

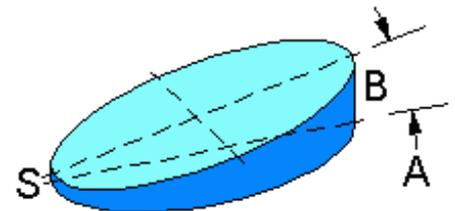
# Prisme

## Prism

### Définition :

Un prisme est un verre dont les deux surfaces sont inclinées, l'une par rapport à l'autre. La partie la plus mince au bord du prisme (**S**), s'appelle le « **sommet** » et la partie la plus épaisse (**B**), la « **base** ».

L'angle d'inclinaison entre les deux surfaces est appelé « **l'angle au sommet** » du prisme, il est souvent noté **A**.

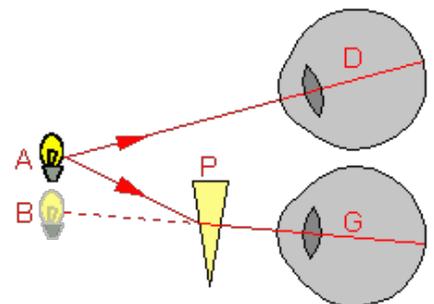


En lunetterie, les surfaces ne sont pas planes comme sur le dessin, mais généralement courbes (sphériques, toriques voir progressives) cependant en chaque point d'un verre on peut considérer le prisme avec les plans tangents aux deux surfaces du verre.

### Utilité des prismes en lunetterie :

Les prismes sont utilisés en lunetterie pour corriger les anomalies de convergence oculaire (**Phories**) pouvant éventuellement entraîner une diplopie (Vision dédoublée d'un même objet).

Sur ce dessin, L'œil droit (**D**) regarde l'objet **A**. l'œil gauche (**G**) ne converge pas assez pour regarder dans la même direction. On utilise alors un prisme (**P**) pour déplacer l'image de l'objet **A** vers le point **B** qui est dans la direction du regard de l'œil gauche. Les deux yeux voient donc le même objet et il n'y a plus dédoublement de l'image.



### Déviati on prismatique :

Soit un prisme taillé dans une matière d'indice **n** et dont l'angle au sommet est **A**. Tous les rayons qui traversent le prisme subissent deux réfracti ons en traversant les deux surfaces et sont déviés du même angle, dans la direction de la base.

L'angle **D** entre le rayon entrant dans le prisme et le rayon sortant du prisme s'appelle la **déviati on prismatique**.

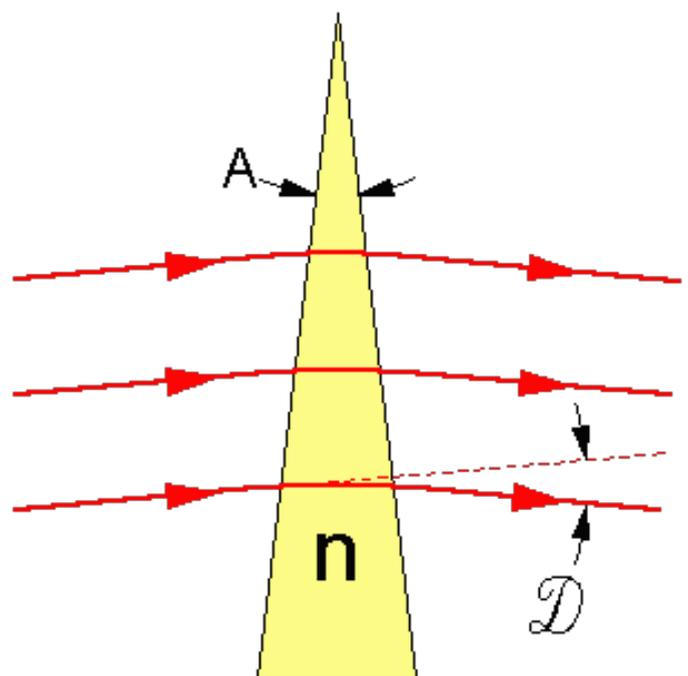
En lunetterie, on utilise des prismes dont l'angle au sommet **A** est généralement petit, inférieurs à **10°**. On peut donc utiliser une approximation pour calculer l'angle de déviati on :

$$D \simeq (n - 1) * A$$

#### Exemple :

Un prisme d'angle **A = 3°** dans une matière d'indice **1.586**, dévie les rayons d'un angle :

