



Réfraction : La distance verre-œil importe !

Mathilde Sebag, Dominique Meslin

Si l'effet de la distance verre-œil sur la correction optique est bien connu, il est en revanche rarement pris en compte, sauf dans le cas de fortes corrections. Tant que les verres optiques n'étaient proposés que par pas de 0,25 dioptrie, cela portait peu à conséquence. Mais aujourd'hui, avec la possibilité de déterminer la réfraction par pas de 0,01 dioptrie* et les verres qui y sont associés, la connaissance de la distance verre-œil et sa mesure prennent une importance toute particulière.

Cet article revient sur les effets optiques de la distance œil-verre, montre combien la distance œil-réfracteur peut varier et comment la distance verre-œil peut désormais être prise en compte pour un calcul précis de la puissance des verres correcteurs.

Les lois de l'optique physiologique l'imposent... la puissance de la correction optique d'une amétropie dépend de la distance à laquelle le système optique correcteur est placé devant l'œil ! Ainsi, toute prescription optique de verres de lunettes est fonction de la distance verre-œil et devrait théoriquement être accompagnée de la distance réfracteur-œil pour laquelle elle a été établie. Mais en pratique, cette distance est rarement précisée.

L'importance de la distance verre-œil est bien connue des contactologues, lesquels ajustent vers le convexe la puissance correctrice des lentilles à partir de la correction lunettes. C'est également le cas pour la chirurgie réfractive, pour laquelle la réfraction trouvée est ajustée au plan de l'œil.

Concernant les verres de lunettes, l'effet optique dépend de la puissance de la correction et reste le plus souvent assez faible ; il n'est généralement pas pris en compte car il n'atteint pas la valeur de 0,25 dioptrie (D) correspondant au pas de puissance des verres traditionnels, excepté pour les fortes corrections. On estime en effet qu'il faut une variation de 5 mm ($\pm 2,5$ mm) avec une puissance de 5,00 D induisant une variation de 0,125 D pour justifier un changement de correction d'un pas de 0,25 D (cf. *infra*).

Mais aujourd'hui, avec les nouveaux réfracteurs à variations continues de puissance permettant de déterminer la réfraction au centième de dioptrie (0,01 D)*, il

est devenu nécessaire de considérer cet effet dès les faibles puissances. Ainsi, une même variation de 5 mm ($\pm 2,5$ mm) avec une puissance de +2,00 D produit une variation de 0,02 D qui est suffisamment significative pour être considérée.

Dans cet article, nous ferons d'abord un rappel des effets optiques de la distance verre-œil ; nous montrerons ensuite, sur la base de mesures réalisées sur des patients, combien la distance du réfracteur à l'œil peut varier et nous aborderons, enfin, la mise en œuvre pratique de ce nouveau paramètre de distance verre-œil avec la nouvelle génération de verres par pas de 0,01 D désormais disponibles.

Rappel des effets optiques de la distance verre-œil

Le principe optique de base de la correction de toute amétropie est de faire en sorte que le foyer image du système optique, verre ou lentille, placé devant l'œil coïncide avec le *punctum remotum* de l'œil à corriger. De cette manière, le système optique correcteur, qui forme à partir d'objets situés à l'infini des images optiques situées dans le plan focal image du verre, projette optiquement ces images au *remotum* de l'œil qui, par conséquent, les voit nettes, en son état désaccommodé. C'est ainsi que l'œil amétrope retrouve la situation optique de l'emmétrope.

* Réfracteur Vision-R800 développé par Essilor Instruments.

** Pour les verres avec option AVA - Advanced Vision Accuracy - disponibles par pas de 0,01 D.

Optique

Ce principe de base a une conséquence simple : si la position du système optique correcteur est modifiée – autrement dit si la distance du verre à l'œil est modifiée –, sa puissance doit être ajustée afin de conserver la position du foyer image F' en coïncidence avec le *punctum remotum* R, lequel ne change pas de position puisqu'il est lié à l'œil (figure 1). En conséquence, si un verre est éloigné de l'œil, sa puissance doit être modifiée vers le concave, et s'il est rapproché de l'œil, sa puissance doit être modifiée vers le convexe, et ce quelle que soit sa puissance positive ou négative.

