

Pratique micro-macro

La profondeur de détail : en macro, encore plus utile que la profondeur de champ

L'attrait de la photographie rapprochée et de la photomacrographie est double. Il peut être d'ordre esthétique et d'ordre documentaire. Si les insectes et les fleurs intéressent à juste titre un bien plus grand nombre de gens que ceux qui vivent de leur étude, la photomacrographie à fort grossissement est davantage le domaine du professionnel : industriel ou scientifique. Pour l'un comme pour l'autre, la photographie est le complément nécessaire de la description écrite ou dessinée et vice-versa. Elle matérialise l'observation (en théorie impartialement), sans toutefois être aussi interprétative que le texte ou le croquis.

Je vous avoue bien franchement commettre régulièrement d'horribles photos pour illustrer mes travaux pratiques de zoologie. Les objectifs de microscope que j'utilise actuellement ont des aberrations si fortes qu'on les aperçoit dans le viseur reflex de mon appareil, mais les images (que je n'oserais vous montrer) sont parfaites pour me permettre de corriger les dessins des étudiants, de réviser une séance, etc.

Dans l'industrie où l'on dispose de crédits suffisants, on est beaucoup plus exigeant sur la qualité, et il est évident que mes vieux « cailloux » des années 30 auraient été envoyés au rebut depuis longtemps...

La photographie doit donc permettre de voir et de mémoriser commodément des phénomènes transitoires ou nécessitant pour leur observation un dispositif complexe : fibre de tissu, usure d'un rouage, circuit imprimé, détail de la tête d'un poisson fossile, dissection d'insecte, petit crustacé vivant, etc.

Nécessité d'un traitement pré-photographique de l'objet

La plupart du temps, l'objet est figuré à l'état brut, ou après un traitement qui n'est pas destiné en premier lieu à la photographie (réalisation et coloration d'une coupe microscopique de biologie, par exemple). Mais l'ensemble objectif-film, s'il met en évidence, avec l'aide du photographe, certains messages, peut constituer un

écran entre l'objet et l'observateur. Une pièce de monnaie oxydée, un coquillage recouvert de bryozoaires, un crâne fossile déformé par les sédiments et concrétionné, s'ils révèlent leur vraie nature au spécialiste qui les prendra dans sa main pour les toucher et les regarder dans tous les sens, risquent de demeurer inintelligibles pour qui n'en aura qu'une photo. Aussi un traitement pré-photographique de l'objet s'avère-t-il parfois nécessaire.

Les pièces de monnaie oxydées sont nettoyées en les passant quelque temps dans un acide très dilué (ou dans un vin de table bon marché!); les coquillages incrustés de bryozoaires peuvent être grattés avec un tampon abrasif de plastique (genre Scotch Brite), puis peints en blanc si leur relief doit être mis en évidence; des objets dont le brillant risque de marquer le détail et de provoquer des réflexions parasites dans l'objectif peuvent être traités avec un produit aérosol anti-reflets. Il faut bien entendu, s'assurer au préalable que le traitement n'endommagera pas l'objet, surtout s'il est rare.

Parfois, les fins détails sont plus visibles sur un moulage (négatif ou positif) que sur l'original, principalement si celui-ci est versicolore. Le moulage au plâtre est le plus connu; il nécessite un plâtre très fin (plâtre à mouler); les objets présentant des creux et des bosses

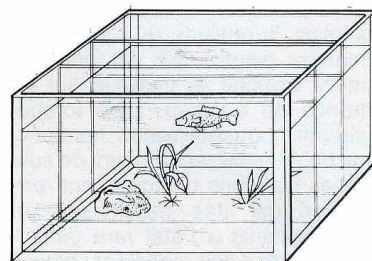


fig. 1 : cloisonnement d'un aquarium par deux lames de verre.

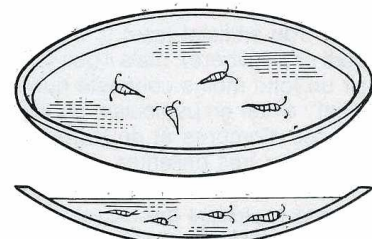


fig. 3 : coupelle dite « verre de montre ».

très accusés sont difficiles à reproduire aussi cette technique peut-être remplacée par celle des moulages souples au latex ou au silastène (caoutchouc synthétique). Le moulage souple a aussi l'avantage de permettre le déroulement des structures (gravure d'un vase, par exemple) mais ceci entre davantage dans le cadre de la reproduction que dans celui de la photomacrographie.

Les très petits animaux vivants

La photomacrographie des animaux vivants pose parfois des problèmes en raison de l'extrême mobilité de ceux-ci. Les sujets ne se déplacent pas seulement dans un plan, mais aussi en profondeur, d'où l'impossibilité d'une mise au point correcte.

Les poissons de taille moyenne sont condamnés à ne se mouvoir que dans un plan si on les emprisonne dans leur aquarium entre deux lames de verre. On peut ainsi leur conserver un cadre « naturel » (algues, pierres), (fig. 1).

Les petits poissons et les larves aquatiques d'insectes peuvent être montés dans un micro aquarium formé de lames de verre assemblées à l'aide d'une colle pour aquariums (fig. 2). Ces dispositifs permettent un examen latéral des animaux.

Les petits crustacés (Daphnies, Copépodes) sont aisément obser-

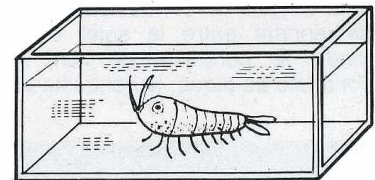


fig. 2 : micro-aquarium réalisé avec des lames de microscope collées.

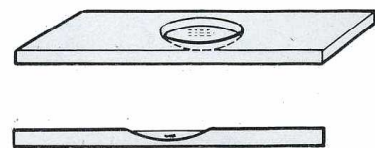


fig. 4 : lame de microscopie creuse.



fig. 5 : méthode d'observation dite de la « goutte pendante ».

vés dans une coupelle de verre dite « verre de montre » (fig. 3). On fabrique aussi, pour les animaux encore plus petits, des lames de microscope épaisses avec cuvette centrale (fig. 4).

Une autre méthode, couramment employée, est dite « méthode de la goutte pendante » : la goutte d'eau portant l'animal vivant est suspendue à la face inférieure d'une lame de microscopie (fig. 5). Le procédé nous paraît moins pratique que le précédent.

Dans ce deuxième groupe de dispositifs, les animaux sont observés à la verticale. Les déplacements trop rapides des petits crustacés et des protozoaires peuvent être ralentis en ajoutant de la glycérine à l'eau : mais au bout d'un certain temps, les animaux en meurent.

L'éclairage le mieux adapté est naturellement le flash électronique qui immobilise les mouvements les plus rapides sans échauffer les préparations. Avec les éclairages normaux, il est prudent d'utiliser un filtre anti-calorique, de vérifier la température de la préparation et de ne pas trop prolonger son insolation (sous-volter l'éclairage en dehors des périodes où un éclairage fort est indispensable).

