu clair.
<b>ZONE VII</b>		Peau très claire. Sujets gris clair. Neige sous une lumière latérale vive. La catégorie tonale la plus claire donnant encore un très bon rendu de la texture.
<b>ZONE VIII</b>		Blancs avec texture et valeurs délicates ; neige texturée ; reflets sur peau caucasienne.
<b>ZONE IX</b>		Blanc sans texture se rapprochant du blanc pur, donc comparable à la zone I dans sa tonalité légère sans véritable texture. Neige sous lumière plate. Avec des négatifs petit format tirés avec un agrandisseur à condensateur, la zone IX est rendue comme un blanc pur ne se distinguant pas de la zone X.
<b>ZONE X</b>		Blanc pur du papier photographique; reflets spéculaires ou sources lumineuses dans l'image.

Différents contrôles, au moment de la prise de vue et/ou au développement du négatif, permettent de décaler les réglages suggérés par le posemètre; on dit qu'on "place" certaines valeurs dans une zone de son choix. Cela permet d'obtenir une reproduction plus réaliste et d'exprimer sa propre vision prédéfinie en assignant les valeurs de gris de son choix lors du tirage final. Le but est d'obtenir le négatif optimal permettant de réaliser le plus facilement possible le tirage final sur un papier à contraste normal, qui est le mieux à même de traduire fidèlement tous les tons du négatif.

Ces indications sur notre calculateur ne sont pas d'une importance primordiale et peuvent être ignorées en photographie au sténopé. Elles ont été maintenues parce qu'elles figurent sur un certain nombre de posemètres, et peuvent être des repères parlants pour celles et ceux qui sont familiarisés avec cette catégorisation.

### IL – EV -LW



Sur notre "Pinhole Calculator", les chiffres surmontés d'un petit triangle noir, juste en-dessous les chiffres romains des zones dont question plus haut, correspondent aux Indices de Luminance (IL). EV et LW sont les abréviations correspondantes en anglais (*Exposure Values*) et en allemand/néerlandais (*Lichtwert - Lichtwaarde*). On retrouve ces valeurs sur la plupart des cellules à main, comme par exemple ici sur la Gossen Profisix SBC.

Ces nombres caractérisent les diverses combinaisons de temps de pose / ouverture du diaphragme donnant toutes un même niveau d'exposition. L'échelle des IL représente donc un ensemble de niveaux lumineux. Plus la lumière est abondante, plus l'indice est élevé. Une variation de 1 IL correspond à un doublement ou à une division par deux du niveau lumineux (à diaphragme constant, le temps de pose est divisé ou multiplié par deux lorsque l'indice varie d'une unité; à temps de pose constant il faut ouvrir ou fermer le diaphragme d'un cran pour cette même variation).

L'indice de luminance IL = 0 correspond à une ouverture de diaphragme de f/1,0 combinée à un temps de pose de 1 seconde pour une sensibilité de 100 ISO.

Le tableau ci-dessous donne un exemple concret de ces combinaisons. Il pourrait bien évidemment être étendu aux valeurs non représentées ici

Temps de pose en secondes ou en minutes (min) en fonction de l'indice de lumination et de l'ouverture relative										
IL Tps	1.0	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22
<b>0</b>	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.	30 s.	60 s.	2 min.	4 min.	8 min.
<b>1</b>	1/2 s.	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.	30 s.	60 s.	2 min.	4 min.
<b>2</b>	1/4 s.	1/2 s.	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.	30 s.	60 s.	2 min.
<b>3</b>	1/8 s.	1/4 s.	1/2 s.	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.	30 s.	60 s.
<b>4</b>	1/15 s.	1/8 s.	1/4 s.	1/2 s.	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.	30 s.
<b>5</b>	1/30 s.	1/15 s.	1/8 s.	1/4 s.	1/2 s.	1 s.	2 s.	4 s.	8 s.	15 s.