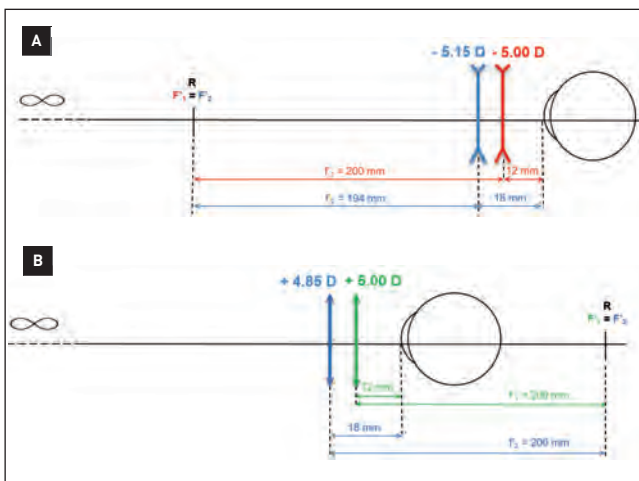


Figure 1. Ajustement nécessaire de la réfraction avec la modification de la distance verre-œil.
A. Cas d'un myope corrigé par un verre de $-5,00\text{ D}$ à 12 mm : la puissance du verre doit être ajustée à $-5,15\text{ D}$ si le verre est éloigné de 6 mm .
B. Cas d'un hypermétrope corrigé par un verre de $+5,00\text{ D}$ à 12 mm : la puissance du verre doit être ajustée à $+4,85\text{ D}$ si le verre est éloigné de 6 mm .

Si l'on réalise le calcul des effets optiques produits pour toutes les puissances de corrections et de variations de distance verre-œil, on peut les représenter sous la forme de courbes telles que celles présentées sur la figure 2. Celles-ci donnent les variations de distance verre-œil nécessaires pour induire des variations respectives de puissance de $0,25\text{ D}$, $0,125\text{ D}$ ou $0,05\text{ D}$, en fonction de la puissance correctrice. On peut par exemple y lire que pour une puissance de $5,00\text{ D}$, une variation de distance verre-œil de 5 mm , soit $\pm 2,5\text{ mm}$, induit une variation de $0,125\text{ D}$. On observe ainsi les effets significatifs que peuvent avoir les variations de la distance verre-œil sur la correction optique.

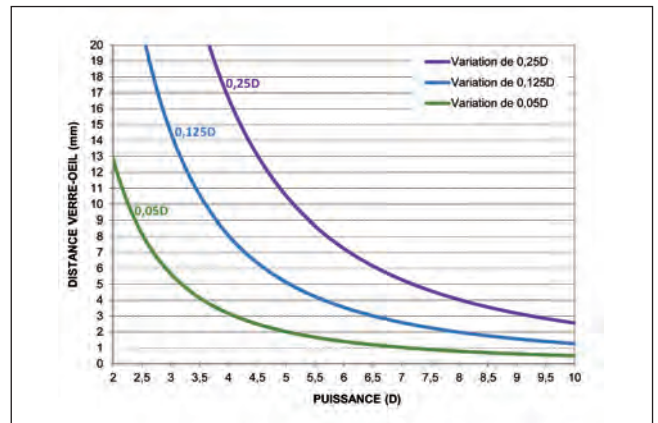


Figure 2. Variations de puissance induites par une variation de distance verre-œil en fonction de la puissance du verre correcteur.

La distance œil-réfracteur peut varier très significativement !

Afin d'illustrer notre propos, une série de mesures de la distance œil-réfracteur pour des patients mis en situation d'examen de réfraction a été réalisée. Pour cela, un réfracteur permettant d'effectuer des mesures précises au moyen de caméras vidéo a été utilisé*.

L'expérience a consisté à mesurer la distance œil-réfracteur sur un échantillon de 50 patients sélectionnés au hasard. En pratique, la position du réfracteur a été réglée, pour une patiente de référence, à une distance de 12 mm par ajustement de l'appui-front et la position du réfracteur a été conservée inchangée pour toutes les mesures réalisées avec les autres patients.

Chaque mesure a été réalisée comme suit : le patient est installé derrière la tête de réfracteur, le regard en position primaire, et observe un écran de tests situé à 5 mètres ; la distance interpupillaire du réfracteur est ajustée pour chaque œil ; grâce aux caméras vidéo situées

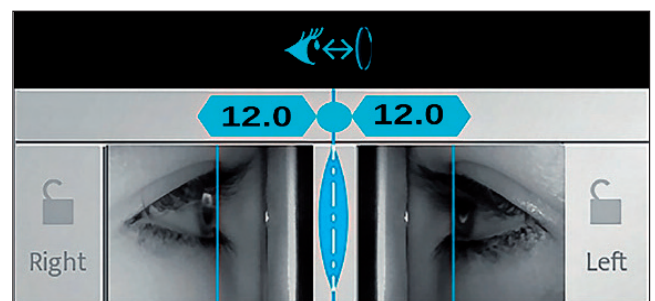


Figure 3. Mesure de la distance œil-réfracteur par caméras vidéo.

