



Figure 1

LA PHOTOGRAPHIE AU SERVICE DE L'ARCHÉOLOGIE

JACQUES RENOUX

La qualité de l'éclairage est fondamentale en photographie et ses caractéristiques varient fortement en fonction du sujet et des spécificités à mettre en valeur. Pour les pièces de monnaies par exemple, objets de petite taille, il s'agit de faire apparaître le modelé de reliefs finement ciselés sans négliger la qualité de poli du métal, ou les altérations dues à l'érosion.

Pour obtenir ces résultats, on utilisera une source ponctuelle dont les rayons focalisés donneront des hautes lumières petites et bien définies et des ombres nettes.

CHOIX DE LA SOURCE LUMINEUSE

Les caractéristiques de l'ombre (Figure 2) sont particulièrement importantes pour la lisibilité d'une image. On y distingue : la densité, la taille et la netteté, chacun de ces paramètres étant régi par les caractéristiques de la source lumineuse :

- avec une source ponctuelle, les bords de l'ombre sont francs.
- avec source étendue, l'ombre centrale est bordée par une pénombre diffuse corrélée à la taille de la source.
- plus la source est éloignée de l'objet, plus les bords de l'ombre sont nets, la taille apparente de la source diminuant.

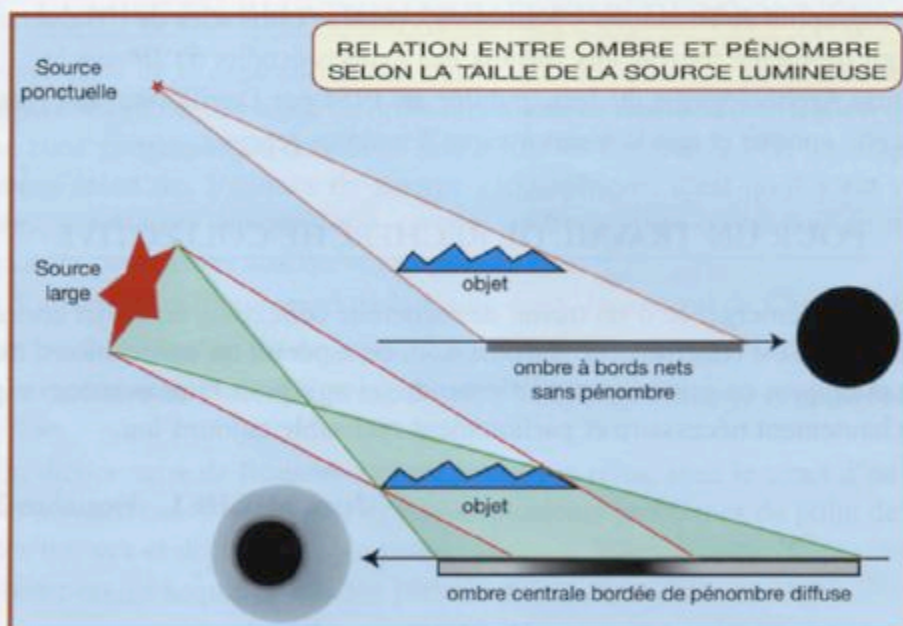


Figure 2 : Relation entre la taille de la source lumineuse et la structure des ombres.

Figure 1 – As de Marc Aurèle (?) (revers) – Photographie Jacques Renoux ©

Contexte : Combe de Crans, Jura

Aes ; 8,1 g ; d. 24,2 mm ; ép. 3,7 mm ; axe \bar{y} couleur bronze, oxydation active.

A/ Tête radiée à droite. Grènetis] C T R ? [...

R/ Figure féminine assise : Roma casquée, hampe dans la main gauche, Victoire dans la main droite tendue. Grènetis.

S I C [co] S III (espaces larges entre les I).

Dans le cas des **pièces de monnaies**, leurs sculptures très délicates et les traces d'usures parfois très fines, la frange de pénombre est à proscrire car elle vient empiéter sur la zone de lumière voisine contrariant alors la lisibilité de l'image. D'où l'utilisation d'un **flash-spot focalisable** équipé d'un diaphragme de champ réglable.

- Les ampoules de type halogène, à filament ramassé répondent bien aux critères de la source qui doit être ponctuelle afin de limiter la taille des hautes lumières et des reflets spéculaires¹.
- Un projecteur de diapositives muni d'un tube allonge pour accroître le tirage de l'objectif convient parfaitement.
- Un système d'éclairage destiné à un microscope photonique moderne comporte, en outre, tous les systèmes de réglage nécessaires.