Les insectes naturalisés

Les insectes naturalisés (1) ne pourront jamais s'identifier à des insectes vivants, mais pour leur donner une posture vraisemblable on doit au préalable les humidifier pendant 2 à 3 jours dans un bocal renfermant un coton imbibé d'eau. Les vérifier de temps en temps, pour éviter un ramollissement excessif.

Le fond

La recherche d'un fond approprié est nécessaire à la réalisation d'une bonne image.

Dans bien des cas, le sujet ne peut être aisément photographié en pleine nature où il est susceptible de disparaître très vite. Qu'il s'agisse de bébés-seiche ou de larves de moustique, on gagne à le rapporter au laboratoire.

Avec les animaux vivants, le fond, s'il n'est pas naturel, doit avoir l'air

(1) Pour la photographie des insectes vivants, voir L. Gérard-Colbère NPC n° 45, avril 1976, p. 50-57.

le moins artificiel possible. Ne mettez pas un alevin de truite sur un fond de petits coquillages marins! Du sable ou quelques pierres plates peuvent servir en presque toutes les occasions.

Pour les sujets inanimés, on fait appel soit à un fond clair, soit à un fond noir (ne pas confondre avec les techniques d'éclairage en champ clair et champ noir décrites dans Le Nouveau Photocinéma de janvier). Le fond noir est le plus simple à installer : un peu de feutrine noire bien propre suffit (si elle est poussiéreuse, la nettoyer avec une bonne brosse en nylon). Il absorbe très efficacement les ombres. Mais il présente de graves inconvénients : les sujets sombres y sont peu visibles; on constate une réduction générale du contraste du sujet. En outre, les techniques de reproductions périmées de nombre de revues scientifiques font que les parties sombres du sujet tendent à s'identifier au fond, rendant une délimitation précise du contour impossible. Le fond noir n'est donc à conseiller que pour des sujets clairs (dents de petits mammifères, insectes cavernicoles, petits foraminifères, etc.) et lorsqu'on est assuré d'être publié, dans une revue d'une haute qualité d'impression. Le fond clair doit être réalisé avec soin pour donner de beaux résultats; en particulier, il convient d'éliminer les ombres. Plusieurs procédés existent; le plus simple est de poser le sujet soit sur un verre dépoli éclairé par en dessous soit sur une vitre recouverte de papier-calque comme l'indique la figure 6; ou encore sur une vitre or-

dinaire très écartée du fond, de sorte que les ombres portées se présentent à l'extérieur du champ de visée (fig. 7).

Le fond clair est de plus en plus fréquemment utilisé. On peut faire appel à des fonds colorés pour accroître l'attrait d'une série d'images dont l'austérité, sans cela, serait rebutante surtout avec des sujets non colorés, (par exemple pour les foraminifères fossiles). Rappelons aussi l'intérêt de la coloration des images noir et blanc (2).

Le fond et la lisibilité de l'image

Quel que soit le procédé d'éclairage, l'image photomacrographique doit présenter un maximum de lisibilité, c'est-à-dire que le sujet doit bien se détacher du fond (naturel ou artificiel), et le fond ne doit pas distraire le spectateur du sujet. Les risques d'échec se produisent surtout avec les sujets vivants, ou avec les sujets naturalisés placés dans un décor reconstitué.

En effet, les objets inanimés et pour la plupart des photomacrographies scientifiques, on choisit un fond uni, clair ou sombre et on doit seulement se préoccuper qu'aucune des parties du sujet ne puisse se confondre avec le fond, sinon il en résulte une perte de détails, voire de signification. H. Lou Gibson, dans son excellent ouvrage « Close-Up Photography and Photomacrography » distingue quatre types de contrastes qui interviennent entre le sujet et le fond : le contraste de ton, le contraste de piqué, le contraste de

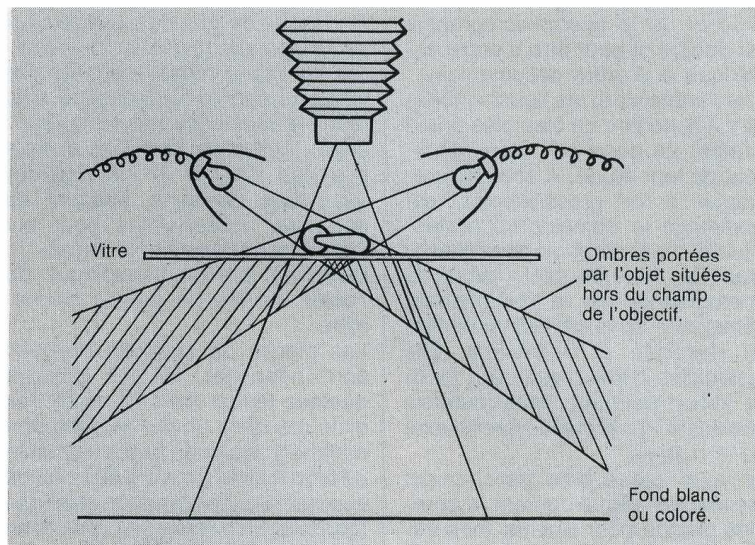


fig. 7 : élimination des ombres du fond par écartement des ombres portées, hors du champ de l'objectif.

texture et le contraste de couleur. Nous en verrons ici l'application pour les animaux vivants.

Le contraste de ton

La majorité des être vivants tend à s'identifier au milieu pour mieux se protéger des prédateurs, une conséquence de l'une des causes principales de l'évolution, la sélection naturelle démontrée par Charles Darwin (L'origine des espèces, 1859) et plus récemment par l'école néodarwinienne. Cette faculté est nommée mimétisme. On cite souvent le cas d'un papillon anglais, la phalène du bouleau (*Lymantria dispar*) qui est normalement blanche et invisible sur les troncs de bouleau. Mais lorsque survint l'industrialisation, les troncs de bouleau se recouvrirent de suie, et les papillons blancs furent remplacés par des papillons noirs, pré-existants à l'état rare dans la population : les papillons blancs, devenus très visibles, étaient mangés par les oiseaux. Certes, le photographe doit éviter de rendre le fond trop artificiel (sauf si c'est un parti pris délibéré), mais il doit choisir un fond moins contrasté que le sujet : éviter en particulier les alternances d'ombres et de taches lumineuses très brillantes.

(2) Pour le procédé Colorvir voir L. Gérard-Colbère NPC n° 51, novembre 1976, p. 117-118.

Le contraste de piqué

H. Lou Gibson cite le cas des œufs de sternes qui tendent à s'identifier aux galets parmi lesquels ils sont posés. Vus de près, ces œufs ressemblent à des galets avec des mouchetures qui en rappellent les minéraux. Vus de loin, ils présentent de grandes taches visant à briser la régularité de leur contour qui permettrait de les distinguer de leur environnement. A cette identité apparente de texture, le photographe doit opposer une légère différence de netteté : le sujet doit apparaître parfaitement net sur un fond légèrement flou.