à l'arrière de chaque demi-tête du réfracteur, des photos des 2 yeux du patient sont prises latéralement et apparaissent sur la console de commandes du réfracteur (figure 3). Un réticule virtuel peut alors être ajusté et positionné en correspondance avec le sommet cornéen de chaque œil. L'ajustement est dans un premier temps réalisé binoculairement, puis, si une différence apparaît entre l'œil droit et l'œil gauche, il est ajusté monoculairement. Le système indique alors précisément la valeur de la distance œil-réfracteur par pas de 0,5 mm et celle-ci peut être enregistrée. Pour chaque patient, la mesure a été effectuée 3 fois, en demandant au patient de se reculer du réfracteur puis de se repositionner derrière lui. De plus, 30 mesures consécutives ont été réalisées sur un patient de référence, en lui demandant de se reculer puis de se repositionner entre chaque mesure.

Les résultats de ces mesures sont rassemblés sur la figure 4. Ils montrent, d'une part, que la distance œil-réfracteur varie en fonction des patients sur une plage de 15,5 mm – de 4,0 mm pour la plus petite à 19,5 mm pour la plus grande – et que la valeur moyenne s'établit, pour

l'expérience, à 11,1 mm avec un écart-type de $\pm 3,11$ mm, ce qui est considérable ; et, d'autre part, que pour les mesures répétées sur un même sujet, la distance œil-réfracteur varie sur une plage de 5,0 mm avec un écart-type de $\pm 1,31$ mm, ce qui est aussi très significatif. Il apparaît donc très clairement que la distance de l'œil au réfracteur est un paramètre éminemment variable en fonction de la morphologie de la tête du patient, mais également de la posture adoptée par le patient derrière le réfracteur. Ces mesures démontrent donc que le paramètre de distance œil-réfracteur, souvent ignoré, ne peut être négligé pour l'établissement d'une correction optique précise.

Prise en compte pratique de la distance verre-œil

Ajustement de la distance œil-réfracteur

Si l'importance de la distance verre-œil est bien connue, sa prise en compte est assez variable. En pratique, il est assez rare que la distance œil-réfracteur soit considérée lors de la réfraction et encore moins qu'elle soit mesurée. Elle est le plus souvent vérifiée et ajustée lors du positionnement du réfracteur devant la tête du patient, afin de correspondre à une valeur moyenne. Il est cependant important de rappeler :

- qu'elle peut varier considérablement d'un patient à l'autre pour une même position de l'appui-front (comme nous l'avons montré) et il est donc essentiel d'ajuster avec précision la position de la tête du réfracteur devant les yeux du patient ;
- qu'elle peut varier significativement en fonction de la posture de la tête du patient – se réduire si le patient relève la tête et augmenter s'il la baisse – et qu'il est donc important que le patient soit confortablement installé afin de ne pas avoir tendance à changer de position en cours de réfraction ;
- qu'elle peut varier significativement au cours de la réfraction et qu'il est alors important de vérifier la distance œil-réfracteur en fin d'examen, en particulier pour les corrections de fortes puissances et pour la prescription de verres précis.

La distance œil-réfracteur est un paramètre auquel il est rarement porté attention. Avec les réfracteurs classiques, elle peut être vérifiée, mais difficilement mesurée. Avec les réfracteurs modernes*, il est désormais possible d'en réaliser précisément la mesure au moyen de caméras vidéo et de contrôler ce paramètre avec précision, en particulier pour sa prise en compte dans le calcul des verres.