source : [https://fr.wikibooks.org/wiki/Photographie/Mesure\\_de\\_la\\_lumi%C3%A8re\\_posem%C3%A8tres/Indices\\_de\\_lumination](https://fr.wikibooks.org/wiki/Photographie/Mesure_de_la_lumi%C3%A8re_posem%C3%A8tres/Indices_de_lumination)

Si en théorie, on peut étendre cette échelle aussi loin que l'on veut, on ne trouvera pratiquement aucun posemètre affichant des valeurs au-delà de 18-19, car il n'existe pratiquement aucun niveau de luminosité supérieur à ces valeurs dans la nature

La présence des valeurs IL sur un posemètre permet de modifier facilement l'exposition par rapport à ce qui est préconisé par la cellule, en fonction des conditions spécifiques de la prise de vues et de la valeur tonale que l'on désire attribuer à une composante particulière de l'image. Il convient cependant de garder à l'esprit que si un indice donné correspond à toute une série de couples temps/diaphragme qui donneront tous le même niveau d'illumination, le choix d'un couple particulier aura des effets esthétiques non négligeables: profondeur de champ, flou de mouvement, etc... Cet aspect est sans objet en photographie au sténopé, puisque l'ouverture est fixe, et que les temps d'exposition nécessairement longs ne permettent pas de "figer" le mouvement.

La distribution des chiffres sur les différents disques de notre calculateur est ainsi faite qu'un changement des valeurs ISO (Din) adapte automatiquement les valeurs des indices IL à cette nouvelle sensibilité. Par ailleurs, la juxtaposition des IL et des indications des zones rend le sens de la correction très intuitif.

### Effet Schwarzschild

Le terme de réciprocité en photographie renvoie à la loi selon laquelle une exposition au  $1/500^e$  de sec. avec un diaphragme de f/2.8 devrait assurer un résultat équivalent à une exposition de 4 secondes avec un diaphragme de f/128. Oui, mais ... ce n'est pas toujours le cas! Pour les pellicules actuelles, la réciprocité fonctionne correctement pour des temps de pose entre 1 sec. et  $1/1000^e$  de sec. à peu près.

Ce fut Karl Siegmund Schwarzschild, un astrophysicien allemand, qui développa la formule de l'évolution de la sensibilité d'un matériau photosensible en fonction du temps d'exposition et de l'éclairement, mettant en lumière le fait que plus cette surface est exposée, moins elle réagit à une dose supplémentaire de lumière (ce phénomène met donc en lumière un défaut de réciprocité, mieux connu sous l'appellation "effet Schwarzschild").

Comme en photographie au sténopé, nous sommes très souvent amenés à recourir à des temps d'exposition de plusieurs secondes, minutes ou même heures, cet effet nous concerne directement, et il nous faudra appliquer la plupart du temps un facteur correction au temps d'exposition donné par nos posemètres, et donc aussi par notre "**Pinhole Calculator**".

Cela pourrait se faire facilement en jouant sur les indices de lumination. Sauf que toutes les surfaces photosensibles ne réagissent pas de même façon à cet effet, et que la documentation technique des fabricants de films se limite bien souvent à donner une information pour une fourchette d'exposition bien trop étroite pour les besoins de la "stenophotographie". Mais c'est mieux que rien...

Pour les papiers photographiques, c'est pire: l'information est bien souvent absente.

Pour l'utilisation de papier photographique N&B, on pourrait s'inspirer du tableau suivant, dans lequel Guillermo Peñate, un spécialiste du sténopé, a résumé ses expériences personnelles. La première ligne représente le temps estimé ou mesuré, la seconde ligne le facteur de correction à appliquer

"Effet Schwarzschild" pour les papiers photographiques N&B.									
1sec.	5 sec.	10 sec.	25 sec.	40 sec.	1 min.	2 min.	5 min.	10 min	20 min.
x 1,25	x 1,5	x 1,75	x 2	x 2,4	x 2,75	x 3	x 4	x 5	x 6