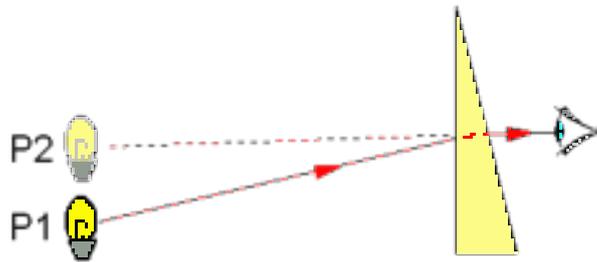
$$D \simeq (1.586 - 1) * 3 = 1.758^\circ$$



## Effet prismatique :

Comme le prisme dévie tous les rayons lumineux, lorsque l'on regarde à travers, l'image des objets est déplacée. Les rayons lumineux étant déviés vers la base du prisme, les images par contre, sont toujours déplacées vers le sommet du prisme.

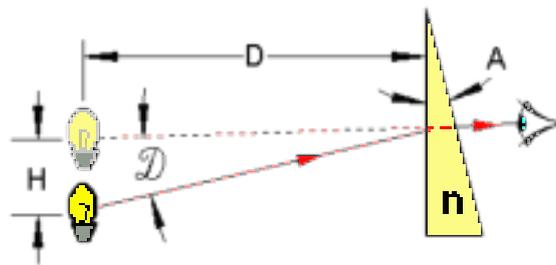
L'angle d'inclinaison entre les deux surfaces est appelé « **l'angle au sommet** » du prisme, il est souvent noté **A**.



Sur ce dessin, l'objet situé en **P1** sera vu par l'œil en **P2**.

## Puissance prismatique :

En lunetterie, on n'utilise pas la déviation prismatique pour quantifier un effet prismatique, mais le déplacement de l'image.



La puissance prismatique s'exprime en **Dioptrie prismatique** (notée  $\Delta$  ou **cm/m**).

Un prisme de **1.00 $\Delta$**  (**1.00 cm/m**) est un prisme qui déplace les images d'une distance **H = 1 cm**, pour des objets placés à une distance **D = 1 mètre**.

A partir des distances **H** et **D**, on peut calculer la valeur prismatique **P** :

$$P = \frac{H}{D} * 100$$

Nota : Le coefficient 100 vient du fait que le prisme est exprimé en cm/mètre, et qu'il y a 100 cm dans 1 mètre.

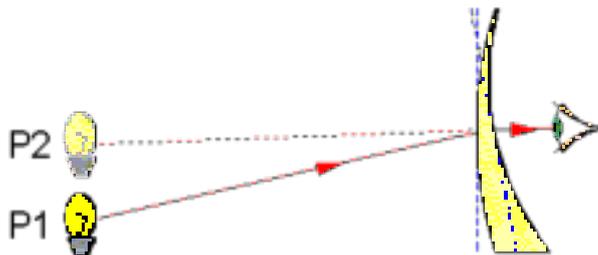
Exemple :

Un prisme qui déplace les images de **3cm** (0.03 mètres), d'objets situés à **2 mètres**, est un prisme de :  
**0.003 \* 100 / 2 = 1.5 cm/m** (1.50 $\Delta$ )

## Verres prismatiques :

Les prismes sont réalisés dans les verres de lunette en inclinant les deux surfaces du verre. Lors de la commande, l'opticien indique « Prisme » suivi de la valeur en dioptries prismatiques et de la position.

Ex : **Prisme 1.75 Δ base Nasale.**



Les corrections prismatiques sont indiquées par pas de 0.25 Δ.

Plus le prisme est important plus le verre est épais. Il y a donc une limite aux corrections prismatiques que l'on peut intégrer dans un verre. On ne peut généralement pas aller au-delà de 11.00 Δ.

Si le porteur nécessite une forte correction prismatique sur un œil, on peut mettre une partie de ce prisme de l'autre côté pour équilibrer les épaisseurs des deux verres, à condition de mettre les deux prismes en position opposées. Cela est possible car une correction prismatique consiste à déplacer l'image vue par un œil par rapport à elle vue par l'autre œil.

