



Orthokératologie : pour une correction plus naturelle ?

Richard Luscan

L'orthokératologie, pourtant introduite en France depuis une bonne dizaine d'années (2003), soulève encore pour certains quelques points d'inquiétude ou interrogations. Parmi ceux-ci, nous retiendrons ce qui relève de son mode d'action, de son innocuité à court, moyen et long terme, en particulier du fait du port nocturne des lentilles, de son efficacité réfractive, notamment sur les aberrations optiques, mais aussi de son potentiel sur l'évolutivité de la myopie. Nous aborderons ce dernier thème plus complexe dans un prochain article.

L'orthokératologie moderne n'existe que depuis une vingtaine d'année et n'a été rendue possible que grâce à deux progrès majeurs de la contactologie : le premier par la mise au point de matériaux rigides *perméables au gaz* à *hauts Dk* autorisant sans risques le port nocturne, le deuxième par la réalisation de lentilles de *géométrie à dégagements inverses* améliorant de fait l'autocentrage des lentilles. Ce dernier progrès a également été profitable aux lentilles rigides perméables au gaz (LRPG) qualifiées de géométrie « confort » par certains fabricants en raison de leur absence de capture palpébrale supérieure.

Le mode d'action

Rappelons d'abord le caractère très inhomogène des hauteurs cellulaires épithéliales cornéennes, de la profondeur vers la surface cornéenne. Couramment hautes de 12 à 15 μm et vaguement cylindriques à l'étage germinatif, massées par le clignement et la partie tarso-conjonctivale plus rigide des paupières, elles ne font plus que 3 μm en superficie. L'action de l'orthokératologie relève pour partie du même principe : l'effet réfractif est en effet obtenu par un remodelage cornéen central. Il sera réalisé et entretenu par le massage nocturne cornéen induit par la lentille à géométrie personnalisée, par l'intermédiaire du film lacrymal, mais aussi par la pression du tonus palpébral.

La lentille aura donc de fait deux actions :

- une *compression-lissage centrale* responsable d'un amincissement central épithélial qui pourra atteindre jusqu'à la moitié de l'épaisseur épithéliale soit 25 à 30 μm ,

- une *décompression-hydratation périphérique* dans la zone du réservoir, responsable d'un épaissement épithélial possible de 25 à 30 μm (figure 1).

L'effet réfractif potentiel est donc voisin de 6 D (environ 10 $\mu\text{m}/\text{D}$) mais dépendra surtout de l'excentricité cornéenne, c'est-à-dire de sa pente.

On notera aussi une discrète diminution de la longueur axiale (par amincissement épithélial à l'apex de 25 à 30 μm soit 0,10 D pour 330 $\mu\text{m}/\text{D}$) qui, associée à un minidécambrement stromal (par déshydratation centrale avec diminution de l'œdème physiologique sous-lenticulaire nocturne), donnera une correction complémentaire de 0,34 à 0,57 D [1].

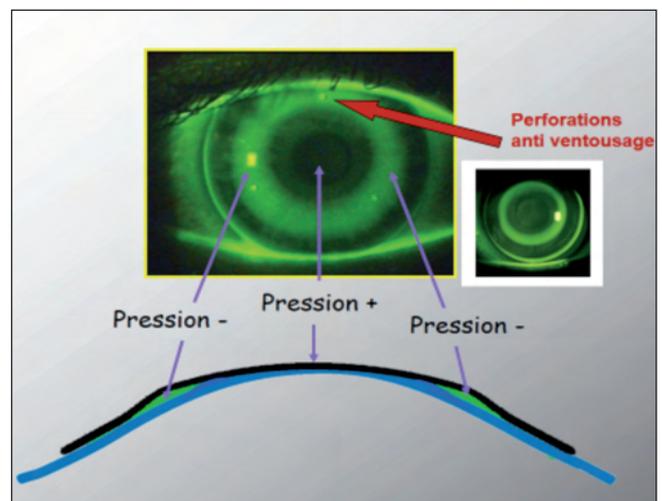


Figure 1. Une action de massage cornéen par la lentille, mais toujours par l'intermédiaire du film lacrymal (document services techniques Menicon).