Source : *Determining Pinhole Size and Exposure - Guillermo Peñate*

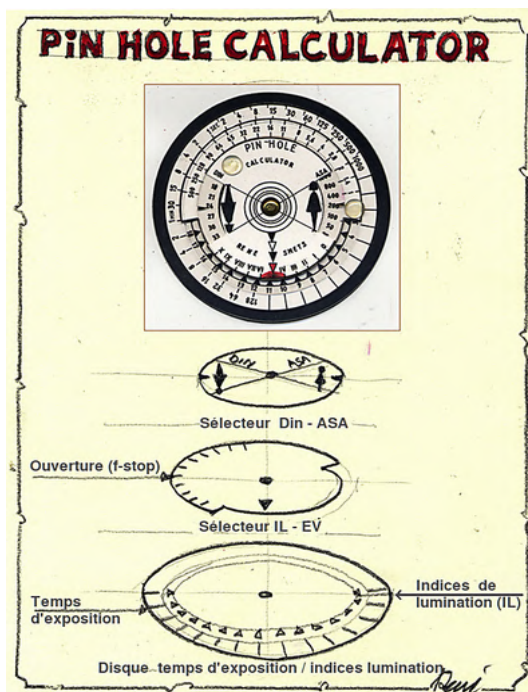
Ainsi, si le posemètre donne un temps d'exposition de 10 minutes, il faudrait multiplier ce temps par 5, pour arriver à un temps d'exposition effectif de... 50 minutes.

En espérant bien sûr que pendant ce temps, le ciel ne se couvre pas, ou que la luminosité ne décline pas trop en raison de l'heure avancée.

On l'aura compris: tous les posemètres ou calculateurs, aussi sophistiqués et ingénieux soient-ils, trouvent leurs limites en photographie au sténopé. Sont-ils inutiles pour autant? Non! Ils fourniront une bonne base de départ, et sans doute des résultats directement exploitables dans les cas les moins extrêmes... Mais dans les autres, il faudra y ajouter une bonne dose d'expérience, sans doute obtenue au prix de bon nombre d'essais ratés. C'est en persévérant que l'on maîtrisera tous les paramètres. Et le "**Pinhole Calculator**", sans garantir une solution infaillible, simplifiera quand même sérieusement la vie.

Au vu de tout ce qui précède, il apparaît clairement qu'il n'est pas vraiment utile de vouloir calculer l'effet Schwarzschild à la seconde près. Rien ne surpassera la pratique!

### Une aide au calcul de l'exposition : le "Pinhole Calculator"



#### Une création René Smets

René Smets, membre co-fondateur de Picto Benelux, fabrique entre autres des [appareils photographiques](#), y compris des appareils à sténopé. Et bien sûr, il les utilise. Il a conçu ce petit accessoire qui lui facilite bien la vie.

Disons-le tout de suite : le calculateur proposé n'est pas le seul de son genre. Une petite recherche sur internet vous permettra d'en trouver d'autres, fort similaires. Celui-ci a pris pour modèle le cadran que l'on trouvait sur les anciens spotmètres Pentax (voir en bas, à gauche).

Il est composé de trois disques, avec, de bas en haut :

- 1- disque du bas : à l'extérieur les temps exposition, à l'intérieur les indices de lumination
- 2- disque du milieu : diaphragmes à l'extérieur, valeurs ISO/Din à l'intérieur
- 3- disque du haut : Les chiffres romains du Zone System, qui ne sont pas indispensables

Ses principales caractéristiques :

- L'échelle des diaphragmes étendue conviendra à la majorité des appareils à sténopé
- Petit (8,5 cm.), se glisse facilement dans un sac.
- Légèrement plus grand que les cadrans de la plupart des posemètres, il est facilement lisible
- Les indices de lumination améliorent la lisibilité et facilitent son utilisation