Le contraste de texture

Pour que le sujet soit mis en valeur dans l'image, il doit présenter une texture distincte de celle du fond. Lorsque c'est possible, on doit rendre le sujet d'une texture soit plus marquée, soit plus apparente que celle du fond, en choisissant un fond un peu plus uni ou un éclairage différent pour le sujet et pour le fond.

Le contraste de couleur

Le contraste coloré est le plus fréquent dans la nature; c'est la règle chez les fleurs qui requièrent la diffusion de leur pollen par les insectes (pollinisation), mais aussi chez certains animaux qui cherchent à se donner une allure impressionnante pour effrayer leurs

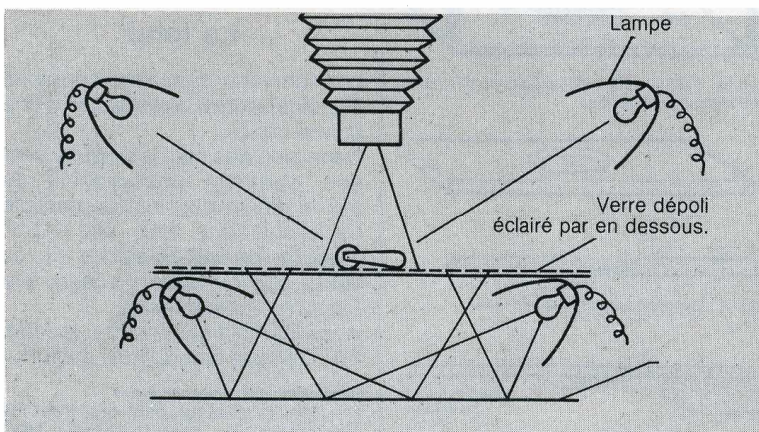


fig. 6 : élimination des ombres par verre dépoli éclairé en dessous (procédé de la table lumineuse).

ennemis. En noir et blanc, le contraste coloré doit être mis en évidence par des filtres appropriés afin d'être rendu par une différence de ton suffisamment prononcée (un filtre éclaircit les objets de sa propre teinte et assombrit ceux de la teinte complémentaire). Ces conseils dont nous avons vu l'application en photographie rapprochée restent bien entendu valables en photomacrographie à fort grossissement.

Choix de l'objectif

Nous avons déjà, dans un article antérieur (3), signalé le fait que la profondeur de netteté est indépendante de la focale. En théorie, les objectifs de courte focale donnent, à grossissement égal, une profondeur de détail très légèrement supérieure à ceux de plus longue focale. Ainsi à f/22 au rapport x2, la profondeur de foyer théorique est de 11,02 mm avec une longue focale de 100 mm, de 11,07 mm avec un objectif standard de 50 mm et de 11,26 mm avec un objectif microphotographique de 25 mm (H. Lou Gibson, op cit II p. 62).

Dans la pratique, le choix de l'objectif se fait en fonction du tirage mécanique maximum du soufflet (pour un grossissement donné, le tirage est proportionnel à la focale), en fonction de la distance sujet-objectif, et en fonction de l'aptitude de l'objectif à fournir une image optimum pour le grossissement voulu.

Les objectifs de longue focale nécessitent un tirage important pour obtenir le rapport 1/1, (l'écartement nécessaire du soufflet est alors égal à la focale, la distance sujet-objectif est, elle, dans ce cas, le double de la focale).

Une longue distance sujet-objectif facilite l'éclairage et la photographie des sujets fugitifs (insectes notamment).

Aux grossissements supérieurs à l'unité, cet avantage est très appréciable, mais de nouvelles difficultés surgissent. En effet, il faut en principe retourner l'objectif pour avoir la meilleure définition. Outre le fait qu'il faut disposer d'une bague d'inversion adéquate, on doit se souvenir qu'un télé-objectif (à la différence des longues focales) est équipé d'un groupe divergent à l'arrière qui réduit la distance entre

ce groupe et le plan du film. Si cette optique est retournée, la distance entre le sujet et le groupe divergent n'est pas plus grande que dans le cas d'un objectif standard et l'avantage du recul est perdu. Aussi, est-ce aux longues focales que l'on doit faire appel plutôt qu'aux télé-objectifs : la plupart des constructeurs de reflex 24x36 livrent des 100 mm en monture courte, pour soufflets qui sont de construction optique simple et de luminosité faible, mais de prix modéré et d'un excellent rendement en photomacrographie. Ils peuvent être facilement retournés si besoin est, et nécessitent alors une bague de présélection à double câble. Si une focale supérieure à 100 mm est requise, on fera appel aux longues focales en monture courte de Novoflex disponibles en toutes montures et en nombreuses focales pour le 24x36 et les moyens formats à rideaux. Les objectifs standard sont couramment utilisés en photomacrographie. Les objectifs « macro » ordinaires permettent, par retournement, d'atteindre le rapport x3 environ.

Nous avons déjà étudié les objectifs microphotographiques, livrables en focales de 15 à 120 mm pour des grossissements de x1/2 à x40.

Un bon objectif standard en focale fixe de caméra 16 ou 8 mm retourné à l'aide d'une bague d'inversion (à faire réaliser par un tourneur) permet d'atteindre un grossissement de x45 avec des résultats corrects.

En principe les objectifs de caméras 16 mm donnent les meilleurs résultats et permettent de s'écartier un peu plus du sujet.

Deux autres procédés sont aussi utilisables : la photomacrographie à l'agrandisseur et la photographie à la loupe binoculaire.

Les préparations microscopiques de grande taille (embryons ou petits animaux montés « in toto » c'est-à-dire entièrement entre lame et lamelle) sont facilement reproduites en plaçant une plaque ou un plan film sous le plateau de l'agrandisseur, et en montant la préparation dans le passe-vue. Le négatif ainsi obtenu est ensuite tiré par contact; on peut aussi se servir d'émulsions inversibles.

(3) L. Gérard-Colbère NPC n° 51, novembre 1976, p. 97.

Faut-il classer la photographie à la loupe binoculaire dans la photomacro ou dans la photomicrographie? La loupe binoculaire utilisant un double système optique (objectif et oculaire) peut être rangée dans la seconde catégorie (microscope binoculaire) mais les rapports de grossissement obtenus sont du même ordre que ceux permis par les objectifs microphotographiques. L'analogie avec les microscopes fait que nous aborderons son utilisation dans un article ultérieur sur la photomicrographie.

Mise au point

Dans la nature, la mise au point est simplement effectuée en écartant et en rapprochant l'équi-

pement photographique du sujet. Lorsqu'on travaille à poste fixe, deux procédés sont possibles : la mise au point par le sujet ou par l'équipement photographique.