Garches

Contactologie

Aucun marquage épithélial à fluorescence positive ne doit être toléré.

La présence de micro-empreintes liées au piégeage de microbulles au niveau du réservoir est en général acceptable et transitoire après l'ablation matinale des lentilles. L'usage de gel à haute viscosité à la pose peut aussi les favoriser.

Une action purement épithéliale, donc réversible !

Prenons l'exemple d'un œil myope de -2D avec un diamètre de zone optique de traitement de 5 mm, une

moyenne de l'épaississement périphérique sur huit zones de 55,8 µm environ et un amincissement maximal central de 38 µm environ. L'effet réfractif théorique sera d'environ 1,80 D + 0,3 D = 2,1 D avec l'équivalence 10 µm = 1 D.

- 55,8 µm (moyenne de l'épaississement périphérique) - 38 µm (amincissement maximal central) = 17,8 µm,
- la formule de Munnerlyn¹ donne 20,9 µm ($5,62/3 = 10,453 \times 2 = 20,906 \mu\text{m}$),
soit un effet stromal de 20,9 µm - 17,8 µm = 3,1 µm.

L'approche théorique de la formule de Munnerlyn et la pachymétrie épithéliale confirment donc un effet épithélial réfractif épithélial dans ce cas d'environ 85 % (17,8/20,9) (figure 2).

La modification cornéenne antérieure provoquée par la lentille d'orthokératologie ne se retrouve pas sur la topographie de la face postérieure comme le confirme l'orbiscan (figure 3).

Il n'y a donc aucun « warpage », c'est-à-dire aucun *gauchissement*, même temporaire, des fibres collagènes cornéennes stromales.

L'orthokératologie n'entraîne pas plus de risques qu'un autre équipement de contactologie

Pour ce qui est du risque du port permanent à long terme des LRPG, notre expérience est désormais supérieure à vingt ans.

Nous savons qu'il induit un polymétagisme cellulaire endothélial avec poikilocytose, lequel est également retrouvé avec un port discontinu à long terme de lentilles souples. Ce phénomène est aussi connu pour être partiellement réversible et n'a donc que peu d'incidence sur le port prolongé [2].

L'hypodensité des kératocytes a aussi été décrite, mais elle n'est pas retrouvée par tous les auteurs.

La perméabilité au gaz des lentilles rigides, qui semble encore bien supérieure à celle des silicone-hydrogel à

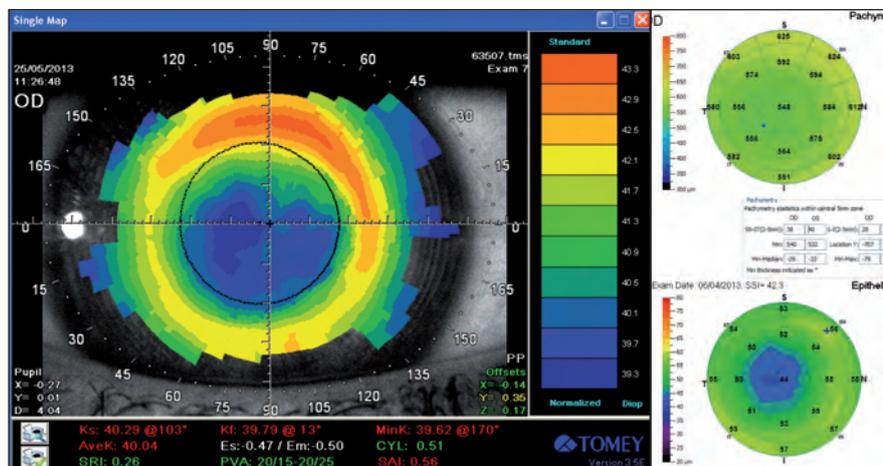


Figure 2. Le mode d'action est purement épithélial comme en témoigne la pachymétrie épithéliale réalisée sur ce patient myope de -2 D (courtoisie A. El Maftouhi, Explore Vision).