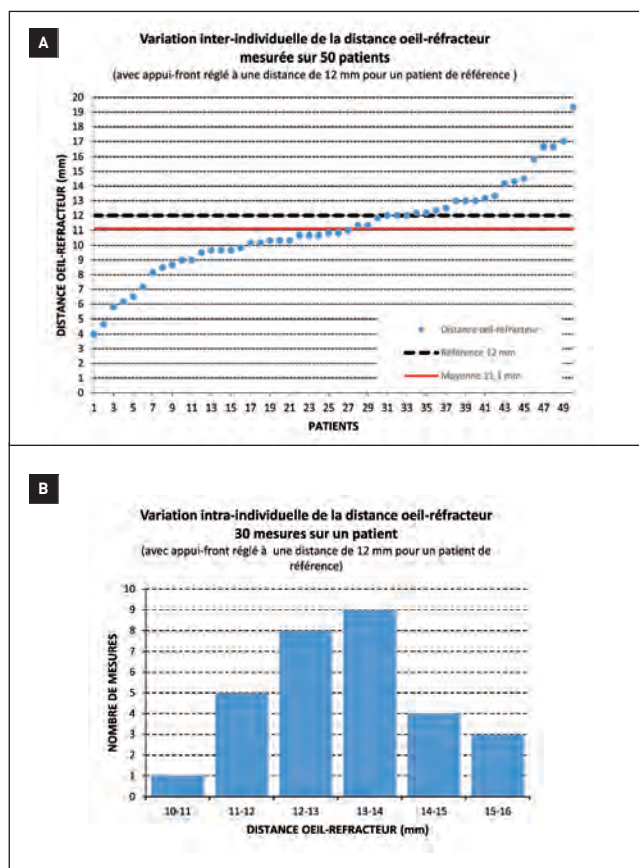


Figure 4. Variation inter- et intra-individuelle de la distance œil-réfracteur.

Mesure de la distance œil-monture

S'il est important de pouvoir connaître avec précision la distance œil-réfracteur, cela ne fait réellement sens que si l'on peut aussi mesurer la distance œil-monture. Pour cela, les opticiens disposent de différents systèmes : au-delà d'anciens mesureurs manuels peu utilisés, les colonnes et les tablettes électroniques de prises de mesures aujourd'hui disponibles le permettent. L'objet n'est pas ici de les passer en revue. Précisons simplement que ces systèmes fonctionnent le plus souvent sur la base de prises de vue multiples de la monture et des yeux du patient, qui permettent de reconstituer leurs positionnements relatifs dans les 3 dimensions de l'espace et de calculer précisément la distance qui sépare le plan de la monture du sommet de la cornée de chaque œil. Ainsi, la distance œil-monture peut être mesurée et ensuite utilisée pour le calcul exact de la correction optique.

Prise en compte de la distance verre-œil dans le calcul des verres par pas de 0,01 D

La distance verre-œil est un paramètre qui n'a jamais été vraiment pris en compte jusqu'à ce jour pour l'ajustement des puissances des corrections optiques. En effet, il a toujours été fait implicitement l'hypothèse que la puissance de la correction optique était établie pour la distance à laquelle les verres seraient portés, ce qui, en pratique, est rarement le cas.

Aujourd'hui, grâce aux nouvelles technologies permettant de mesurer facilement et précisément la distance œil-réfracteur et la distance œil-monture, il est désormais possible d'intégrer la distance verre-œil réelle dans le calcul même des verres. Cela nécessite sa prise en compte tout au long du parcours du patient et se réalise comme suit :

- tout d'abord, la distance œil-réfracteur est mesurée lors de l'examen de la réfraction : la valeur de la prescription est convertie, en fin d'examen, pour la distance de référence standard de 12 mm, le calcul étant effectué automatiquement par le réfracteur* ;
- ensuite, après le choix de la monture et avant la réalisation des lunettes, l'opticien mesure la distance œil-monture et l'indique au fabricant lors de la commande des verres** ;
- enfin, le fabricant convertit la valeur de la correction optique, considérée comme établie pour 12 mm, pour la distance œil-monture réelle mesurée par l'opticien, et ce juste avant la mise en fabrication du verre.

La distance verre-œil est ainsi prise en compte pendant tout le parcours du patient/client et la précision est respectée tout au long de la chaîne, depuis la réfraction jusqu'à la livraison des lunettes, en passant par la prise des mesures de centrage des verres. C'est à cette condition qu'il est possible d'apporter au patient la correction exacte de son amétropie.

Conclusion

Grâce à l'évolution des instruments de réfraction et de prise de mesures, la distance verre-œil est un paramètre qui peut aujourd'hui être mesuré avec précision. Il devient un élément complémentaire de la prescription qui peut être pris en compte dans la réalisation des verres de haute précision**. L'opportunité s'offre ainsi aujourd'hui à l'ensemble de la chaîne des professionnels de la vision d'apporter à leurs patients et clients une correction encore plus précise.

Pour en savoir plus

Longo A, Meslin D. Une nouvelle approche de la réfraction subjective. Cahiers d'Ophtalmologie. 2019;230:59-63.

Barthélemy B., Thiébaud T. In Contactologie. 2^e éd. Optique et Vision. Lavoisier. 2012.pp 293-305.

Gatinel D. Distance verre-œil, at www.gatinel.com/recherche-for-

[mation/optique-paraxiale-et-points-cardinaux/formule-de-vergence/](http://www.gatinel.com/recherche-for-mation/optique-paraxiale-et-points-cardinaux/formule-de-vergence/), mise à jour 2019.

Opticians The influence of back vertex distance in ocular refraction, at www.opticianonline.net/news/the-influence-of-back-vertex-distance-in-ocular-refraction, 2005.