Il faut en signaler un troisième : la mise au point par le soufflet, en faisant varier uniquement la position de l'objectif. Ce procédé est à déconseiller, car il modifie du même coup le grossissement mais, comme il nécessite un équipement minimum, c'est lui qui recueille la faveur des amateurs insuffisamment équipés (fig. 8).

La mise au point par l'équipement photographique entier (fig. 9) fait appel à un rail coulissant appelé chariot de distance qui équipe les soufflets perfectionnés, ou peut être livré seul comme complé-

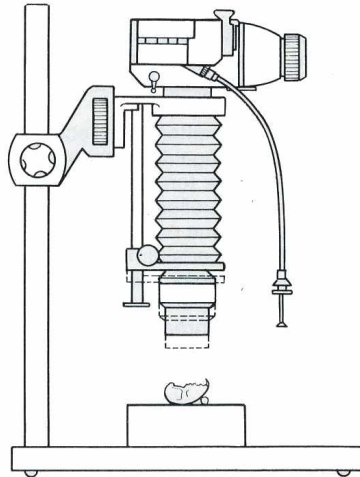


fig. 8 : mise au point par l'objectif photographique à l'aide de la crémaillère du soufflet.

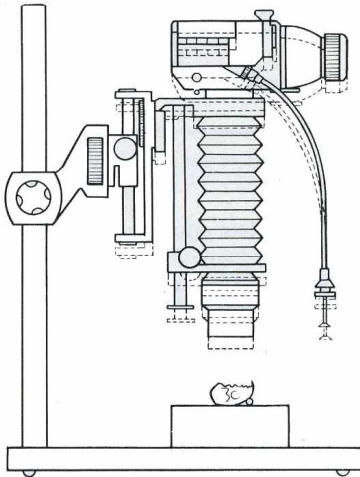


fig. 9 : mise au point à l'aide d'un chariot de distance.

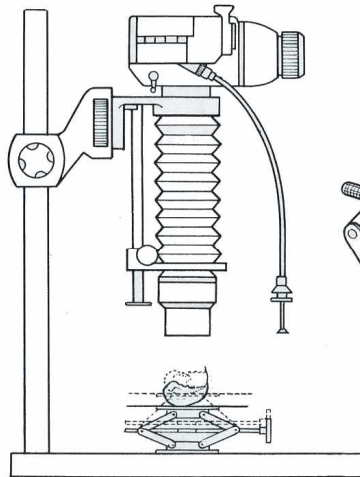


fig. 10 : mise au point par la platine.

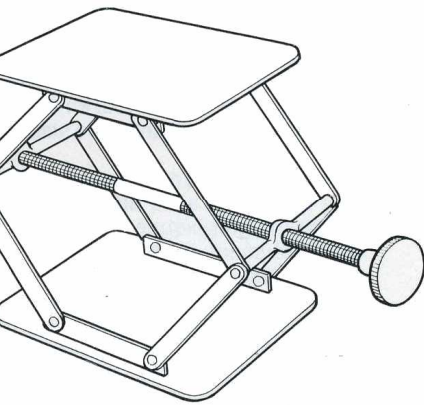


fig. 11 : platine de chimie réversible et réglable en hauteur par parallélogramme.

des soufflets normaux (Novoflex, Panagor, Soligor, Pentax). La mise au point obtenue est pratique et présente une précision suffisante.

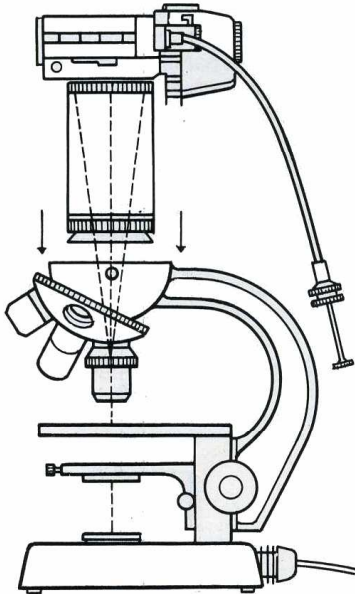


fig. 12 : boîtier Minolta utilisé en macro avec microscope Zeiss GFL (sans tube porte-oculaire).

On fait parfois appel à une platine réglable en hauteur (fig. 10) qui est vendue par les magasins de chimie (fig. 11) et sert normalement à placer les ballons de verre à bonne hauteur pour les expériences. Ces platines permettent un réglage en hauteur extrêmement précis, mais le réglage de l'éclairage est à refaire à chaque mise au point.

A noter que les statifs spécialisés Leitz Aristiphot, Nikon Multiphot et Olympus possèdent un double système de mise au point : par la platine et par l'équipement photographique.

Par ailleurs, les figures 8 à 10 illustrent l'utilisation d'un statif d'agrandisseur pour la photomicrographie, ce qui est économique tout en donnant de parfaites garanties de stabilité.

Un statif de microscope (fig. 12) peut être utilisé avec des objectifs microphotographiques. Zeiss et Leitz prévoient d'ailleurs expressément cette utilisation, qui permet une stabilité et une précision sans égales. Signalons à ce propos que la baïonnette à queue d'aronde du raccord microscope Minolta se fixe directement dans la demi-sphère inférieure (porte-objectifs) des microscopes Zeiss GFL (anciens mo-

dèles), RA, K et des microscopes chinois X SB 2.

En fait n'importe quel microscope à tube porte-oculaire interchangeable convient; il suffit de bricoler un raccord adéquat.

Rappelons qu'en ce qui concerne les systèmes de visée, ce sont les loupes de visée à fort grossissement qui donnent les résultats les plus précis (grossissement maximum de l'image sur la totalité du champ) et qu'avec les dépolis conventionnels la mise au point est difficile : on leur préférera le verre clair à réticule, toutes possibilités qui sont apparues depuis bien longtemps sur l'Exakta, appareil dont les scientifiques ont fait la réputation (1937-1972).

Les risques de bougé

Les risques de bougé augmentent avec le grossissement, et avec le ralentissement des vitesses d'obturation.

Le bougé est nettement discernable sur les négatifs, lorsque les points lumineux formés par les réflexions ponctuelles du sujet affectent une forme ovale ou en tiret, au lieu d'être parfaitement ronds.

Avec les vitesses inférieures au 1/30 s, il est impératif de procéder au débrayage préalable (manuel) du miroir sur les reflex mono-objectifs sinon on risque le bougé surtout en moyen format. Il est vrai que l'amortissement de la remon-

tée de miroirs a fait ces dernières années des progrès spectaculaires. Nombre de constructeurs en ont profité pour supprimer la remontée manuelle du miroir, ce qui nous semble un abus de progrès regrettable.

