

Frontofocomètre

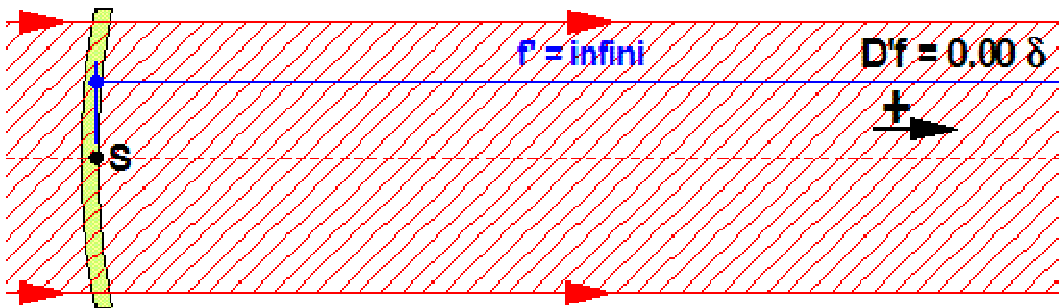
Lenmeter, Lensometer, Focimeter, Vertometer

le 08/09/2011

Le frontofocomètre est un appareil permettant de mesurer :

- La puissance des verres (sphère, cylindre, axe, addition)
- La position du centre optique.
- La valeur et la position du prisme.

En fait, le frontofocomètre ne mesure pas directement la **puissance** du verre, mais comme son nom l'indique, il mesure la distance entre la surface du verre et son point focal, puis il traduit cette mesure en dioptries par un simple calcul.



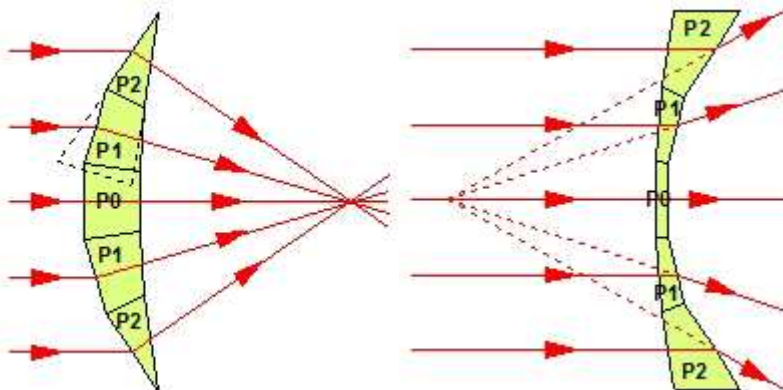
1

Puissance du verre $Df = \frac{1}{\text{Distance frontale mesurée (f')}}}$

Pour qu'elle soit exacte, la puissance doit être mesurée avec une lumière dont la longueur d'onde est de 546.07 nm (norme ISO en Europe), qui correspond à la lumière verte émise par une lampe à vapeur de mercure (raie e du mercure). En effet, les matières optiques ayant toujours tendance à séparer plus ou moins les couleurs, la puissance mesurée avec une lumière rouge donnerait une puissance plus faible qu'avec une lumière bleue (voir **nombre d'Abbe**). La lumière verte utilisée, se situe globalement au milieu du spectre visible et correspond à la sensibilité maximale de l'œil humain. Certains pays (Etats Unis, pays d'Asie) utilisent comme référence, une autre longueur d'onde, la raie jaune **d** d'une lampe à Hélium (587.6 nm).

Définition de la puissance :

Rappelons que la **puissance** dioptrique est une variation régulière de l'effet prismatique sur une portion de surface, faisant diverger ou converger les rayons lumineux de ou vers un point (le point focal). Dans un verre de lunettes, le **prisme** varie entre le centre et le bord.



