

1. INTRODUCTION

Cette note a pour but de rappeler la définition précise des paramètres Ouverture Numérique (ON) et Nombre d'ouverture(N) dans le cas général.

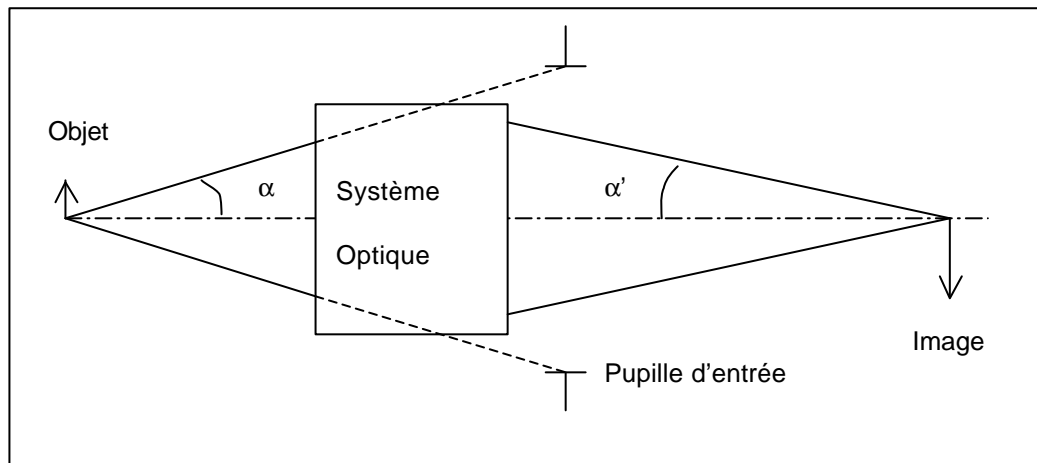
En effet, on rencontre souvent des définitions imprécises, voire fausses ou qui ne sont pas appliquées dans les bonnes conditions (ex : $N = f / D$).

La confusion est entretenue par la littérature anglo-saxonne dans laquelle N est appelé "F number" et est noté "F/# " (L'ouverture numérique est appelée "Numerical Aperture" et est notée "NA").

Les définitions données ici sont celles utilisées dans la plupart des ouvrages de références et dans les logiciels de calcul optique.

2. DEFINITION GENERALE

Soit un système optique quelconque, représenté sur le schéma ci-dessous.



Avec :

- α : angle d'ouverture objet
- α' : angle d'ouverture image
- n : indice du milieu objet
- n' : indice du milieu image

Les définitions générales de l'ouverture numérique (ON) et du nombre d'ouverture (N) sont :

Ouverture Numérique objet :	$ON_{\text{objet}} = n \sin(\alpha)$
Ouverture Numérique image :	$ON_{\text{image}} = n' \sin(\alpha')$
Nombre d'ouverture	$N = \frac{1}{2 ON_{\text{image}}}$

La formule $N = f / D$, ou D est le diamètre de la pupille d'entrée, n'est donc valable que pour un système à conjugaison infini/foyer dans l'air.

On retrouve facilement cette formule car dans l'air $a = a'$ et $n = n' = 1$, et $\sin(\alpha) = D / 2f$.

3. APPLICATIONS

La détermination de cette définition a des conséquences dans beaucoup d'applications courantes de l'optique.

La principale application est l'analyse de la réponse percussionnelle d'un système optique quelconque dans l'espace image.

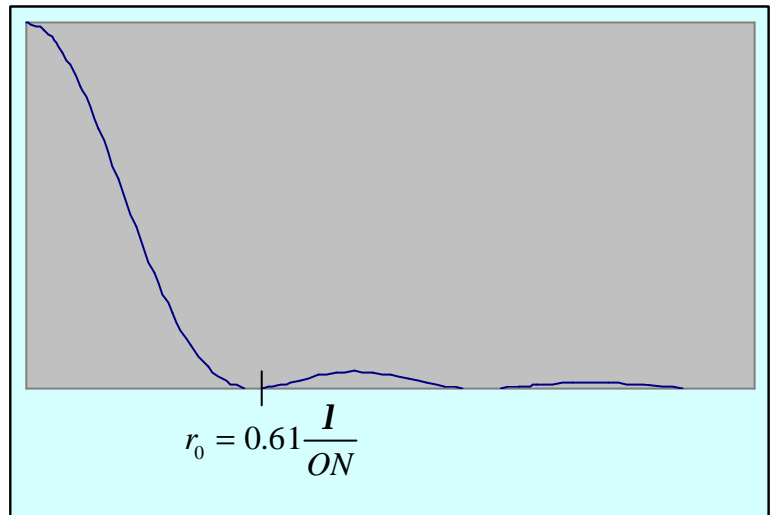
Les 2 exemples suivants donnent les définitions du premier zéro de la tache d'Airy et de la fréquence de coupure de la FTM (valables pour tout système optique).

Le rayon du premier zéro de la tache d'Airy est donné par :

$$r_0 = 0.61 \frac{\lambda}{ON}$$

Dans le cas de l'analyse dans l'espace image d'un système à conjugaison infini / foyer dans l'air, on retrouve la valeur :

$$r_0 = 1.22 \frac{\lambda f}{D}$$

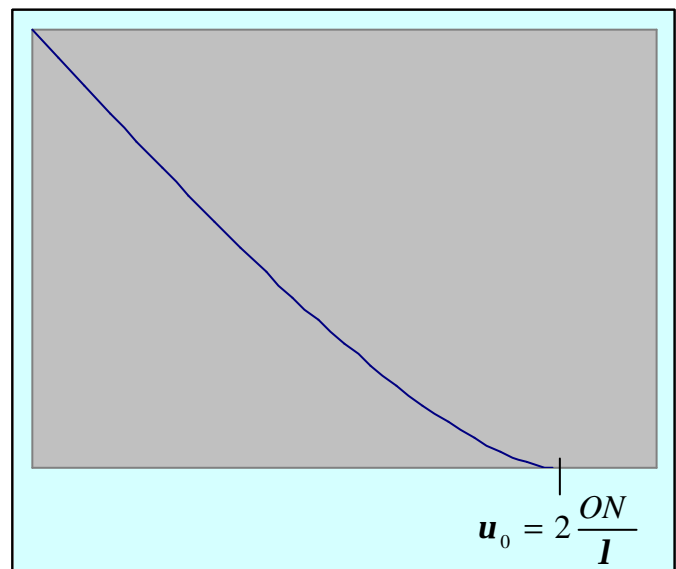


La fréquence de coupure de la FTM est donnée par :

$$u_0 = 2 \frac{ON}{\lambda}$$

Dans le cas de l'analyse dans l'espace image d'un système à conjugaison infini / foyer dans l'air, on retrouve la valeur :

$$u_0 = \frac{D}{\lambda f}$$



4. REFERENCES

Merci à Bruno Hiberty pour son aide!

Bibliographie:

J.-L. Meyzonette, T.Lépine, **Bases de radiométrie optique**, Cépaduès Édition
Code V 9.20 Reference Manual, Optical Research Associates
Oslo v5 Optics Reference, Sinclair Optics