Si vous constatez du bougé aux vitesses lentes (c'est plus fréquent qu'on ne le croit), essayez d'utiliser un statif macro plus lourd, une tête de pied plus stable, ou encore, fixez une lourde semelle de plomb entre votre appareil et l'installation (si celle-ci la supporte!) pour amortir les vibrations.

Autre solution : augmentez la puissance lumineuse ou employez des films plus sensibles (pour réduire les temps de pose), ou encore, travaillez au flash.

Savoir choisir son éclairage

Il ne viendrait à l'idée de personne de vouloir observer un circuit imprimé en éclairage par transparence, ou un embryon de rat en coupe microscopique par réflexion. En dehors de ces cas élémentaires, il est des sujets qui appellent quelques commentaires.

Dans le précédent numéro (Le Nouveau Photocinéma n° 53 de janvier 1977 : 46-47) nous avons énuméré les principes fondamentaux de l'éclairage. L'éclairage diascopique n'appelle pas d'autres commentaires : il est réussi ou non,

mais identique pour tous les sujets. L'éclairage épiscopique a une fonction plus critique. Rares sont les objets vraiment plans ou dont le relief importe peu : citons les fibres textiles, les timbres-poste, les colonies bactériennes cultivées en boîte de Pétri, les surfaces métalliques planes (métallographie), les roches polies, les circuits imprimés (avec certaines réserves), etc. Pour ces objets, l'angle d'éclairage exact influe peu : on choisit un éclairage axial bien réglé pour opérer en fond clair ou un éclairage franchement oblique pour le fond noir. Une seule source lumineuse suffit; on peut en mettre deux (une de chaque côté) pour s'assurer d'un éclairage parfaitement uniforme.

Dans la majorité des cas, on a affaire à des sujets en relief : pièces de monnaie ou de mécanique, fleurs, petits animaux vivants ou non, crânes, petits objets d'art ou bijoux, etc. La connaissance du sujet, voire des règles professionnelles (conventions) qui en régissent la représentation, est fondamentale.

Un éminent photomicrographe anglo-saxon prétend par exemple qu'un éclairage à 45° avec deux lampes équidistantes de l'objet est préférable pour les sujets symétriques. Comme exemple, il publie une photo de trilobite, arthroprode d'âge primaire bien connu des chercheurs de fossiles. Ce choix est erroné, malgré l'excellente qualité du cliché.

Dans toutes les disciplines des sciences de la nature (biologie ou géologie) et de l'homme (ethnographie, préhistoire) il y a une convention très importante : la partie supérieure gauche du sujet reçoit la lumière et la base du sujet à droite est dans l'ombre : ce conseil vaut pour l'illustration (tant photo que dessin) d'un trilobite, d'un sporange de fougère, d'un insecte (sauf en couleur ou cette règle peut-être transgressée), d'une poterie, ou d'un silex taillé datant de la préhistoire.

Bien entendu, cette règle ne s'applique qu'aux sujets non vivants et photographiés au laboratoire. Il serait absurde de vouloir la faire jouer dans la chasse photo des animaux du bord de mer ou sur un site archéologique. Photographier, c'est aussi prévoir : si vous faites une série de photos de crânes fos-

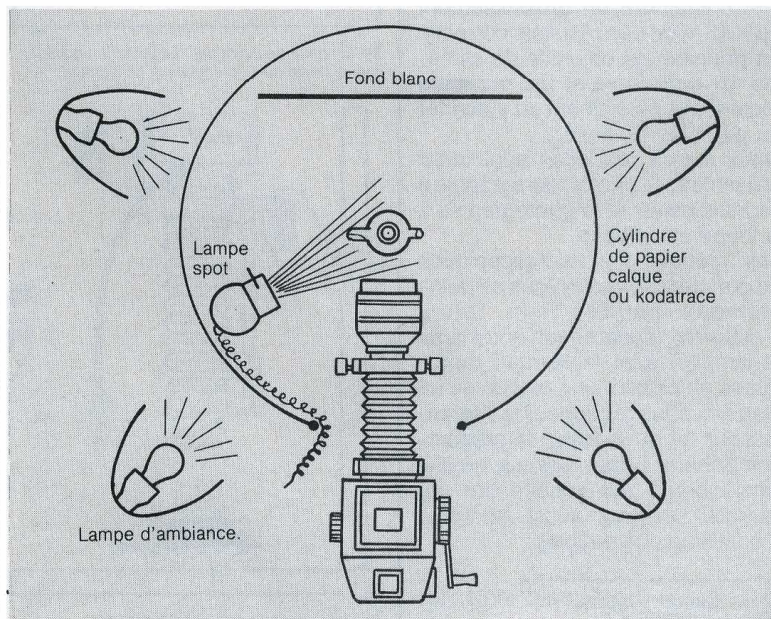


fig. 13 : combinaison des éclairages diffus et dirigés

siles dont la majeure partie a le côté droit bien conservé, et quelques uns le côté gauche, prévoyez pour ces derniers un éclairage venant du haut à droite pour qu'il devienne normal lorsque les sujets auront été agrandis à l'envers, afin que tous soient représentés dans le même sens lors d'une planche illustrant une publication (bien entendu, le texte devra mentionner explicitement cette inversion).

La dimension des sources lumineuses doit être appropriée aux sujets photographiés. Les sources lumineuses donnent sur les surfaces brillantes, des taches d'autant plus étendues qu'elles sont plus grandes et que le rayon de courbure de la surface photographiée est plus grand. Par conséquent, la taille des lampes doit être appropriée au sujet; les petits sujets doivent être éclairés par des ampoules à filament très court.

L'orientation des sources lumineuses doit aussi être appropriée au sujet. Les pièces de monnaie présenteront un maximum de relief avec un éclairage subhorizontal, c'est-à-dire presque perpendiculaire au trajet optique; parfois au contraire, on fait appel à un éclairage vertical, qui illumine les parties horizontales; les contours des sculptures (perpendiculaires à la direction d'éclairage) apparaissent alors en noir.

Mais, dans la grande majorité des cas, on fait appel à des sources éclairant l'objet à 45° de l'axe optique.

Un éclairage très élaboré et fréquemment utilisé est réalisé par une combinaison des éclairages diffus et dirigé (fig. 13) : l'objet se trouve au centre d'un cylindre de papier calque ou de Kodatrace éclairé tout autour qui donne un éclairage sans ombres; à l'intérieur de cylindre est placé un petit spot qui donne le relief nécessaire.