ÉCLAIRAGE ZÉNITHAL PAR RÉFLEXION

La photographie des pièces de monnaies nécessite un éclairage par réflexion, homogène et contrasté, suffisamment intense pour permettre une mise au point précise, et un temps de pose le plus court possible avec un diaphragme nécessairement fermé pour obtenir une profondeur de champ suffisante. La lumière d'une source ponctuelle sera concentrée sur l'objet à l'aide d'un condenseur² (par exemple un condenseur d'agrandisseur ou à défaut une simple lentille convergente de 10 dioptries environ).

Deux types d'éclairage peuvent être envisagés :

- **l'éclairage en lumière rasante** qui met bien en exergue les reliefs relativement importants, mais englobe les structures fines (ombres chevauchantes) et engendre, en outre, un mauvais rendu des parties réfléchissantes. C'est l'éclairage le plus facile à réaliser et le plus courant.
- **l'éclairage zénithal** (Figure 3) qui différencie bien les parties planes et marque les plus petits reliefs avec une parfaite symétrie. Il individualise remarquablement les structures les plus délicates, son axe d'éclairage perpendiculaire à la pièce pénétrant au fond des fines et profondes incisions du métal. Il est toutefois plus complexe à mettre en œuvre que le précédent. La quantité de lumière utile est très faible au regard de la quantité émise, d'où la nécessité de disposer au départ d'une source relativement puissante. C'est ce type d'éclairage qui nous intéresse aujourd'hui.

Cet éclairage zénithal par réflexion est dérivé de l'éclairage par transparence mis au point par Kohler pour la microscopie photonique. Il s'en distingue par l'interposition d'une lame semi-réfléchissante, mince, introduite sur le trajet des rayons lumineux. Dans le cas présent, la lame est interposée entre l'objectif et l'objet. En cas de fort grossissement, la lame est placée entre l'image et l'objectif à l'intérieur du tube allonge/soufflet percé d'une ouverture latérale.

Remarques :

- un éclairage rasant peut être ajouté à l'éclairage zénithal pour souligner un caractère particulier ou faciliter la lecture du motif, cas d'une effigie par exemple.
- en théorie, cet éclairage par réflexion en champ clair ne s'applique que pour les surfaces planes à reflets spéculaires ; dans le cas d'une pièce de monnaie, on considère que cet objet relativement plat est éclairé sous une incidence telle que les rayons réfléchis convergeraient au centre optique de l'objectif s'il était parfaitement réfléchissant.

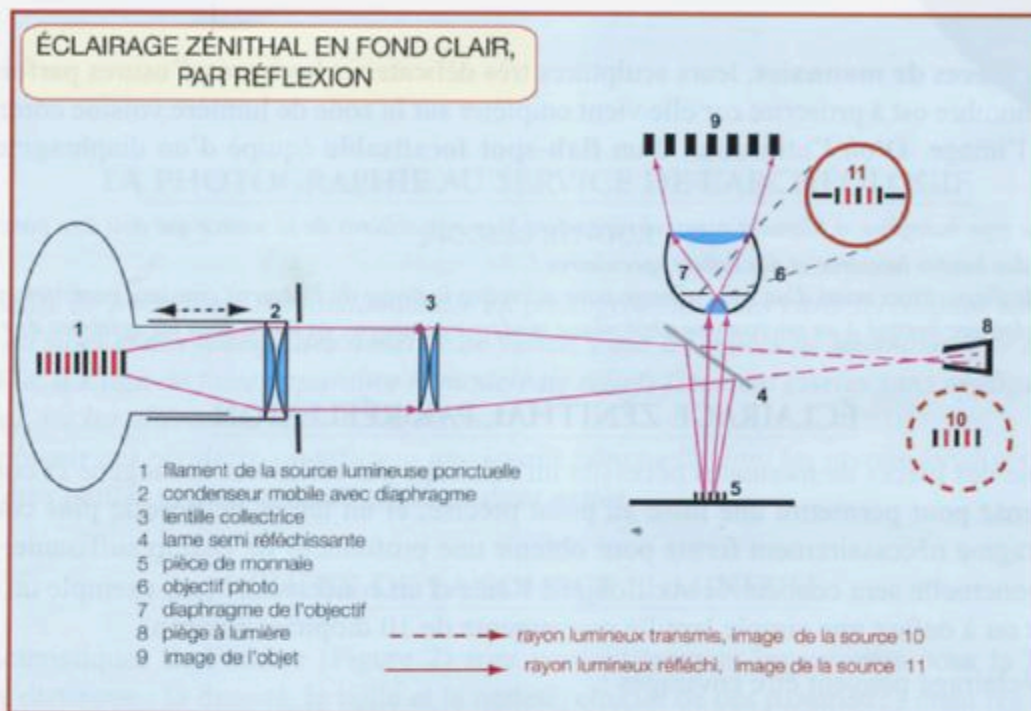


Figure 4 : Éclairage zénithal en fond clair par réflexion.