Un frontofocomètre a donc besoin de mesurer la puissance d'un verre sur une portion de surface de 6 à 8 mm de diamètre (6mm pour un verre de contact). Si on réduisait ce diamètre on réduirait la variation prismatique entre le centre et le bord de la surface analysée et donc la précision de l'appareil. On peut facilement mettre ce phénomène en évidence sur un frontofocomètre manuel à réticule, en réduisant fortement le diamètre du faisceau lumineux de sortie, la mire paraît alors toujours nette sur une grande plage de puissance, on ne peut donc plus déterminer précisément la puissance du verre.

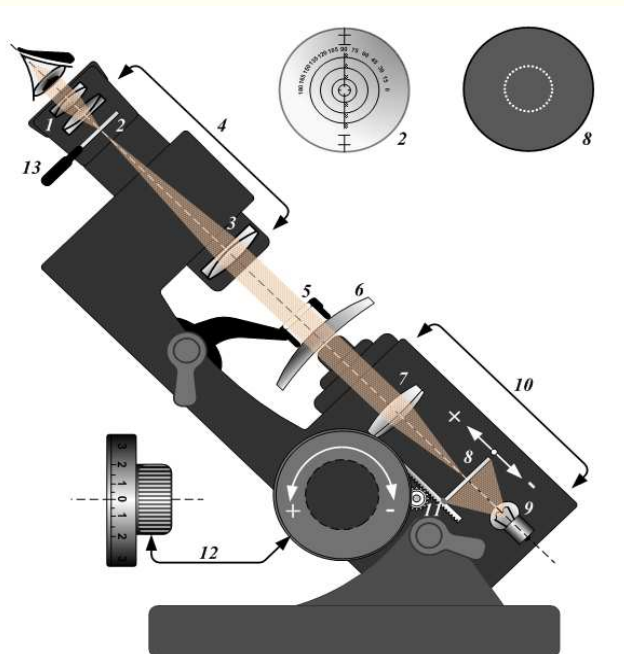
A l'extrême, si on réduit la surface analysée à un point, il ne passerait plus qu'un seul rayon lumineux et l'on n'obtiendrait pas une puissance mais simplement l'effet prismatique en ce point. A l'inverse, si on agrandissait beaucoup le diamètre de mesure, on ne pourrait plus mesurer les **verres progressifs** car on intégrerait dans la mesure la variation de puissance de la surface progressive et la mesure obtenue ne correspondrait à rien.

Les frontofocomètres peuvent aussi mesurer l'astigmatisme des verres mais à condition que cet **astigmatisme** soit régulier, c'est à dire un astigmatisme présentant deux méridiens de puissance perpendiculaires. Si on essaye de mesurer au frontofocomètre la puissance d'un verre progressif en dehors des zones stabilisées (vision de loin, vision intermédiaire ou vision de près), on obtient généralement du fronto un message d'erreur du style "erreur de mesure" ou "surface irrégulière" et sur un fronto manuel à réticule, il est impossible d'obtenir une image nette du réticule. On ne peut donc mesurer que des puissances sphériques ou des astigmatismes réguliers (sous la forme d'une sphère et d'un cylindre).

Il existe différents types d'appareils mettant en œuvre des technologies différentes.

Frontofocomètres manuels :

Ils utilisent un principe purement optique. Ils sont de moins en moins utilisés car ils demandent une certaine habitude pour être utilisés correctement et obtenir des mesures précises et sont petit à petit détrônés par les appareils électroniques.



- 1 – Oculaire
- 2 – Réticule
- 3 – Objectif
- 4 – Télescope de Kepler
- 5 – Système de blocage du verre
- 6 – Verre à mesurer
- 7 – Objectif du collimateur
- 8 – Mire mobile éclairé
- 9 – Source de lumière
- 10 – Collimateur
- 11 – Mécanisme
- 12 – Bouton de focalisation gradué en dioptries
- 13 – Manette pour orienter la mire

Principe :

- La mire 8, éclairé par la source de lumière 9, peut être déplacé à l'aide du bouton 12.
- Pour effectuer la mesure, il faut tourner le bouton 12 qui déplace la mire 8, de manière à ce que le collimateur 7 donne une image de cette mire, au foyer du verre à mesurer. Le verre à mesurer rejette alors l'image de la mire à l'infini.
- L'image qui ressort du verre mesuré, à l'infini, est projetée sur le réticule 2 grâce à l'objectif 3.
- L'oculaire 1 permet de visualiser l'image de la mire 8 projetée sur le réticule 2.