Profondeur de champ, profondeur de détail

La reproduction d'objets plans en photomicrographie ne présente pas d'autres difficultés que celles de réaliser un éclairage bien uniforme sur l'objet, de faire une mise au point précise et de déclencher sans bouger. Mais en dehors des coupes microscopiques examinées à faible grossissement, des

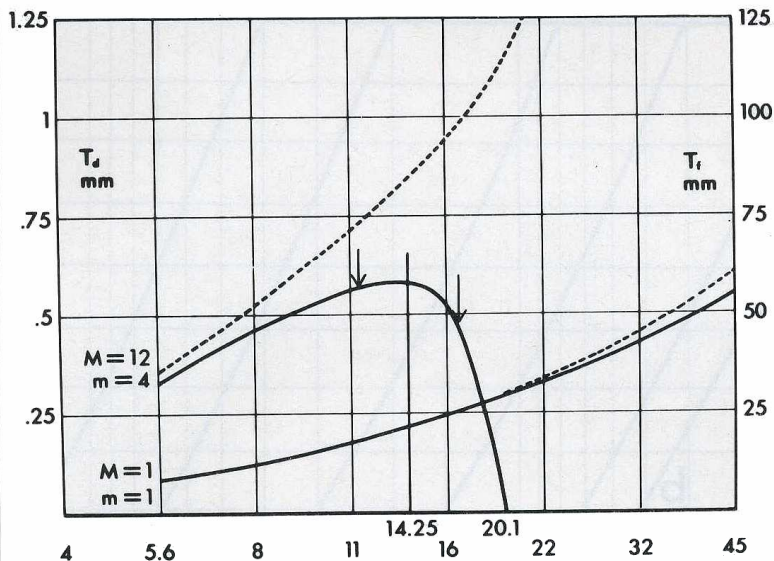


fig. 14 : profondeur de netteté et de détails au rapport 1/1 après tirage par contact du négatif (T , en mm). Profondeur de netteté et de détail au rapport final $\times 12$, après agrandissement quatre fois du négatif (T , en mm). La définition maximum pour ce grossissement est à $f : 14,25$; un demi-diaphragme avant elle lui est presque égale, un demi-diaphragme après elle commence à diminuer nettement et elle est nulle à $f : 20,1$. (Doc. H.L. Gibson - Eastman Kodak.)

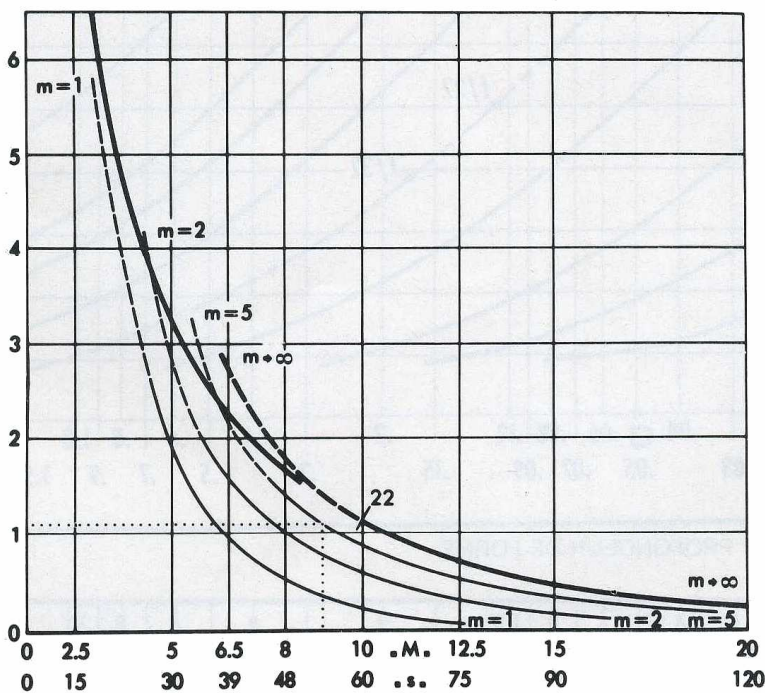


fig. 15 : courbes indiquant la variation de la profondeur réelle de détail T en fonction du grossissement M sur le positif pour chaque grossissement négatif m ($m=1, m=2, m=5, m=00$). Pour $M = \times 9$, et $m=5, T=1,1$ mm. « s » indique le nombre de lignes au mm sur le négatif nécessaire pour un agrandissement observé à 30 cm. (Doc. H.L. Gibson - Eastman Kodak.)

circuits imprimés, des tissus... les sujets à deux dimensions sont rares.

Aussi cherche-t-on à diaphragmer pour augmenter la profondeur de champ c'est-à-dire la distance séparant les plans les plus rapprochés et les plus éloignés de l'objectif, qui soient parfaitement nets. Dans un article précédent (Le Nouveau Photocinéma n° 51, novembre 1976, p. 97-99), nous avons indiqué que la fermeture trop prononcée du diaphragme provoquait une chute brutale de définition, en raison des phénomènes de diffraction, phénomènes qui sont d'autant plus prononcés que le grossissement est plus fort. On se trouve donc conduit à définir une ouverture numérique optimum qui résulte du compromis entre la recherche d'une profondeur de champ maximum et celle d'une diffraction minimum. Les courbes figurées ci-contre, dues à H. Lou Gibson, illustrent bien ce problème. Ces courbes comparent la profondeur de champ théorique (en pointillé) à la profondeur de détail effectivement séparée (en trait continu).

Au grossissement 1/1 (fig. 14) : ces deux courbes sont confondues jusqu'à $f : 18$, mais de $f : 32$ à $f : 45$ par exemple, on constate encore une augmentation substantielle de la profondeur de détail.

Par contre, au rapport $\times 3$, agrandi ultérieurement quatre fois pour arriver au rapport $\times 12$ sur le papier (fig. 14) la séparation des deux courbes est totale : la profondeur de détail est maximum à $f : 14,25$, après quoi elle chute brutalement pour devenir nulle à $f : 20,1$, à peine un diaphragme plus tard.

On pourrait croire qu'il suffit de prendre des photos à faible grossissement et de les agrandir ultérieurement au rapport désiré, pour obtenir la meilleure profondeur de détail sur le papier. Il n'en est rien, dans la mesure où l'on désire une définition identique sur l'épreuve finale, soit environ six lignes au mm, pour un positif observé à 30 cm. Les courbes présentées sur la figure 15, obtenues à l'ouverture numérique optimum de l'objectif pour chaque grossissement, montrent que, pour un agrandissement final M donné, c'est-à-dire pour une même abscisse, l'usage d'un grossissement plus important sur le négatif, au lieu d'augmenter la profon-