Par exemple, un prisme **8.00 Δ nasal sur OD** (soit à 0°) peut être décomposé en **4.00 Δ nasal** sur chaque œil (donc à 180° sur OG). Cependant, on préfère souvent privilégier l'œil à corriger en mettant par exemple dans notre cas :

**6.00 Δ OD et 2.00 Δ OG.**

Il existe toutefois quelques cas extrêmement rares, où sont prescrits des prismes avec les bases OD et OG dans la même direction, c'est le cas, par exemple, des personnes ayant des mouvements oculaires intempestifs (anomalie appelé **nystagmus**) ou encore le cas des prismes posturaux.

Pour les très fortes corrections prismatiques (20.00 Δ 30.00 Δ et plus), on colle sur le verre un film plastique dont l'une des faces possède des micro-prismes (le même principe que la lentille de Fresnel). L'image est bien sûr moins bonne mais l'acuité est suffisante.



## Calcul de la puissance prismatique à partir de l'angle au sommet :

La trigonométrie dans les triangles donne :

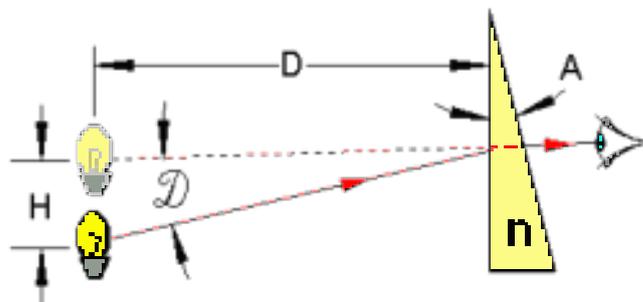
$$\tan(D) = \frac{H}{D}$$

Comme la déviation prismatique est calculée par :

$$D \simeq (n - 1) * A$$

A partir de ces deux formules, on obtient :

$$P \simeq 100 * \tan[(n - 1) * A]$$



### Exemple :

Un prisme dont l'angle au sommet  $A = 5^\circ$  taillé dans un verre d'indice  $n = 1.525$  donne un effet prismatique :

$$P = 100 * \tan[(1.525 - 1) * 5] = 4.58 \Delta$$

## Calcul de l'angle au sommet :

D'après les formules précédentes, on obtient l'angle A (en radian) au sommet du prisme de puissance P par :

$$A \simeq \frac{\text{Arctan}(P / 100)}{(n - 1)}$$

Comme  $P/100$  est très petit, on peut assimiler l'angle à sa tangente :  $\text{Arctan}(P / 100) \simeq P / 100$ , d'où

$$A \simeq \frac{P / 100}{n - 1}$$

### Exemple :

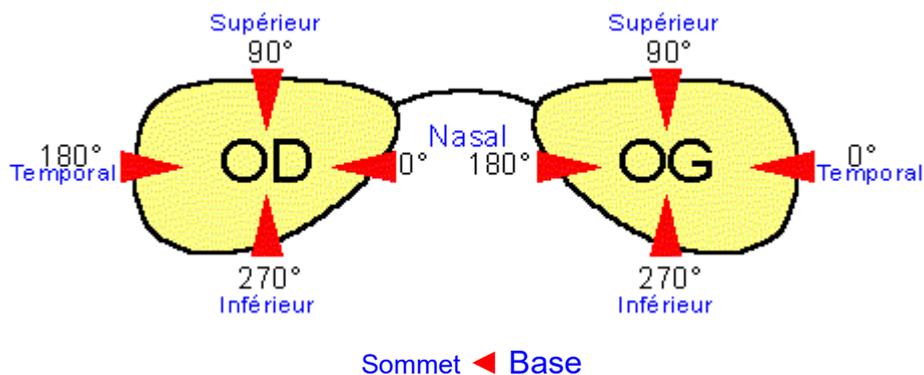
Soit un prisme de puissance  $P = 3.25 \Delta$ , taillé dans un verre d'indice  $n = 1.540$ , l'angle A au sommet du prisme est obtenu par :  $A \simeq (3.25 / 100) / (1.540 - 1) = 0.06018 \text{ radians} \Rightarrow 3.45^\circ$

### Nota :

Remarquez que la valeur du prisme et son angle au sommet sont assez proches **3.25** dioptries prismatiques donnent un angle de **3.45°** au sommet. Ce calcul est une approximation par de nombreux programmes de calcul. Il existe cependant une formule plus précise présentée à la fin de ce document.