Frontofocomètres électroniques :

Différentes techniques sont utilisées :

Certains appareils envoient 4 faisceaux laser à travers le verre à mesurer. Les 4 faisceaux sont récupérés sur un capteur CCD et leur position indiquent la puissance du verre.

D'autres appareils projettent un cercle lumineux à travers le verre à mesurer. L'image obtenue à la sortie est un soit cercle pour les verres sphériques soit une ellipse pour un verre torique. Les dimensions de l'ellipse (ou du cercle) donne la puissance du verre sur chaque méridien et l'orientation de l'ellipse l'axe du cylindre. Ces appareils analysent l'image à la sortie du verre pour en déduire la puissance.

Certains frontofocomètres électroniques mesurent la puissance à l'aide d'un faisceau laser utilisant une lumière infrarouge. Pour donner la mesure correspondante dans la lumière verte (546.07 nm), il faut indiquer à ces appareils, le **nombre d'Abbe** du verre à mesurer. L'appareil peut alors corriger sa mesure par un calcul.

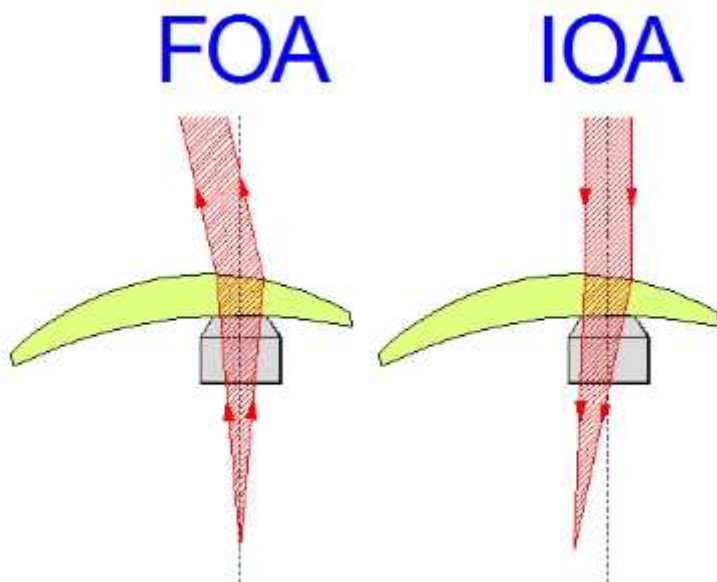


Beaucoup de ces appareils permettent aussi de mesurer les écarts pupillaires et certains d'entre eux peuvent en plus mesurer d'autres éléments comme la transmission du verre dans l'UV par exemple.

Les "**Mappers**" sont des appareils capables de donner une cartographie complète de la puissance et des astigmatismes sur toute la surface d'un verre. Ce ne sont plus réellement des frontofocomètres et ils ne donnent pas toujours la puissance frontale mais souvent la puissance vraie (par rapport aux plans principaux). En effet, sur ce type d'appareil, le verre est posé à plat sur une table de mesure, et pour obtenir une puissance frontale arrière, il faut indiquer les paramètres géométriques du verre (diamètre, courbures de la face avant et face arrière) pour leur permettre de déterminer la position de la face arrière par rapport au plan d'appui du verre.

Frontofocomètres de type FOA et IOA :

Il existe deux grands types de frontofocomètres, les frontos de type **FOA (Focal On Axis**, point focal sur l'axe) et les frontos de type **IOA (Infinite On Axis**, l'infini sur l'axe). Ces deux types de frontos donnent des mesures légèrement différentes quand on mesure en dehors de l'axe optique du verre, ou dans le cas de verres prismatiques. Notamment lorsque l'on mesure un verre progressif en VL, à cause du prisme d'allègement ou pour la mesure de l'addition, la VP étant située en bas du verre.