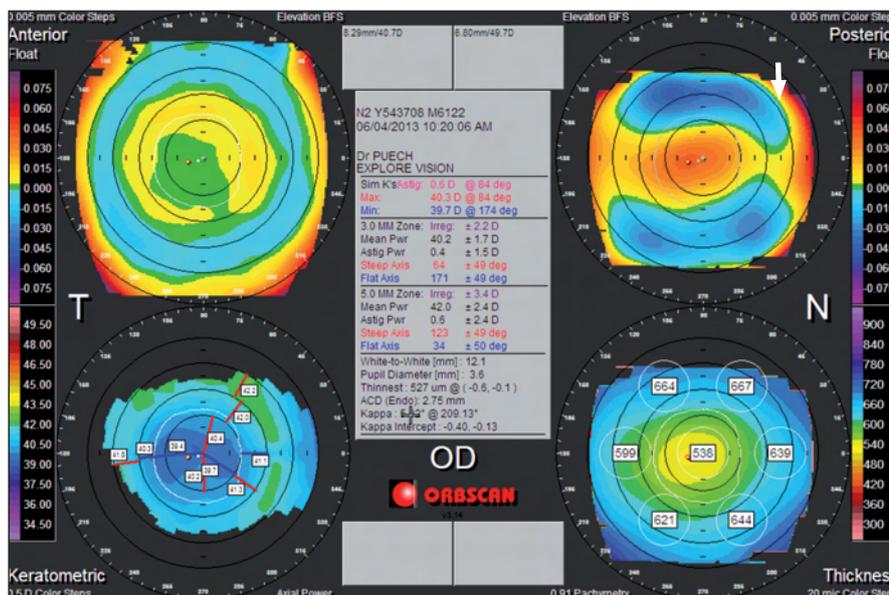


Figure 3. Aucune modification de la face cornéenne antérieure n'est retrouvée en face postérieure à l'orbiscan (document de A. El Maftouhi, Explore Vision).

1. La formule de Munnerlyn permet la modélisation du profil de photoablation démyopisante. Utilisée en chirurgie réfractive pour une approche théorique de l'effet réfractif, elle s'applique également en orthokératologie.

hauts Dk [3], garantit le respect de l'homéostasie cornéenne et un moindre risque de greffe bactérienne épithéliale. Rappelons aussi que les lentilles utilisées comportent un réservoir de larmes pourvoyeuses d'oxygène dont la clairance calculée n'est jamais nulle et a été vérifiée par l'adaptateur.

Toutefois, une surveillance régulière visera à éliminer tout risque d'effraction épithéliale cornéenne rendue possible par une géométrie mal adaptée ou encore une lentille trop rayée ou ébréchée. Ceci est d'importance car le port continu diminue la sensibilité cornéenne d'environ 10 % [4]. Enfin, A. Sarfati n'a constaté aucune complication infectieuse dans son étude de 2004 [5]. Les complications infectieuses dramatiques et toujours classiques en contactologie (*Acanthamoeba* et *Pseudomonas aeruginosa*) relèvent du non-respect des règles élémentaires d'hygiène.

Sous réserve du respect des protocoles d'adaptation par le praticien, d'une surveillance régulière (4 à 6 mois) et du respect des règles d'entretien par le patient, l'usage des lentilles d'orthokératologie s'avère être sans plus de risques que celui des autres équipements de contactologie.

