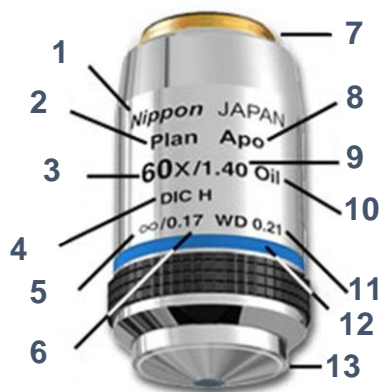


L'objectif est la pièce maîtresse d'un microscope.

Son prix varie d'un rapport de 1 à 20 voire plus pour des objectifs spéciaux.

Cette fiche technique décrit les principales composantes et caractéristiques d'un objectif qu'il est important de connaître



Objectif Plan-Achromatique x60

1. Fabricant
2. Planéité
3. Grossissement
4. Méthode Observation Spécifique
5. Construction optique
6. Correction Lamelle Couvre Objet
7. Pas de Vis
8. Correction Chromatique
9. Ouverture Numérique
10. Milieu immersion
11. Distance de Travail
12. Code Couleur Grossissement
13. Lentille Frontale Rétractable

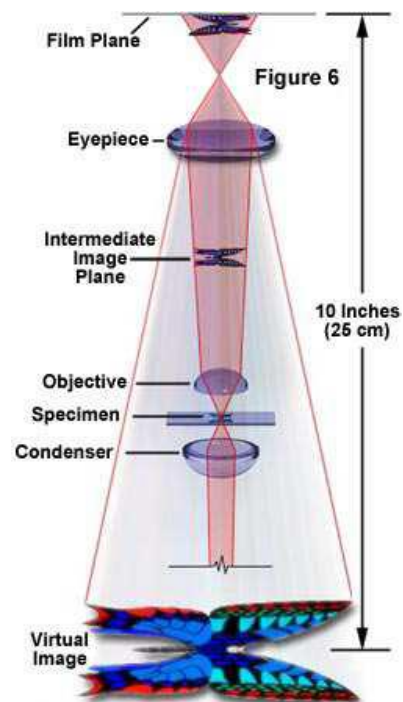
1/ Le grossissement

Sur un microscope on trouve des objectifs entre 1X et 100X et parfois plus (150-250x).

Normalement, sauf dispositif intermédiaire, le grossissement est la multiplication du grossissement de l'objectif par celui de l'oculaire (sur un microscope à l'infini, sur un microscope à 160 mm un dispositif intermédiaire comme une épi fluorescence peut modifier le grossissement final).

Objectif 10X, oculaire 10X = grossissement total 100X

Le grossissement total d'un microscope correspond au rapport entre l'objet réel et son image projetée à 25 cm (image virtuelle).



2/ L'oculaire et le champ observé

Un oculaire est défini par deux valeurs : son grossissement et son indice de champ.

Le grossissement est généralement 10X, mais il existe des oculaires de grossissement plus élevé.

Cependant une règle dit que le grossissement total ne doit pas dépasser 1000 fois la valeur de l'ouverture numérique de l'objectif (avec un objectif 100X/1.25 : oculaires de 12.5 X).

Indice de champ : valeur du diamètre observé en mm avec un objectif 1X.

Champ observé : Il dépend de l'indice de champ de l'oculaire (10X/20) divisé par la valeur du grossissement de l'objectif (10X) dans ce cas précis diamètre du champ observé $20\text{mm}/10 = 2$ mm.

3/ Le condenseur

Certains objectifs demandent un condenseur spécifique comme le très faible grossissement (condenseur à lentille escamotable) ou le contraste de phase (condenseur avec anneaux de phase).

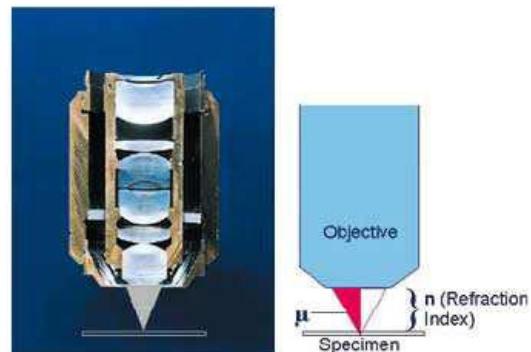
4/ Ouverture numérique

Elle dépend d'un angle(en rouge) et de l'indice de réfraction du milieu (IR).

La formule est **ON= IR x sinus alpha**

IR : air = 1, eau = 1.33, huile = 1.515

Comme le sinus de $90^\circ = 1$ un objectif parfait aurait une valeur de $ON = IR$



5/ Le pouvoir séparateur

La définition du pouvoir séparateur est le pouvoir de voir distinct deux objets proches.