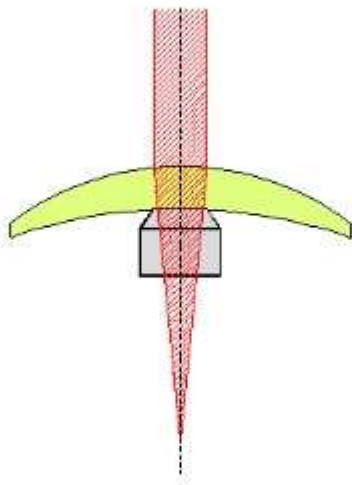
Dans le cas des frontos de type **FOA**, le point focal est situé sur l'axe du porte-verre. C'est le cas du frontofocomètre manuel. Lorsque l'on mesure en dehors de l'axe optique, ce sont les rayons à l'infini qui sont inclinés sur cet axe.

Pour les frontos de type **IOA**, les rayons arrivent de l'infini, parallèles à l'axe du porte-verre et lorsque l'on mesure en dehors de l'axe optique, le point de focalisation du verre est en dehors de l'axe du porte-verre. Certains fronto électroniques sont de type **IOA**. Certains sont capables de mesurer dans les deux modes grâce à un prisme compensateur.

La différence de mesure n'est pas énorme, disons autour de 0.04 dioptries (pouvant aller jusqu'à 0.08 en VP) mais elle est non négligeable pour une mesure précise de l'addition par exemple. Dans le cadre d'une production industrielle de verres, ces quelques centièmes de dioptries peuvent représenter

un certain nombre de verres rejetés inutilement. Notez que la norme ISO accepte les deux types de frontofocomètres.

FOA = IOA



Comme le montre le dessin ci-contre, lorsque l'on mesure sur l'axe optique du verre, ces deux types donnent la même mesure puisque les rayons à l'infini sont parallèles à l'axe du porte-verre et le point focal du verre est aussi situé sur cet axe.

Précision de mesure au frontofocomètre :

- Attention, ce n'est pas parce qu'un fronto vous affiche les puissances au 1/100ème de dioptries qu'il a obligatoirement une précision du 1/100ème. Beaucoup de frontos ont une précision autour de +/-0.04 à +/-0.06 selon la puissance mesurée.
- Il est très difficile de mesurer avec précision l'axe sur des faibles cylindres. D'un appareil à l'autre, on peut obtenir des mesures différentes. Cela vient du fait qu'il y a trop peu de différences entre les deux méridiens et qu'il est alors difficile de détecter précisément l'axe de plus grande et plus petite puissance.
- Si on mesure plusieurs fois le même verre on ne trouve pas toujours exactement la même puissance, simplement parce qu'on ne place jamais le verre deux fois parfaitement de la même façon.
- Attention, on est parfois tenté de mettre une protection sur le porte-verre pour éviter les rayures mais l'épaisseur de cette protection (même de 0.1mm) peut notablement modifier les mesures. En effet, cette protection va soulever le verre et donc déplacer d'autant son point focal trompant ainsi l'appareil.
- La majorité des appareils ont un système de maintien du verre sur le nez du fronto. Les fabricants précisent bien qu'il faut "clamber" le verre avec ce système de maintien pour obtenir des mesures précises. Le maintien du verre à la main n'est pas stable et on n'est jamais sûr d'être parfaitement en appui sur le porte-verre. Ce système améliore la répétabilité des mesures.
- Les frontos électroniques sont parfois très sensibles aux poussières ou saletés (et aussi au tracé qui sont sur les progressifs). On peut alors obtenir des mesures aberrantes ou un message d'erreur. Par leur principe les frontos manuels y sont beaucoup moins sensibles mais ils sont aussi moins précis du fait de la mise au point effectuée manuellement.