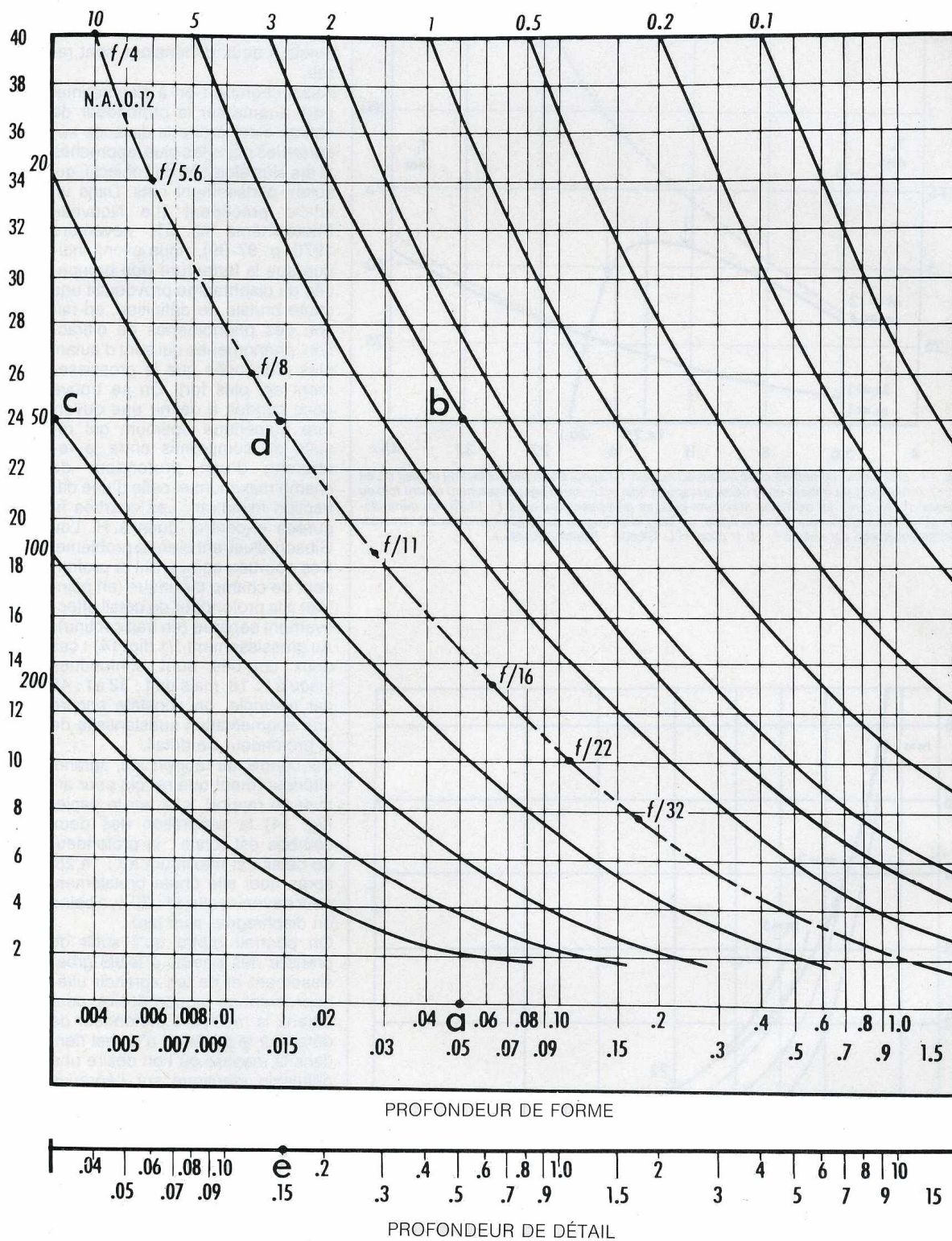


fig. 16 : graphique permettant la détermination de la profondeur de détail et le grandissement maximum utile en fonction de la longueur de l'objet et de son facteur de forme. Voir page suivante. (Doc. H.-L. Gibson - Eastman Kodak.)

deur de netteté, la réduit considérablement.

Par exemple, au grossissement final $M=10$, si le grossissement négatif m est $1/1$, la profondeur de détail nette est $0,2$ mm, tandis que si le grossissement négatif est de $\times 5$, elle atteint $0,9$ mm.

Bien souvent, la texture de l'objet est perdue, les fines réflexions lumineuses qui s'y situent et contribuent à lui donner son relief s'évanouissent et on constate parfois une augmentation sensible du grain : on parle d'agrandissement à vide.

C'est pourquoi en photomicrographie, l'avantage est aux grands formats que l'on tire par contact ou avec un agrandissement ultérieur minime, tandis qu'en photomicrographie le format du négatif (24×36 ou 13×18 cm) importe peu et le 24×36 est généralement préféré (sauf, précisément, à très faible grossissement).

Bien entendu, si l'on ne désire pas observer l'épreuve à 30 cm, mais à 60 cm ou 1 m, par exemple pour une exposition ou une décoration murale, on n'hésite pas à « agrandir à vide » ; mais ce qui est à proscrire, en photomicrographie (comme d'ailleurs en photographie générale), c'est le recadrage, qui se limite à l'élimination de quelques détails marginaux superflus.

Nous allons avoir l'occasion de reparler de l'ouverture numérique optimum pour chaque grossissement en abordant le problème du facteur de forme. Ces deux données sont pourtant indépendantes car l'ouverture optimum ne dépend que du grossissement négatif, et reçoit seulement un correctif en fonction de l'objectif particulier utilisé.

Le facteur de forme

Le facteur de forme (« Shape factor ») de H. Lou Gibson matérialise la relation entre la profondeur de détail utilisée et la dimension de l'objet. Il est donné par la formule : $A=T/L$ où T est l'épaisseur de l'objet et L sa plus grande dimension. L'épaisseur est définie dans l'axe de l'objectif, et la longueur perpendiculairement à cet axe. Bien entendu, si l'orientation de l'objet varie par rapport à l'objectif le facteur de forme varie également, alors que deux objets de même forme

mais de dimensions aussi différentes qu'un ballon de foot ou un grain de pollen ont des indices identiques : 0,5 (parce qu'on ne voit jamais qu'une moitié de la sphère à la fois). Cependant, dans la mesure où la texture du sujet nous intéresse plus que son contour, on peut laisser ce dernier légèrement flou et le facteur de forme passe à 0,4. Par contre, si l'on photographie une sphère posée sur une surface qui, elle aussi doit être rendue nette le facteur de forme est 1 (ou moins suivant le champ photographié). Comme il est d'autant plus difficile de figurer correctement un objet que son facteur de forme est plus élevé et que sa taille est plus petite, on cherchera à l'orienter différemment pour en tirer un meilleur profit, dans la mesure où le centre d'intérêt le permet; sinon on devra se contenter d'une photo aux contours flous.

Les courbes de la figure 16, empruntées à H. Lou Gibson, indiquent les relations entre la longueur des objets, leur facteur de forme, la profondeur de détail totale, et le grossissement total possible de l'objet.

