

Conditions de stigmatisme des prismes.

La recherche des conditions de stigmatisme des objets d'optique doit être très ancienne, elle a dû suivre de près l'invention de l'optique géométrique par Képler au XVII^{ème} siècle. Aussitôt les premiers instruments construits on s'est évidemment préoccupé de les améliorer, or les règles du stigmatisme offrent les moyens en même temps les plus simples et les plus efficaces d'y parvenir. Malheureusement ces moyens ne sont pas universels: de nombreux problèmes demeurent insolubles.

La découverte des lentilles achromatiques par un français inconnu, au moment où Newton proclamait à Londres qu'elles étaient mathématiquement impossibles, a fait faire un grand pas à l'optique, surtout après qu'on ait appris à les calculer. Pour les lentilles c'en est au point qu'on néglige actuellement l'étude du stigmatisme, en quoi on a grand tort. Pour les prismes il n'en est pas de même, l'observation des règles du stigmatisme reste le seul moyen d'obtenir de bonnes images. On a construit des prismes achromatiques, ils n'ont pas eu de succès industriel; ils corrigent l'aberration chromatique, mais les autres défauts restent trop grands.

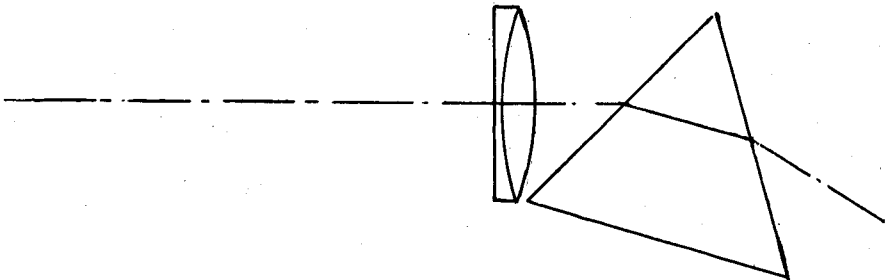
Prismes de réfraction.

Les prismes de réfraction employés d'une façon quelconque sont affectés de telles aberrations que les vieux traités d'optique ne les considèrent même pas comme capables de donner des images. Pour s'en rendre compte il suffit de placer devant l'oeil un prisme de réfraction tel qu'on les emploie pour l'enseignement. Même à 30°, ce qui est peu, les droites paraissent courbes et présentent des franges colorées très larges. Il existe d'autres défauts dont on trouvera l'énumération et le calcul dans les traités. Les prismes spécialement construits pour l'enseignement sont justement construits pour montrer ces défauts.

Les prismes de réfraction sont presque uniquement employés pour les spectroscopes, les spectrographes et les monochromateurs.

Pour que les images soient acceptables, on applique deux règles de stigmatisme.

1° On fait traverser les prismes par un faisceau de rayons parallèles entre eux: cela conduit à placer le fente, source des rayons, au foyer d'un collimateur, qui sera achromatique autant que cela sera possible, suivant le croquis ci-dessous.



2° On fait traverser le ou les prismes de façon à ce que le rayon réfracté soit perpendiculaire à la bissectrice de l'angle au sommet. C'est la position dite de "minimum de réfraction" qui doit éviter les anamorphoses, c'est à dire une déformation de l'image. On remarque aussitôt que ces dispositions ne peuvent être réalisées que pour un

rayon moyen choisi arbitrairement. Ce défaut ne doit pas être très gênant, car on n'en parle pas dans les traités que j'ai lus.

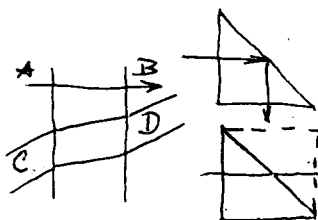
A remarquer que la dispersion des couleurs par les prismes est beaucoup plus grande vers le bleu que vers le rouge. Elle n'est pas proportionnelle à la longueur d'onde et il s'en faut de beaucoup. Pour obtenir une dispersion proportionnelle, il faut avoir recours à des spectroscopes à réseau.

Prismes de réflexion. Ils donnent tous des images parfaites, j'en donne la nomenclature incomplète dans ma feuille K. On s'est donné pour tâche en en dessinant l'épure, de respecter une règle de stigmatisme qui leur est particulière, la voici.

Un rayon du faisceau, perpendiculaire à la face d'entrée, doit être aussi perpendiculaire à la face de sortie. Je dois spécifier cependant que cette règle n'est absolue que pour les objets placés à l'infini.

