

(Laboratoire d'Embryogénie Comparée. Collège de France, Paris)

Le traitement anti-reflets en microscopie

Par JEAN DRAGESCO

Avec 2 figures

Dans les instruments d'optique modernes pourvus d'un grand nombre de lentilles (objectifs cinématographiques du type Zoomar, jumelles à prismes, périscopes), on aboutit à des pertes importantes de lumière par réflexion vitreuse sur les interfaces air-verre. Suivant la théorie de FRESNEL le pouvoir réflecteur d'une surface de séparation air-verre est donné par la formule:

$$(1) \quad r = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \text{ (à incidence normale).}$$

Cela conduit à une perte de lumière de près de 10% par paire de surfaces traversées. Pour un nombre considérable de lentilles on arrive ainsi à des pertes très importantes:

Nombre de surfaces air-verre	Pertes théoriques %	Nombre de surfaces air-verre	Pertes théoriques %
2	10	10	41
4	19	20	63
6	27	40	88
8	34		

L'examen de ce tableau montre tout de suite à quel point cette perte de lumière peut être considérable. En tenant compte aussi de l'absorption dans le verre (environ 2,4% par cm. de matière traversée) on arrive à la conclusion que tout instrument d'optique, ayant plus de 20 lentilles, possède un facteur de transmission inférieur à 8%. En outre la lumière réfléchie par les diverses surfaces air-verre n'est pas entièrement perdue. Tout au contraire elle vient former, dans le champ utile, des images parasites ayant pour effet de diminuer le contraste et d'abaisser par cela même, le pouvoir résolvant. Le nombre de ces images parasites augmente considérablement avec l'accroissement du nombre des lentilles suivant le tableau:

Nombre de surfaces air-verre	Nombre d'images parasites	Nombre de surfaces air-verre	Nombre d'images parasites
2	1	8	28
4	6	10	45
6	15	16	120

Dès 1935 et à la suite de considérations théoriques, J. STRONG a pu éliminer en partie les réflexions sur les faces air-verre à l'aide d'une couche très mince de fluorure de calcium, déposée sur le verre par sublimation dans le vide. Ce mode opératoire a été appliqué industriellement à partir de 1940. Le principe de cette opération est assez simple: Sur la surface de verre on dépose une très mince couche d'une matière transparente dont l'indice de refraction n est inférieur à l'indice N du verre. Après réflexion on aura donc deux rayons réfléchis dont l'intensité sera très inférieure à l'intensité de la réflexion vitreuse ordinaire. Si l'épaisseur a été judicieusement choisie, les deux rayons vont interférer. Le résultat de leur superposition sera la soustraction des amplitudes. Dans ces conditions, si les deux facteurs de réflexion R_1 et R_2 étaient égaux, les deux vibrations auraient la même amplitude et se détruiraient complètement. L'énergie rayonnante ainsi escamotée se retrouvera dans le rayon transmis. Pour obtenir ce résultat, il faut remplir deux conditions:

1. La couche transparente déposée sur le verre doit avoir une épaisseur telle que la différence des chemins optiques parcourus par les deux rayons soit égale à la demi-longueur d'onde de la lumière.

2. Les deux rayons réfléchis devant avoir la même intensité, l'indice de la lame mince doit être égal à la racine carrée de celui du verre. Cela conduit à une valeur $n = 1,24$.

Aucun corps solide connu ne possède un indice de réfraction aussi faible. En pratique, on s'adresse à des dépôts de fluorures de lithium, calcium, magnesium, cryolithe etc. dont les indices de réfraction sont un peu plus élevés, mais qui permettent tout de même de diminuer très fortement les pertes par réflexion.

Tous les instruments optiques modernes: Jumelles à prismes, appareils de projection, objectifs photographiques, subissent aujourd'hui le traitement anti-reflets traitement qui n'est ni difficile à faire ni particulièrement coûteux.

Un seul instrument, le microscope, n'a pas bénéficié jusqu'ici de cet important perfectionnement. Cette constatation peut paraître surprenante quand on considère que, dans un microscope binoculaire moderne il y a trois à quatre fois plus de lentilles et de prismes que dans un objectif photographique habituel. En effet, on peut, dans certains cas, atteindre le chiffre de 36 surfaces air-verre:

	Nombre de surfaces		Nombre de surfaces
Miroir	1	Lentilles correctrices	2
Condensateur Acromatique	6	Prismes	7
Préparation	1	Oculaires	8
Objectif Achromatique	7		

Dans un tel instrument 85% de la lumière envoyée sur le miroir sont irrémédiablement perdus. Dans le cas du microscope monoculaire, les pertes sont plus faibles mais le rendement ne dépasse pas 35%. Cela est de peu d'importance dans le cas des observations habituelles, en lumière transmise, mais peut être catastrophique chaque fois qu'il est nécessaire d'avoir le maximum de lumière avec le minimum d'échauffement: microphotographie instantanée, microcinématographie, fond-noir, contraste de phases, polarisation, illuminateurs verticaux.

Vu le fait que le traitement par fluoruration dans le vide ne constitue pas une technique difficile ou coûteuse, nous nous étonnons que les fabricants de microscopes n'aient pas trouvé nécessaire de suivre l'exemple des constructeurs de jumelles ou objectifs photographiques.