Soit un sujet de 3 mm de long et d'un facteur de forme de 0,05. Ce facteur de forme est marqué par une lettre « a » sur l'axe des abscisses. On suit la courbe qui part, sur l'axe horizontal supérieur, de la longueur 3 mm et à l'intersection de la courbe et de la verticale du point « a », on trouve le point « b ». En suivant l'horizontale passant par ce point « b », on arrive à un point « c » qui correspond à un grossissement possible sur le positif (papier) de $\times 24$, entre les points « b » et « c », se trouve en « d » l'intersection avec une ligne pointillée correspondant à l'ouverture numérique optimum de l'objectif, $f : 9$ dans le cas choisi. Rappelons qu'il

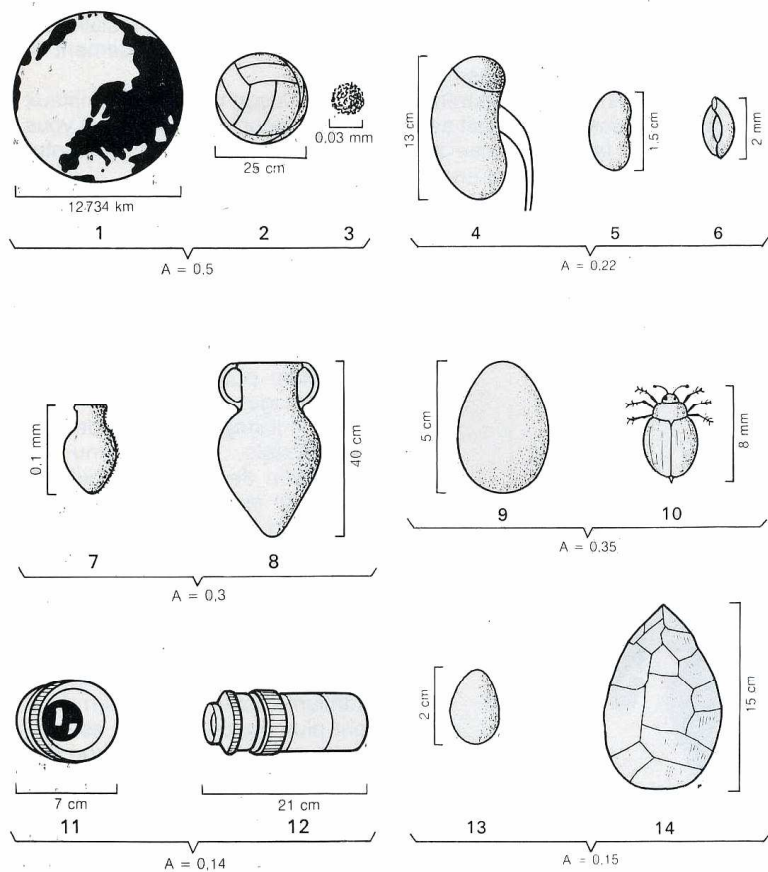


fig. 17 : facteur de forme de quelques sujets : 1 la terre; 2 ballon; 3 grain de pollen; 4 rein de mammifère; 5 haricot; 6 miliolle (foraminifère); 7 foraminifère uniloculaire; 8 poterie; 9 œuf; 10 coléoptère; 11 et 12 objectif; 13 amande et 14 biface (hache préhistorique) en pierre taillée.

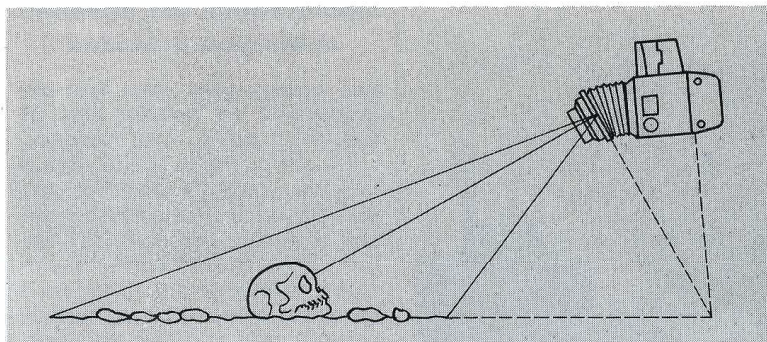


fig. 18 : la bascule a permis de rendre parfaitement net le crâne fossile ainsi que son environnement archéologique, sans que l'on ait à le photographier à la verticale, ce qui le montrerait sous un jour moins intéressant.

est très risqué de diaphragmer davantage, fut-ce d'une seule valeur d'ouverture sinon le piqué s'effondre totalement. A la verticale de ce point, tout en bas du graphique on trouve le point « e », situé sur l'échelle de profondeur de détail, qui est de 0,15 mm.

Les bascules

Les bascules, telles qu'elles se réalisent avec les chambres de grand format, le Rolleiflex SL 66 et quelques soufflets d'appareils reflex 24x36 ou 6x6, permettent, pour un petit nombre de sujets, un gain considérable de profondeur de champ, de quelques dizaines de cm à l'infini et ceci à pleine ouverture. Elles sont régies par la règle de Scheimpflug c'est-à-dire que le plan du film, le plan du diaphragme de l'objectif et celui du sujet se croisent suivant un même axe (fig. 18). Toutefois, cette méthode est très peu utilisée en photomacrographie, car les sujets qui s'y prêtent sont assez rares (4).

Choix du film

En photomacrographie, on utilise pratiquement toujours les émulsions lentes qui ont un pouvoir résolvant maximum, tant pour le noir et blanc que pour la couleur et un contraste élevé (ce qui est généralement avantageux).

En noir et blanc, on préfère presque toujours les émulsions panchromatiques, dont le rendu coloré est à peu près équilibré, surtout à travers un filtre jaune.

(4) Pour plus de détails, voir R. Bouillot, moyens et grands formats, Éditions P. Montel, 1971, p. 85-96.

En couleur, le film pour lumière artificielle est généralement choisi, sauf au flash électronique où on se sert de film « lumière du jour ».

Retouches et amélioration des spécimens imparfaits

Les sujets peu endommagés peuvent être retouchés sur les épreuves papier en rajoutant, avec précaution, les détails manquants à la gouache ou à l'encre de chine diluée.

Les sujets symétriques et détériorés d'un côté peuvent être reconstruits en raccordant deux demi-moitiés correctes, l'une étant obtenue en agrandissant le négatif à l'envers et l'autre à l'endroit.

Dans un article ultérieur, nous parlerons de la photographie au microscope.

L. Gérard-Colbère.

Bibliographie sommaire.

Bouillot R. et Thévenet A. 1974 : Les reflex 24x36, Edit. Montel p. 235 à 242. L. Gérard-Colbère 1976-1977 : Les objectifs « micro-macro », NPC n° 51 novembre 1976, p. 97-99. — l'éclairage « micro-macro », NPC n° 52, décembre 1976, p. 81-83 et NPC n° 53 janvier 1977, p. 46-47. Lou Gibson H. 1975 : Close-up photography and photomacrography. Eastman Kodak Publication, Rochester, USA n° N-16; Kodak-Pathé, marchés Industriels et Graphiques 8 et 26, rue Villiot, 75580 Paris Cedex 12. Pérelli Vincenzo 1964 : Macro-micro photographie, Éditions Progresso Fotografico Milan (épuisé).