Aberration optique et qualité visuelle en orthokératologie

Élimination de deux dioptries et respect du film lacrymal

Le premier apport de l'orthokératologie est la suppression des deux dioptries correcteurs antérieur et postérieur habituels, qu'ils soient ceux des verres ou ceux des lentilles. Il y a donc un retour à une physiologie cornéenne et lacrymale normale en période diurne, ce qui est très apprécié des porteurs, en particulier lors du travail sur écran. Le recours à des larmes artificielles de substitution devient plus anecdotique, ce qui n'est pas toujours le cas après chirurgie réfractive.

Aberrations optiques et retour à la physiologie normale

Une autre des principales critiques des détracteurs du remodelage cornéen par lentille est l'induction d'aberrations optiques. Cette critique est exacte mais elle est souhaitée pour une bonne adaptation (*Bull's eye*). Elle est nécessaire au bon fonctionnement de la méthode, en particulier pour son effet sur la freination de la myopie. Elle correspond à la classification Z0/4 des polynômes de Zernicke (figure 4).

Une cornée de forme normale est sensée être prolata, c'est-à-dire avec une puissance plus positive à l'apex, au voisinage des centres optiques et de l'axe visuel voisins

mais qui seront rarement confondus (angle Kappa). En l'absence d'astigmatisme, elle est l'objet d'une excentricité d'une demi à une dioptrie inscrite dans un cercle de 2 à 2,5 mm qui correspond à une pente ou un aplatissement. L'apex cornéen sera donc responsable d'un défocus positif donc myopisant et sa périphérie aplatie d'un défocus négatif donc hypermétropique. Tout changement de courbure à l'intérieur du cercle occasionne un astigmatisme plus ou moins régulier s'il atteint le centre optique et un coma s'il reste adjacent ou en dehors.

En optique usuelle, seules les erreurs réfractives centrées sont corrigées : défocus myopique ou hypermétropique, astigmatisme symétrique ou asymétrique mais réguliers. Les autres aberrations se trouvent amoindries ou éliminées le plus souvent par les efficaces outils anti-aberrations de l'œil normal, c'est-à-dire les paupières par le contrôle de leur fente d'ouverture associée au jeu pupillaire, lui-même conditionnant l'efficacité de l'effet Stiles-Crawford. Ce dernier est lié à l'effet directionnel des cellules visuelles : les photons non captés sont absorbés par l'épithélium pigmentaire et ne peuvent plus être recaptés par d'autres cellules. Cet effet atténue la sensibilité rétinienne au bord pupillaire et renforce la sensibilité au centre de fixation qui correspond à la fovéola.

L'efficacité de l'orthokératologie repose sur la qualité de la zone optique centrale traitée par la lentille (défoc),

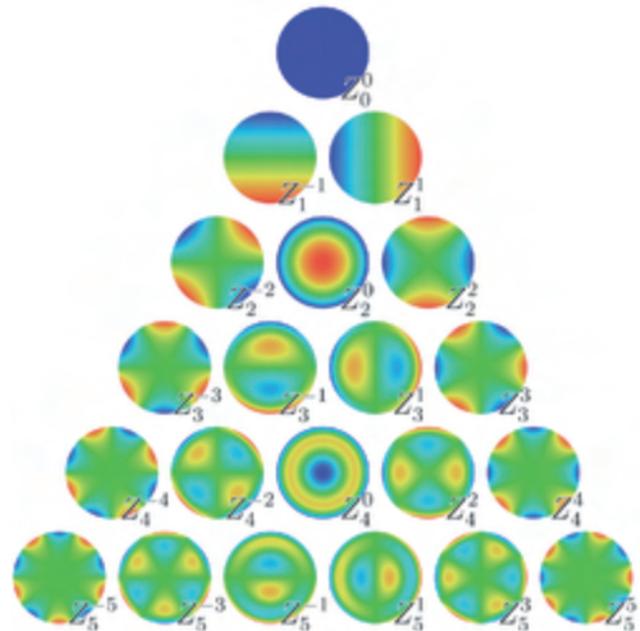


Figure 4. Polynôme Z0/4 qui correspond à une plage centrale (bleue) sans aberration (induite par la lentille, à superposer le plus possible à la pupille d'entrée, elle-même bordée par un tore à défocus myopisant (anneau jaune-rouge) (*Bull's eye*).