## Position du prisme :

On indique toujours la position de la **base** du prisme (coté le plus épais), en utilisant le référentiel ci-dessous, appelé **schéma TABO**.



Dans le schéma TABO, le **verre Droit** est à gauche et le **verre Gauche** est à droite, comme si on regardait la paire de lunettes sur le nez du porteur en face de soi. Les angles vont dans le sens trigonométrique (0° à droite, 90° en haut, 180° à gauche et 270° en bas).

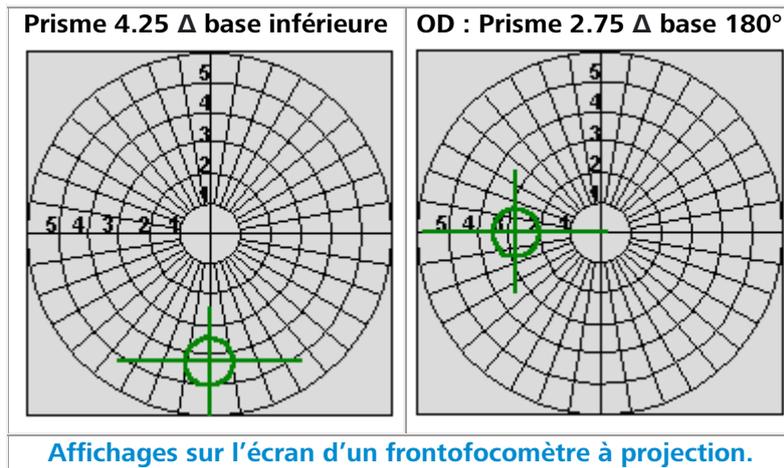
Pour les prismes horizontaux ou verticaux, on utilise généralement l'une des quatre positions standards :

Base **Nasal** (ou base interne), Base **Temporal** (ou base externe), Base **Supérieure**, Base **Inférieure**. On peut aussi indiquer la position des prismes par les angles (0°, 90°, 180° ou 270°) mais il faut alors bien indiquer le coté concerné.

### ATTENTION :

- Base **Nasale** correspond à une base **0°** sur l'œil droit, mais sur l'œil **Gauche**, elle correspond à une base à **180°**. Il est donc indispensable d'indiquer le coté lorsque l'on utilise les angles.
- Si on met un prisme **base nasale** sur chaque œil, on obtient bien deux prismes opposés. Mais deux prismes bases **180°** ne sont pas opposés.

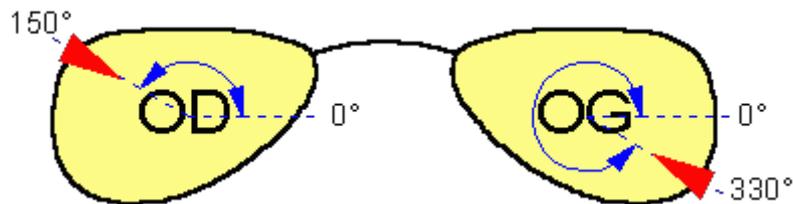
## Exemples de prescription prismatiques :



**Nota :** Les frontofocomètres positionnent généralement le réticule dans la direction de la base du prisme, mais certains appareils peuvent inverser l'image, il faut donc lire la documentation constructeur pour savoir comment l'appareil affiche la direction du prisme.

## Position du prisme :

Un prisme oblique, est un prisme dont la base n'est située ni sur l'axe horizontal ni vertical. Pour ces prismes, on peut indiquer la position de la base, par un angle compris entre 0° et 360°, toujours en suivant le schéma TABO.



Dans cet exemple, nous avons un prisme OD base 150° et OG base 330°

### ATTENTION :

- Si l'axe du cylindre peut être compris entre 0 et 180°, la position des prismes peut aller de 0° à 360°.
- Un prisme base 30° sur un verre droit n'est pas identique à un prisme base 30° sur un verre gauche. Le côté est donc très important lorsque l'on donne la position angulaire d'un prisme.

**Exemple :** OD : Prisme 6.00Δ base 120°

## Prismes combinés :

Une autre façon d'indiquer un prisme oblique, consiste à le découper en deux prismes : un prisme horizontal (**Ph** Nasal ou Temporal) et un prisme vertical (**Pv** Supérieur ou Inférieur).