Les rayons divergents issus de la source lumineuse (1) sont focalisés au moyen d'un condenseur (2) vers une lentille collectrice (3) qui les concentre sur une lame semi-réfléchissante (4) placée entre l'objectif (7) et l'objet à photographier (5) suivant une inclinaison de 45° sur l'axe optique.

Le faisceau lumineux émergent est divisé en deux par cette lame. La plus grande partie la traverse sans déviation formant une première image (10) de la source lumineuse sur l'axe optique source - image de la source. Ces rayons inutilisés doivent être absorbés par diverses techniques (boîte noire ou velours noir) (8) afin d'éviter des réflexions parasites qui affaiblissent les contrastes. Une seconde partie plus faible, issue

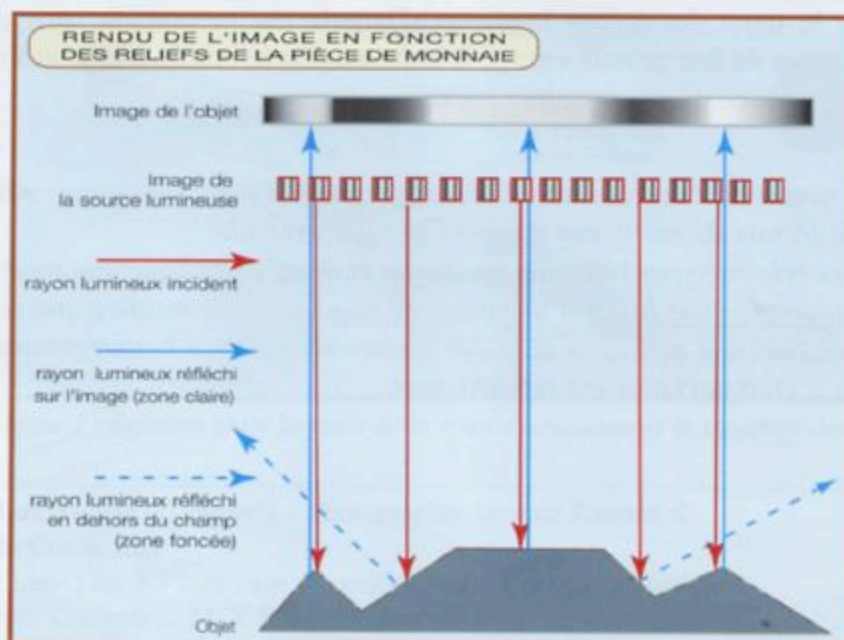


Figure 5 : Représentation du trajet des rayons lumineux.



Figure 3 : Dupondius d'Antonin (avers)

Contexte : combe de Crans, Jura

Aes ; 13,5 g ; d. 27,4 mm ; ép. 4mm ; Axe \bar{y}

Couleur verte, oxydation active. bords rognés. Grande rayure traverse le revers

A/ Tête laurée à droite

R/ Fig. féminine assise sur un tabouret vers la gauche, sceptre à droite, patère à gauche, ligne de sol : Justitia ?

STC IM [... ?

des rayons réfléchis, coïncide avec l'axe optique objectif – objet. Elle est réfléchiée par l'objet sur le centre optique de l'objectif, formant la seconde image de la source (11). Seuls ces rayons réfléchis sont utilisés pour l'éclairage de la pièce de monnaie.

Afin de régler correctement la focalisation de l'image de la source sur le centre optique de l'objectif (en pratique le diaphragme), il sera judicieux de remplacer temporairement la pièce de monnaie par un petit miroir, ce qui permettra de contrôler l'homogénéité de l'éclairage du champ photographié. Dans le cas qui nous intéresse, pièce de monnaie plus ou moins rugueuse avec des reliefs, la mise au point de l'image dans le plan du diaphragme est secondaire par rapport à l'homogénéité de l'éclairage.

Pour optimiser les contrastes, le champ éclairé, réglé par un diaphragme situé au niveau du condenseur, sera égal ou légèrement supérieur au diamètre de la pièce de monnaie.