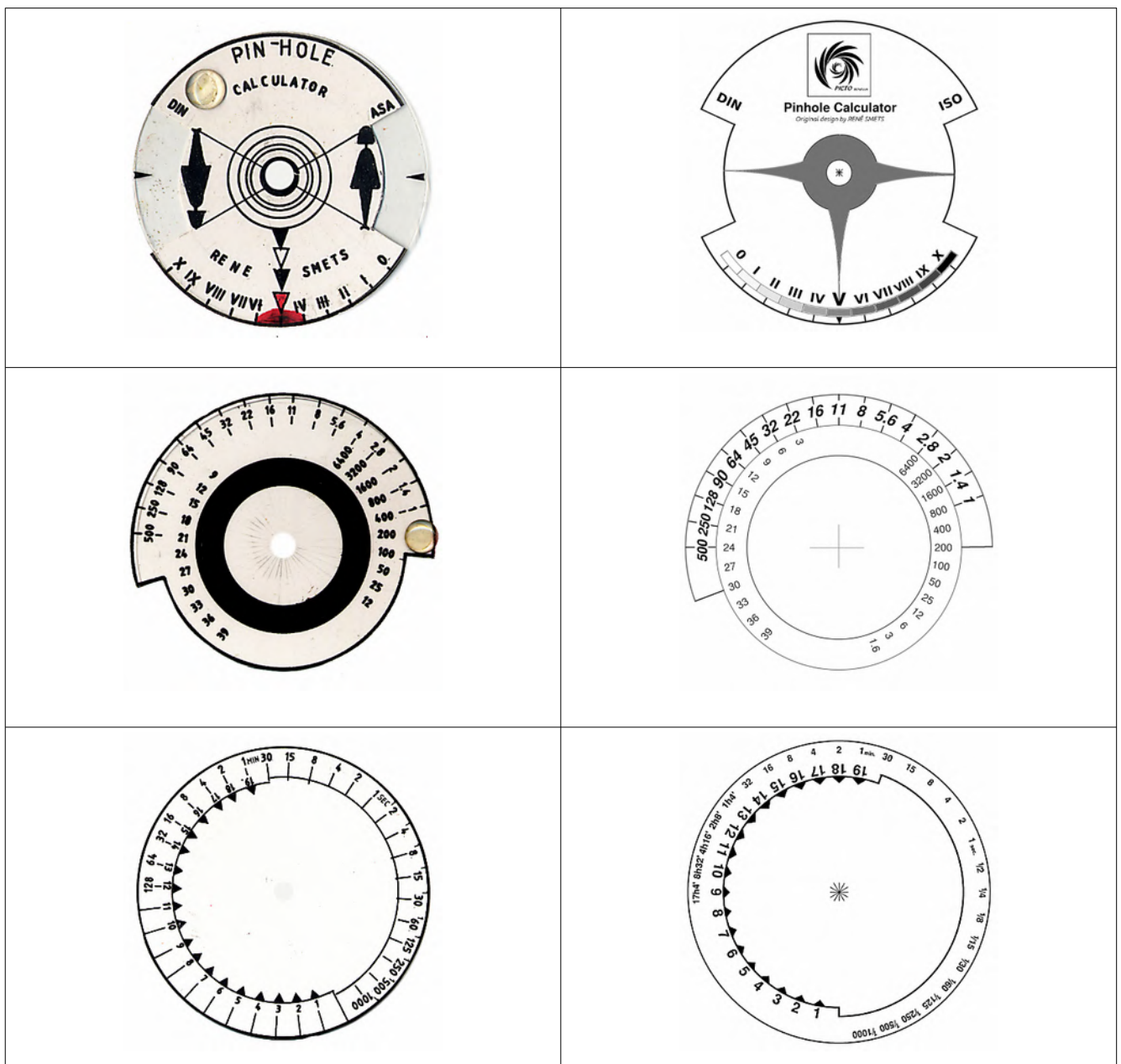


### Une adaptation Picto Benelux

En accord avec leur concepteur, Picto Benelux a réalisé une adaptation basée sur les esquisses originales. Il suffira aux intéressés d'en imprimer, découper et assembler les parties qu'ils trouveront en p.8 et 9 pour obtenir leur exemplaire personnel. Il leur appartiendra évidemment de choisir le support, léger mais solide, sur lequel ils colleront les différents disques - ainsi que le système d'assemblage qui servira également de pivot.