Le pouvoir séparateur dépend de l'ouverture numérique de l'objectif (ON) et de la longueur d'onde d'éclairage L

R en micron = $0.61 (L/ON)$

Avec les meilleurs objectifs actuels d'ON = 1.48 pour une longueur d'onde dans les bleus de 0.55 nm on obtient une résolution théorique latérale de 0.22 micron.

Remarque : le pouvoir séparateur dépend de l'ON de l'objectif et du condenseur.

$$R = 1.22 (L / ON_{\text{obj}} + ON_{\text{cond}})$$

Ce qui implique qu'avec un objectif à haute résolution il faut un condenseur Plan Apo chromatique à immersion.

6/ La profondeur de champ

La profondeur de champ est la distance verticale où la préparation est vue nette.

Pour être simple plus l'ouverture numérique est importante plus la profondeur de champ diminue.

7/ La luminosité

Plus un objectif a une ouverture numérique élevée plus il laisse passer de lumière.

Intensité lumineuse : $O.N.^4 / \text{Grossissement}^2$

8/ La correction de lamelle

Il existe deux types d'objectifs :

- Les objectifs corrigés pour lamelle de 0.17 micron (communément appelés Biologie)
- Les objectifs non corrigés pour lamelle (dit Industrie)

Pour des objectifs d'ON supérieur à 0.4 (à partir du 10X) il faut un objectif qui corresponde à sa préparation.

9/ La distance de travail

C'est la distance entre la lentille frontale de l'objectif et le plan où la préparation est nette.

Concernant les objectifs à correction de lamelle on ne tient pas compte de l'épaisseur de la lamelle.

Pour augmenter l'ouverture numérique les constructeurs ont deux possibilités : augmenter la taille de la lentille frontale ou diminuer la distance de travail. De ce fait les objectifs à grande ouverture numérique ont des distances de travail faibles.

L'utilisation de certains supports comme des lames de comptage peuvent poser des problèmes.

10/ La construction optique

Actuellement se côtoient deux types de microscope (160 mm et infini).

Sur un microscope à 160 mm le faisceau est convergent à la sortie de l'objectif et le plan image est à 160 mm.

Sur un microscope à l'infini le faisceau est parallèle à la sortie de l'objectif et la convergence ce fait au niveau de la tête par une lentille.

Les deux optiques sont incompatibles donc il est important de bien choisir ces objectifs par rapport à la construction de son microscope.

■ **Optique 160 mm.** Généralement tous les objectifs à 160 mm type Biologie sont compatibles suivant une norme DIN

Pas de vis de 20.32 mm

Parfocalité (distance entre le revolver et le plan net sur la préparation) de 45 mm

■ **Optique à l'infini.** Les constructeurs ont modifiés soit le pas de vis, soit la distance de parfocalité ou les deux.

Donc prudence avant d'acheter un objectif d'une autre marque que son microscope.

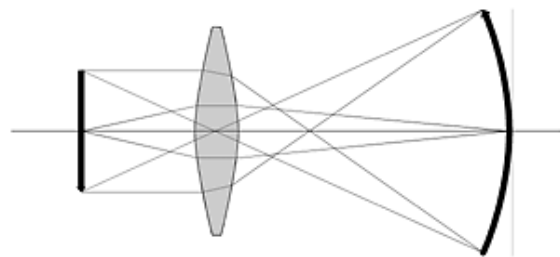
11/ L'aberration sphérique ou planéité

Une lentille simple projette une image non sur un plan mais sur une portion de sphère.

De ce fait les objectifs sont composés d'un empilement de lentille pour limiter les aberrations.

Un objectif est dit plan quand visuellement l'image est nette sur toute la surface.

Il est dit semi plan si l'image est nette sur 90% de la surface.



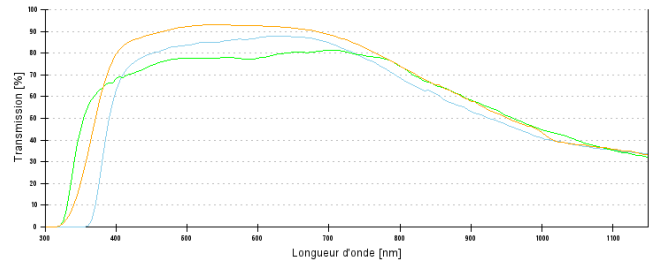
12/ L'aberration chromatique

Les objectifs achromatiques ne sont pas parfaitement corrigés sur tous le spectre visible, les Apochromatiques sont parfaitement corrigés dans le visible.