RÉSULTATS

Les rayons lumineux incidents sont orthogonaux au plan de l'objet mais la réflexion se fait suivant un angle variable, fonction de l'inclinaison du plan concerné par rapport à l'axe optique, suivant le relief de l'objet. Ainsi, les régions perpendiculaires à l'axe optique seront traduites par des zones claires, tandis que les zones obliques apparaîtront plus ou moins sombres en fonction de l'angle de réflexion.

Ce type d'éclairage, facile à réaliser avec un équipement spécifique (banc de reproduction), a l'avantage de pouvoir être également mis en œuvre avec des moyens de fortune moyennant quelques aptitudes au bricolage et... une grande patience !



*Dupondius de Marc Aurèle
(revers)*

© Photographie Jacques Renoux

MATÉRIEL UTILISÉ

PRISE DE VUE

- Boîtier numérique Canon 5D, si la définition de la *cible* est bonne (12 millions de pixels) compte tenu des agrandissements ultérieurs destinés à l'édition ; son grand format (24 x 36 mm) est particulièrement intéressant car il permet de restituer correctement les grands écarts de luminosité éventuels.
- Si l'idéal est l'utilisation d'un objectif de reproduction apochromatique de haute qualité (apo-macro-sironar-digital de Rodenstock par exemple), tout objectif macro d'une focale assez longue pour faciliter la mise en place de la lame semi-réfléchissante peut convenir. Compte tenu du type d'objet à photographier, les caractéristiques essentielles de cet objectif seront la planéité du champ et sa couverture. On veillera tout particulièrement à la correction des aberrations chromatiques et du vignettage³. Dans les cas décrits ici, l'objectif Elmar 65 mm f/3,5 de Leitz a été utilisé en raison de son excellente planéité.
- Soufflet.
- Statif vertical avec rail pour macroscopie (Linhof).

ÉCLAIRAGE

- Flash spot Hensel 250, modifié par adjonction de tube allonge et diaphragme.
- Collecteur : condenseur de récupération (agrandisseur).
- Lame semi-réfléchissante : Les véritables lames semi-réfléchissantes sont rares et chères (Sinar...). Dans la pratique, c'est le cas ici, on pourra utiliser un filtre photographique anti UV mince et de grand diamètre.

POST TRAITEMENT

- Photoshop CS3 (version B.)
- Le logiciel DXO si précieux en photographie numérique n'a pas pu être utilisé en absence de module spécifique pour cet objectif relativement ancien.
- Ordinateur Mac Intel PRO.
- Écran BARCO.

LEXIQUE

- Spéculaire** : propriété que possède la surface d'un objet à réfléchir la lumière comme un miroir (réflexion spéculaire).
- Condenseur** : système optique comportant plusieurs lentilles (en général deux), de grande ouverture permettant de concentrer un faisceau de lumière dans le plan d'observation d'un objet. Il est complété par un diaphragme qui en définira la dimension. Le condenseur permet de focaliser l'image du filament (dans le cas où la source est constituée par le filament électrique d'une ampoule) dans un plan différent. L'effet résultant doit être une plage de lumière régulière, homogène, sans défaut, d'intensité réglable, au niveau du plan de l'objet.
- Aberrations**,
 - **Aberration chromatique**, phénomène qui disperse les couleurs composant le faisceau lumineux, du fait d'une variation de l'indice de réfraction selon la couleur. Solution : utiliser un verre à faible dispersion chromatique ou un groupe de lentilles apochromatiques.
 - **Distorsion**, aberration qui fait apparaître courbes les lignes droites, provoquant des déformations en barillet ou en coussinet.
 - **Vignetage**, distorsion qui assombrit les bords de l'image.
 - **Aberration sphérique**, la convergence des rayons qui passent par les bords d'une lentille sphérique ne se situe pas dans le même plan que celle des rayons qui passent par le centre. La planéité de ce champ sera obtenue par une petite ouverture du diaphragme ou une lentille asphérique.
 - **Diffraction**, les rayons proches des bords du diaphragme sont déviés. Solution : ne pas utiliser une trop petite ouverture (f/16 en l'occurrence).



© Photographie Jacques Renoux

Nous remercions vivement :

- la famille Berthier pour avoir mis aimablement à notre disposition la **Collection Berthier**.
- Madame Élisabeth Rabeisen (CNRS, ULMR 5594, Université de Bourgogne) qui a bien voulu identifier les monnaies gallo-romaines présentées ici.