Seules quelques adaptations d'ordre purement cosmétique ont été apportées, à deux exceptions près : alors que René Smets avait conçu son calculateur pour qu'il donne une surexposition d'un diaphragme - ce qui convenait à sa technique d'exposition et de développement - il a été préféré dans cette version de s'en tenir à la correspondance "officielle" des indices de lumination avec les niveaux d'éclairement et de laisser le choix des corrections éventuelles aux utilisateurs. Par ailleurs l'échelle des temps d'exposition a été étendue, les temps les plus longs étant libellés en heures.

Ci-dessous, une comparaison des esquisses originales et de leur adaptations





### Utilisation

Sur le calculateur, sélectionnez la sensibilité du film (ou papier photo) utilisé. Pour le papier photo, on considère généralement que sa sensibilité se situe entre 6 et 2 ISO. René Smets adopte généralement la valeur de 9 ISO. Cette sensibilité varie aussi avec l'âge du papier.

Avec votre posemètre, mesurez l'éclairement de la scène. Repérez l'indice IL correspondant.

Reprenez le calculateur et tournez le disque du milieu de façon à aligner la flèche (et automatiquement, la Zone V) avec l'indice IL mesuré. Si votre posemètre n'affiche pas les EV, repérez un couple ouverture/vitesse, et reportez-le sur le calculateur. Si vous vous contentez d'estimer l'éclairement, avec ou sans l'aide de la "règle du f/16", utilisez le couple ouverture/vitesse de votre choix.

Repérer ensuite l'ouverture de votre appareil à sténopé (*si vous ne la connaissez pas, il faudra la calculer au préalable, voyez le site Picto pour plus de détails : <https://www.picto.info/pinholdoc/pinholcalc.xls> et [https://www.picto.info/pinholdoc/PINformules\\_f.pdf](https://www.picto.info/pinholdoc/PINformules_f.pdf)*) sur le disque du calculateur et lire le temps d'exposition qui y correspond. Ce n'est pas plus compliqué que cela...

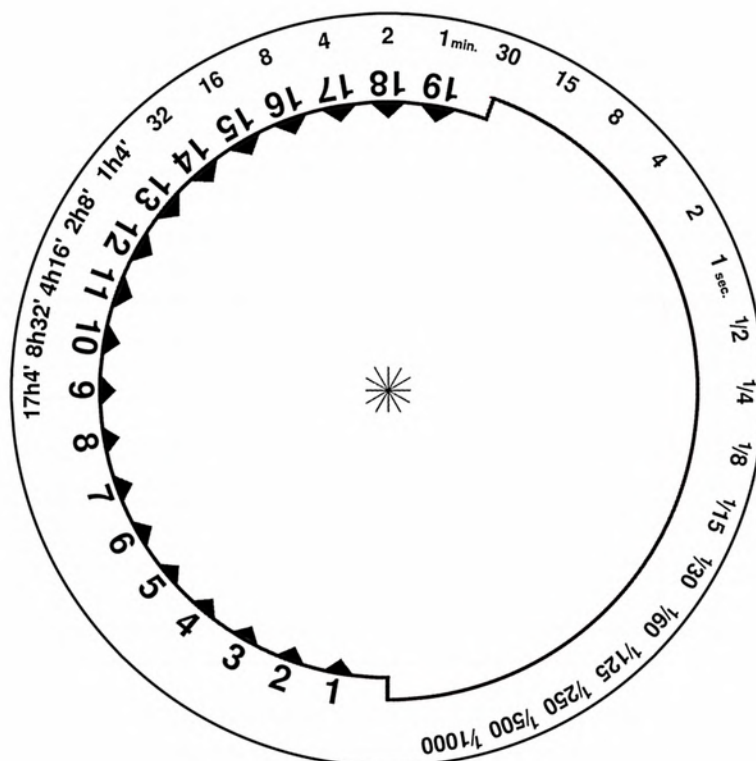
### Construisez votre calculateur personnel