Quoi qu'il en soit, pour l'œil nu, le résultat est toujours bon pourvu que l'objet ne soit pas très proche et si le verre est peu dispersif; mais pour l'usage d'instruments il faut faire quelques calculs.

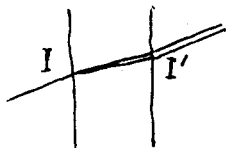
Exemple de prismes de réflexion stigmatiques. Le prisme de ce genre le plus simple est le prisme isocèle rectangle (n° 8 de la feuille K), une construction géométrique simple permet de transformer la figure, de façon à ce que le rayon perpendiculaire à la première face, au lieu d'être réfléchi à 90°, se propage directement. Le résultat est une lame à faces



parallèles. Or les lames à faces parallèles sont stigmatiques pour les rayons parallèles entre eux, il suffit d'observer que le rayon A B de la figure ci-contre se propage en ligne droite, comme si le prisme n'existait pas et que le faisceau C D sort du verre parallèlement à sa direction à son entrée dans le verre. L'image virtuelle de l'objet à l'infini ne subit donc pas de modifications sauf un déplacement vers l'axe. Evidemment pour un objet à l'infini, ce déplacement est insensible et cet infini est très proche pour l'œil et il n'est pas bien loin non plus pour un objectif photographique.

Ce rapprochement ne serait sensible que pour des épaisseurs gigantesques qui sont inusitées. Tous les autres prismes de réflexion sont construits sur le même principe.

L'aberration chromatique existe, les deux faces parallèles ne la corrigent pas, mais elle disparaît d'elle-même lorsque l'œil n'est pas trop loin du prisme. Isolons un seul rayon. Au point I, les deux couleurs extrêmes du spectre se séparent, le rouge d'un côté, le bleu de l'autre, de même pour les autres couleurs.

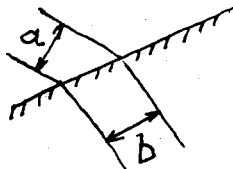


En I' la dispersion se produit de nouveau mais en sens inverse, le rayon bleu devient parallèle au rayon rouge: ils forment un pinceau de rayons parallèles mais de couleurs différentes. Si ce pinceau ne dépasse pas le diamètre de la pupille, les couleurs se recomposent dans l'œil et l'œil voit un point blanc à l'infini.

Comme les objectifs photographiques ont, en général une ouverture absolue beaucoup plus grande que l'œil, le fonctionnement en est facilité.

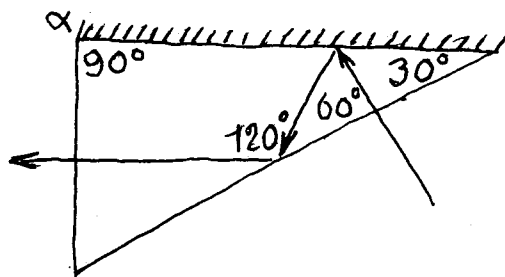
Quand on forme l'image d'un objet sur une surface réfractante ou si on y place l'objet lui-même, le stigmatisme de la surface est absolu. Comme démonstration il suffit d'observer que les rayons émergents, colorés ou non, sont tous issus du même point. Pour l'aberration chromatique ici non plus il ne faut pas que le faisceau dispersé soit plus large que

la pupille. Il en est de même si on forme l'image sur le centre optique d'un objet d'optique, pas exemple un prisme. Par cet artifice on ne peut pas déplacer une image, mais on peut changer la direction du faisceau, mais attention au pouvoir dilatant des prismes qui ne sera corrigé que dans le cas où le prisme sera à sa position de minimum de réfraction.



Pouvoir dilatant

$$b > a$$



On trouvera ci-dessous l'épure d'un prisme de réflexion respectant les règles du stigmatisme. C'est le prisme n° 11 de la feuille K. Son nom est "Prisme à 30°".

La disposition est très élégante au point de vue géométrique, en effet tous les angles sont des multiples de 30°, mais elle n'est pas impérative et ce n'est pas toujours la meilleure. On peut construire des prismes avec d'autres angles que 30°. C'est ce qui a été fait avec grand succès pour le prisme de l'Alpa, n° 25 de la feuille K, dans lequel l'angle α ne mesure plus 90°. Il a un très grand angle de champ surtout à cause de son toit, c'est un prisme remarquable. J'ai construit moi-même avec plein succès des prismes analogues, de même formule mais avec d'autres angles. Voici la mesure de deux des angles pour trois de ces prismes. 100°, 26°; 111,5°, 22°; 92°, 28,5°.