Afin d'étudier par nous-mêmes l'avantage qu'entraîne le traitement anti-reflets en microscopie, nous avons fait traiter entièrement notre microscope binoculaire LEITZ comportant un condensateur achromatique O.N.: 1,40, un objectif $\frac{1}{12}^e$, une boîte binoculaire inclinée et des oculaires périplans 10X. Ce microscope ainsi traité a été comparé à un autre appareil identique n'ayant pas subi de traitement. Cette comparaison nous a amené aux constatations suivantes:

1. Le microscope entièrement traité montre une luminosité nettement supérieure. Des mesures à l'aide d'une cellule photo-électrique nous ont montré un gain de 100%. En photographie on obtient des résultats équivalents: le microscope traité permet d'obtenir des images de densité semblable avec des temps de pose moitié plus courts.

2. Le traitement améliore la définition des images (par diminution d'éclat des images parasites). Cette amélioration n'est pas très sensible lorsqu'il s'agit de préparation fortement colorées mais devient sensible chaque fois que l'on observe des objets transparents. L'image est nettement améliorée aussi lors des observations en fond noir et en lumière incidente.

Des résultats du même ordre ont été obtenus par Mr. M-LOCQUIN qui a signalé, à plusieurs reprises, l'intérêt du traitement antireflets en microscopie.

Fig. 1. Pertes de lumière par réflexion dans une lentille.

I_R intensité résultante, I_P image parasite (modifiée d'après DIESERENS).

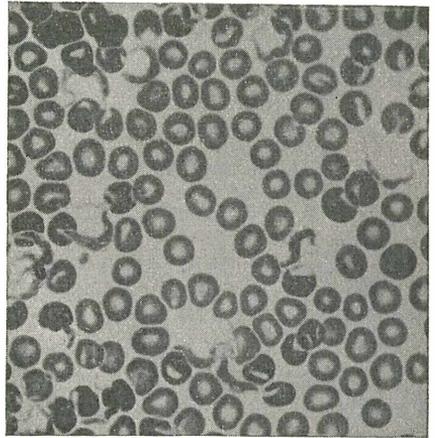
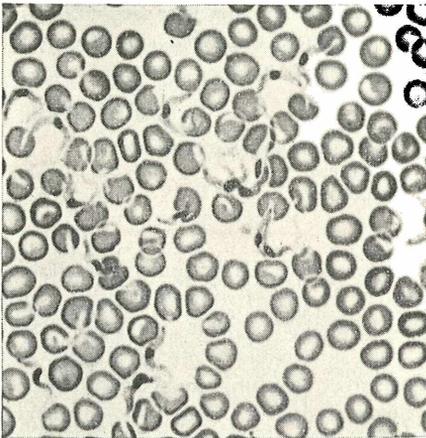
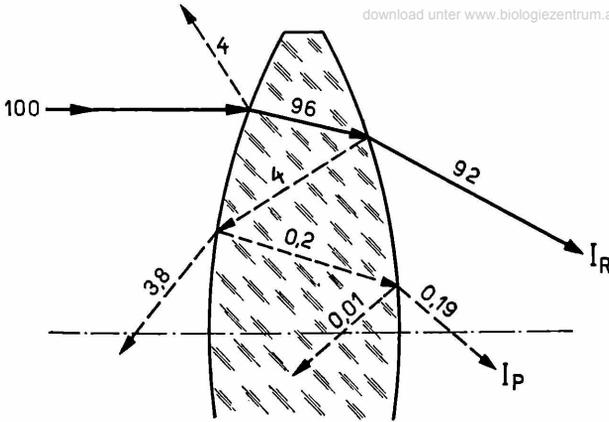


Fig. 2. Pertes de lumière dans un microscope non traité (image de droite).

Microscope Leitz, binoculaire incliné. Objectifs 1/15e STIASSNIE. Grossissement: 550:1. Les deux photos ont été exécutées dans des conditions identiques.

En conclusion, il semble évident qu'à l'heure actuelle le non-traitement de l'optique du microscope constitue un non-sens regrettable. Nous espérons donc que les constructeurs comprendront leur intérêt et livreront prochainement des appareils entièrement traités contre les reflets.

Zusammenfassung

In optischen Geräten, welche aus einer größeren Zahl von Linsen oder Prismen zusammengesetzt sind, entsteht ein erheblicher Lichtverlust durch die wiederholten Reflexionen an den Glas-Luft-Grenzflächen. Außerdem verursacht dieses Reflexlicht im Gerät Nebenbilder, welche die Abbildungsschärfe herabsetzen. Das Entstehen dieses störenden Reflexlichtes kann weitgehend vermieden werden, wenn auf die Glas-Luft-Grenzflächen dünne Schichten von Kalzium-, Lithium- oder Magnesiumverbindungen aufgebracht werden. Die binokularen Mikroskope mit ihren zahlreichen Linsen und Prismen haben zumeist noch keine solchen reflexvermindernden Schichten. Ein von uns reflexfrei gemachtes Mikroskop zeigte eine annähernd verdoppelte Lichtstärke gegenüber dem früheren, nicht vergüteten Zustand. Überdies war die Schärfe der Bilder nach der Behandlung besser als vorher.

Bibliographie

Fabry C., Les nouvelles méthodes pour augmenter la clarté des Instruments d'optique. Bull. Soc. Astron. France (1944): 65.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mikroskopie - Zentralblatt für Mikroskopische Forschung und Methodik](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Dragesco Jean

Artikel/Article: [Le traitement anti-reflets en microscopie. 136-138](#)