Objectif Achro Plan 100X / 1,25 Oil

Objectif Plan Néoflar 100 X / 1,30 Oil

Objectif Plan Apochromatique 100X/1,40 Oil



12/ Les gammes d'objectifs

Les fabricants ont deux séries d'objectifs :

- Les objectifs transmission corrigée pour lamelle couvre objet (0.17 mm) (biologie)
- Les objectifs réflexion non corrigée pour lamelle couvre objet (métallographie)

Les gammes d'objectifs :

- **Achromatique.** Objectif le plus simple non parfaitement corrigé en planéité
- **Plan Achromatique.** L'objectif de routine, achromatique et corrigé en planéité (Attention la planéité est corrigée jusqu'à une certaine valeur d'indice de champ des oculaires)
- **Phase (PH).** Objectif possédant un anneau de phase gravé. A utiliser avec un condenseur phase.
- **Polarisant (POL).** Objectif sans tension interne lors du polissage pour ne pas modifier l'angle de polarisation.
- **Objectif à la fluorine (FL) pour la fluorescence UV.** Les objectifs classiques ont une mauvaise transmission des UV. Les objectifs FL ayant une ouverture numérique supérieure au plan achromatique seront aussi plus lumineux (en fluorescence l'objectif est aussi le condenseur) et souvent compatible avec l'interférentiel.
- **Objectif pour l'Interférentiel (DIC).** Objectif à grande ouverture numérique pour l'interférentiel, ils doivent être aussi détentionnés (Pol).
- **Plan Apochromatique.** Objectifs haut de gamme mais aussi les plus chères..
- **Objectifs spéciaux. :**
 - Objectifs à longue distance de travail (LWD) ou très longue distance de travail (ULWD). Objectif permettant de travailler soit à travers un support épais ou un échantillon non lisse.
 - Objectif dit Infrarouge (IR) sont nécessaires pour travailler jusqu'à 1100 nm
 - Il existe aussi des objectifs UV 340 nm.
 - Objectif Fond clair/ Fond noir (FC/FN) utiliser en réflexion à double enveloppe.

13 / La bague de correction

Certain objectifs possèdent des bagues de correction :

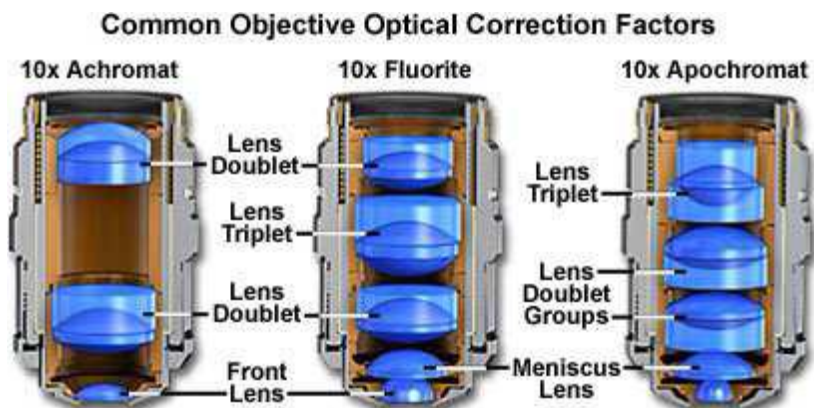
- Correction d'épaisseur de lamelle.
- Modification de l'ouverture numérique.
- Correction de l'indice de réfraction du milieu.
- Correction de la parfocalité.
- Correction de la température

14/ Marque des Objectifs

Code couleur conventionnel de marquage des objectifs :



15/ Comparaison entre trois objectifs : Achromatique / Fluorite / Apochromatique



16/ Tableau de propriétés de différents objectifs

Objectif	Ouverture numérique	Diam. Observe en mm	Distance frontale en mm.	Prof. De Champ (microns)	Résolution (microns)
U.PL.APO.2	0.08	11.00	6.00	398.00	4.19
U.PL.FL.4	0.13	5.50	17.00	70.00	2.58
U.M.PL.5	0.10	4.40	19.60	98.00	3.36
U.PL.10	0.25	2.20	10.25	28.00	1.34
U.PL.FL.20	0.50	1.10	1.60	7.00	0.67
L.MPLFL.20	0.40	1.10	12.00	6.09	0.84
U.PL.FL.40	0.75	0.55	0.51	2.52	0.45
U.PL.50 (oil)	0.90	0.44	0.20	1.75	0.37
UMPL.FL100	0.95	0.22	0.31	0.67	0.35
U.PL.apo.100 (oil)	1.40	0.22	0.10	0.59	0.24

L'objectif universel n'existe pas, une bonne définition des besoins permet le bon choix.