On représente chaque prisme par un vecteur et la somme vectorielle des deux prismes **Ph** et **Pv** donne le prisme résultant

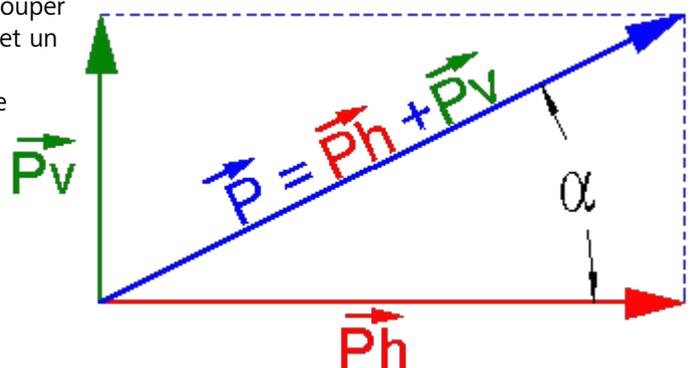
**P** à l'angle  $\alpha$ .

Avec :

$$P = \sqrt{Ph^2 + Pv^2}$$

et

$$\alpha = \text{Arctan}(Pv / Ph)$$



## Solution graphique de prismes combinés :

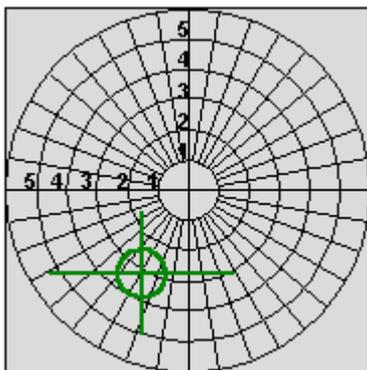
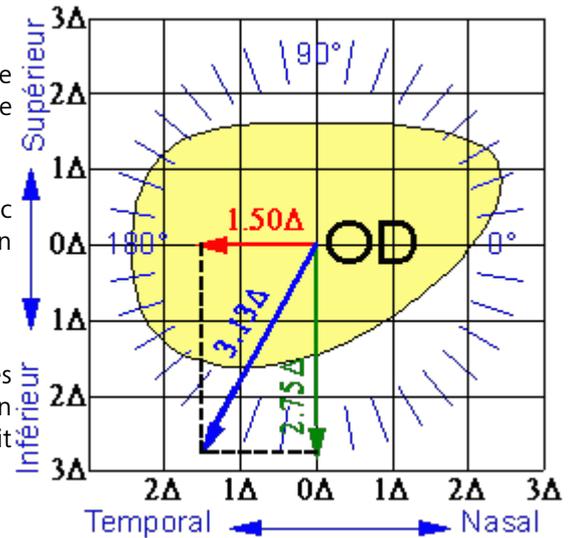
On peut obtenir le résultat de prismes combinés, en représentant les prismes sur une grille.

### Exemple :

Soit un prisme horizontal  $P_h = 1.50\Delta$  Base **temporale** combiné à un prisme vertical  $P_v = 2.75\Delta$  base **inférieure**. On représente chaque prisme sur la grille (1cm pour une dioptrie prismatique par exemple).

On trace le rectangle formé par les deux prismes et on mesure sa diagonale avec un réglet (3.1 cm sur cet exemple). Avec un rapporteur, on mesure la position de la base du prisme ( $240^\circ$  sur cet exemple).

Le prisme résultant est donc un prisme de  $3.10\Delta$  à  $240^\circ$ . En utilisant les formules, les calculs exacts donnent un prisme de  $3.13\Delta$  à  $241.4^\circ$ , la précision graphique est tout à fait satisfaisante. Pour obtenir plus de précision, il suffit d'augmenter l'échelle en prenant 2cm pour  $1\Delta$  par exemple.



Sur l'écran d'un frontofocomètre à projection, l'exemple donnerait l'image ci-contre.