Contactologie

sa zone optique devant être assez large pour permettre un bon jeu pupillaire. L'orthokératologie inverse la pente d'excentricité tout en corrigeant l'amétropie centrale chez le myope et l'astigmatisme myopique (et la renforcera chez l'hypermétrope, les premières possibilités d'adaptation arrivant depuis peu chez les fabricants).

L'orthokératologie restituant chez le myope un éclairage rétinien normal, elle annihile sa pseudo-cycloplégie en lui restituant habituellement son réflexe myotique normal de fixation, améliorant ainsi sa profondeur de champ et la nécessité d'un recours accommodatif (*figure 5*). Hormis dans de très faibles conditions d'éclairage, les aberrations du demi-tore myopisant périphérique seront éliminées, mais dans ces conditions, elles favoriseront aussi la vision de près en rentrant dans l'aire pupillaire.



Figure 5. Disparition de la pseudo-cycloplégie et restauration du réflexe myotique après orthokératologie.

Apodisation pupillaire, effet Stiles-Crawford et qualité visuelle

Une pupille fixe génère des interférences par effet de bord diffractif : c'est la *tache d'Airy* (*figure 6*). Rappelons

que si la fixation se fait en $3/100^{\text{e}}$ de seconde, l'intégration mentale de l'image prend $24/100^{\text{e}}$ ce qui suppose une addition d'au moins huit fixations, soit environ huit variations de diamètre pupillaire qui induiront donc une apodisation pupillaire améliorant la qualité de l'image en favorisant l'effet Stiles-Crawford (*voir supra*).

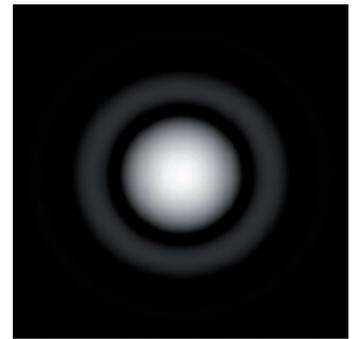


Figure 6. Effet de bord d'une pupille fixe : diffraction et tache d'Airy.

Conclusions

L'adaptation en orthokératologie restitue au porteur une vision naturelle et libre, reportant les contraintes d'usage à un port nocturne qui se fait habituellement facilement oublier. Elle doit être l'apanage de professionnels ophtalmologistes contactologues. À ces conditions et sous réserve d'une participation parentale active, elle représente l'avenir de l'équipement des enfants. Enfin, elle est totalement réversible à l'arrêt du port après délai.

Remerciements aux services techniques de Menicon et à A. El Maftouhi (Explore Vision).

Bibliographie

1. Chan B, Cho P, Mountford J. Relationship between corneal topographical changes and subjective myopic reduction in overnight orthokeratology: a retrospective study. *Clin Exp Optom.* 2010;93(4):237-42.
2. Albright RA, Venuti BD, Ichijima H *et al.* Postmarket surveillance of Menicon Z rigid gas-permeable contact lenses for up to 30 days continuous wear in the United States. *Eye Contact Lens.* 2010;36(5):241-4.
3. Ichijima H, Cavanagh HD. How rigid gas-permeable lenses supply more oxygen to the cornea than silicone hydrogels: a new model. *Eye Contact Lens.* 2007;33(5):216-23.
4. Hiraoka T, Kaji Y, Okamoto F, Oshika T. Corneal sensation after overnight orthokeratology. *Cornea.* 2009;28(8):891-5.
5. Yeh TN, Green HM, Zhou Y *et al.* Short-term effects of overnight orthokeratology on corneal epithelial permeability and biomechanical properties. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(6):3902-11.
6. Berthemey-Pellet Sylvie. Myopie et lentilles de contact. Rapport Sfoalc 2013. Med-Line Editions