Ci-dessous, vous trouverez les reproductions des différents disques. Il vous suffira de les imprimer, les découper, les coller sur un support léger mais suffisamment solide (carton, plastique, alu...), percer tous les disques au milieu et utiliser le système de votre choix pour tenir les disques ensemble, tout en permettant de les faire pivoter... Les dessins sont calibrés de manière à donner des disques s'adaptant parfaitement entre eux et donnent un diamètre total de 9,5 cm.

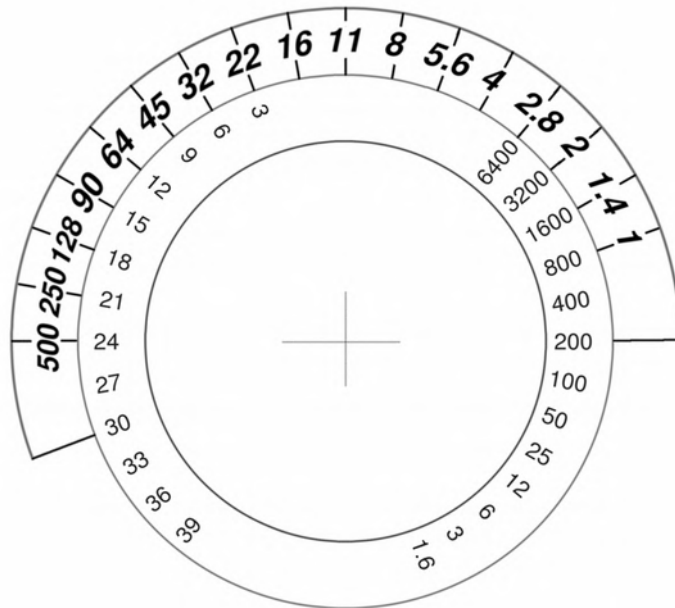
Si cette dimension ne vous convient pas, vous pourrez télécharger les fichiers originaux [ici \(.tiff, 600px/inch\)](#) et en adapter les dimensions à votre goût en adaptant la résolution.

Bon amusement !

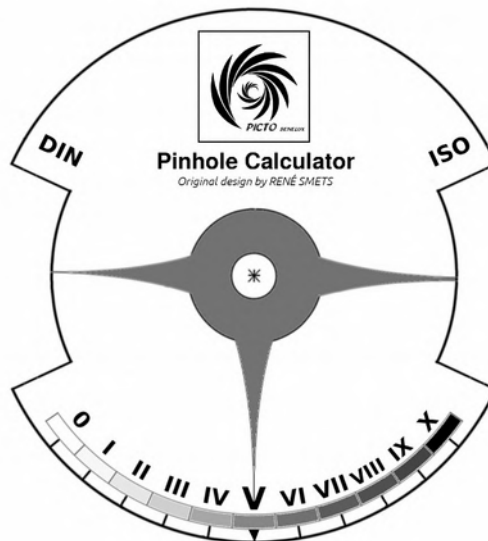
Disque du bas



Disque du milieu



Disque du haut



*Picto Benelux est un groupe informel, ouvert à tout qui au sein du Benelux est activement intéressé par les anciens procédés mis au point et pratiqués depuis les origines de la photographie. Le but est de les revisiter, en respectant les approches créatives de chacun..*

<https://www.picto.info/>

Contact: Jacques Kevers - [jacques@kevers.org](mailto:jacques@kevers.org)