Noter que les deux prescriptions ci-dessous sont équivalentes (à l'arrondi près) :

**OD : Prisme  $3.10\Delta$  à  $240^\circ$**

**OD : Prisme  $1.50\Delta$  temporale +  $2.75\Delta$  inférieure**

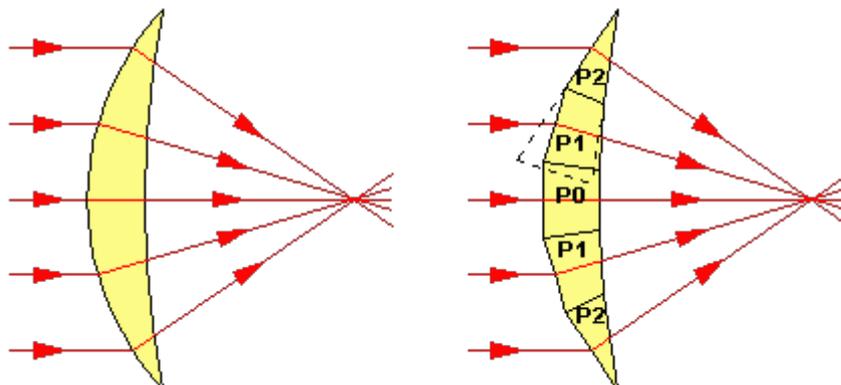
## Décomposition

Imaginons que l'on remplace les surfaces sphériques d'un verre par des portions de surfaces planes. On s'aperçoit que l'on obtiendrait un empilement de prismes.

### Cas des verres convexes :

Dans le cas de verres convexes (verres convergents) comme le montre le schéma ci-dessous, on peut déduire les éléments suivants :

- Au centre du verre on obtient un prisme nul ( $P_0 = 0$ ) car les deux surfaces sont parallèles. Les rayons lumineux ne sont donc pas déviés, c'est à cet endroit-là que passe l'axe optique.
- Tous les prismes ont leur base tournée vers le centre du verre, c'est pourquoi tous les rayons convergent.
- Plus on va vers le bord, plus les prismes sont forts ( $P_2 > P_1$ ), c'est la raison pour laquelle les rayons vont tous converger vers le même point.

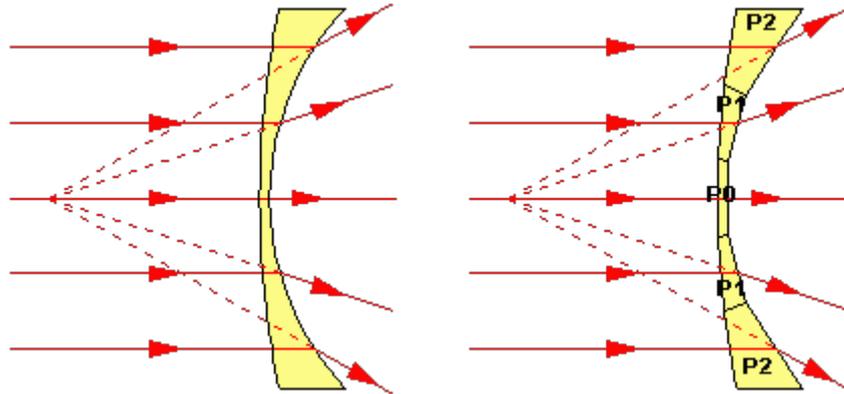


**Verre convexe décomposé en prismes empilés**

### Cas des verres concaves :

Dans le cas de verres concaves (verres divergents), on peut déduire les éléments suivants :

- Au centre du verre on obtient un prisme nul ( $P_0 = 0$ ) car les deux surfaces sont parallèles. Les rayons lumineux ne sont donc pas déviés, c'est à cet endroit-là que passe l'axe optique.
- Tous les prismes ont leur base tournée vers le bord du verre. C'est pourquoi tous les rayons divergent.
- Plus on va vers le bord, plus les prismes sont forts ( $P_2 > P_1$ ), c'est la raison pour laquelle les rayons divergent tous en semblant provenir du même point.



**Verre concave décomposé en prismes empilés**

### Conclusions :

- Un verre optique est en fait, un prisme dont l'angle au sommet, varie du centre vers le bord.
- Si on considère un point infiniment petit du verre, on ne peut définir en ce point qu'une valeur prismatique.
- La puissance dioptrique d'un verre est une variation de prisme sur une portion de surface. Il n'est donc pas possible de définir la puissance d'un verre en un point infiniment petit. Le diamètre d'ouverture du porte verre des frontofocomètres est donc très important, si on augmente ou réduit ce diamètre, la puissance mesurée peut être différente.
- Il n'existe pas d'étalon maître de puissance dioptrique car c'est une unité de mesure déduite. Seul le rayon de courbure d'une surface et sa sphéricité, peuvent être rattachés à un étalon maître.
- La valeur prismatique d'un verre dépend de l'endroit où on la mesure.