

■ L'année ophtalmologique

Quoi de neuf en contactologie ?



S. HAMMOUD

COSS, PARIS.

Institut du glaucome, hôpital Saint-Joseph, PARIS.

Les innovations en matière de lentilles se concentrent sur l'amélioration de leurs performances avec les lentilles souples spirales et sclérales sur mesure, sur l'exploration de nouvelles possibilités pour en accroître la polyvalence comme le développement de lentilles intelligentes, et enfin sur l'ouverture de nouvelles voies pour garantir une meilleure hydratation, essentielle au maintien de l'équipement en lentilles.

En 2025, que vous prescriviez des lentilles de contact depuis longtemps ou que vous envisagiez de les prescrire pour la première fois, il est passionnant d'explorer les dernières avancées dans ce domaine. Au-delà des extensions et réductions de gamme, des nouvelles plateformes de formation ou des nouveaux logiciels de calcul, dont je vous présenterai un court inventaire en fin d'article, les nouveautés s'étalent autour de cinq principaux domaines et offrent un aperçu des tendances et des innovations à venir en contactologie. Après une frénésie revigorante ces dernières

années dans le domaine du contrôle de la myopie en lentilles, cette année a été plus calme sur ce sujet.

■ L'année des lentilles spirales

L'entreprise LCS est le premier laboratoire de lentilles à commercialiser cette année une lentille spirale qui transforme un faisceau lumineux en un faisceau vortex, ce qui permet d'exploiter ses propriétés en physique optique. Avec une première approche de Jones et Clutterbuck en 2001 [1], et une réalisation plus tardive par Galinier en 2019 [2], l'objectif de cette technologie est de créer un boost en vision de près en créant un vortex optique par rotation d'un microtore en face avant de la lentille avec création de nombreux points de focalisation séparés, capables de générer un comportement multifocal.

Cette technologie améliore la vision nocturne en conservant une répartition majoritaire de l'intensité lumineuse entre les foyers principaux tout en permettant de réduire les aberrations d'ordre supérieur (**fig. 1**). Cette conception novatrice exploite les propriétés astigmatiques et atténue les défauts d'anisotropie et de résolution en organisant la distribution de la puissance focale à l'intérieur de la lentille.

La lentille permet une pseudoaccommodation tout en gommant jusqu'à 0,75 D d'astigmatisme direct. Elle améliore, en lentilles multifocales, les performances de loin pour les additions *low* et *med*, et limite les effets de variations de performance en fonction du diamètre pupillaire. Il en résulte une meilleure vision

périphérique en faible luminosité de loin comme de près, avec une relativement faible sensibilité au décentrage.

En l'absence de lentilles gratuites d'essai et en raison du coût relativement élevé des lentilles (autour de 60 € par mois en sphérique et 80 € en multifocale), cette technologie diffuse pour l'instant lentement, mais gagne à être connue et réalisée chez les patients motivés et sans doute en échec d'équipement classique pour vos premières indications. Particulièrement recommandée en cas de patients avec un faible astigmatisme direct ou oblique non négligeable et intolérance aux lentilles toriques, et pour les patients faiblement astigmatés et avec une adaptation compliquée en lentille multifocale. L'Ocea™ Spiral HD (**fig. 2A**) est une lentille mensuelle qui corrige la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme jusqu'à 0,75 dioptrie directe et oblique. L'Ocea™ Spiral multifocale (**fig. 2B**) est une lentille mensuelle avec une gamme étendue de +11,00 à -11,00 D par pas de 0,25 D, avec un unique diamètre de 14,4 et 2 rayons proposés (8,4 en première intention, 8,6 si serré).

La technologie diffuse déjà et s'étend aux implants intraoculaires avec le laboratoire Rayner qui s'en empare et développe le premier implant intraoculaire spiral conçu avec l'intelligence artificielle : RayOne Galaxy et Galaxy Toric.

■ L'année des lentilles sclérales sur mesure Freeform

Devant un engouement général pour l'équipement en lentille sclérale, les laboratoires rivalisent d'innovations afin

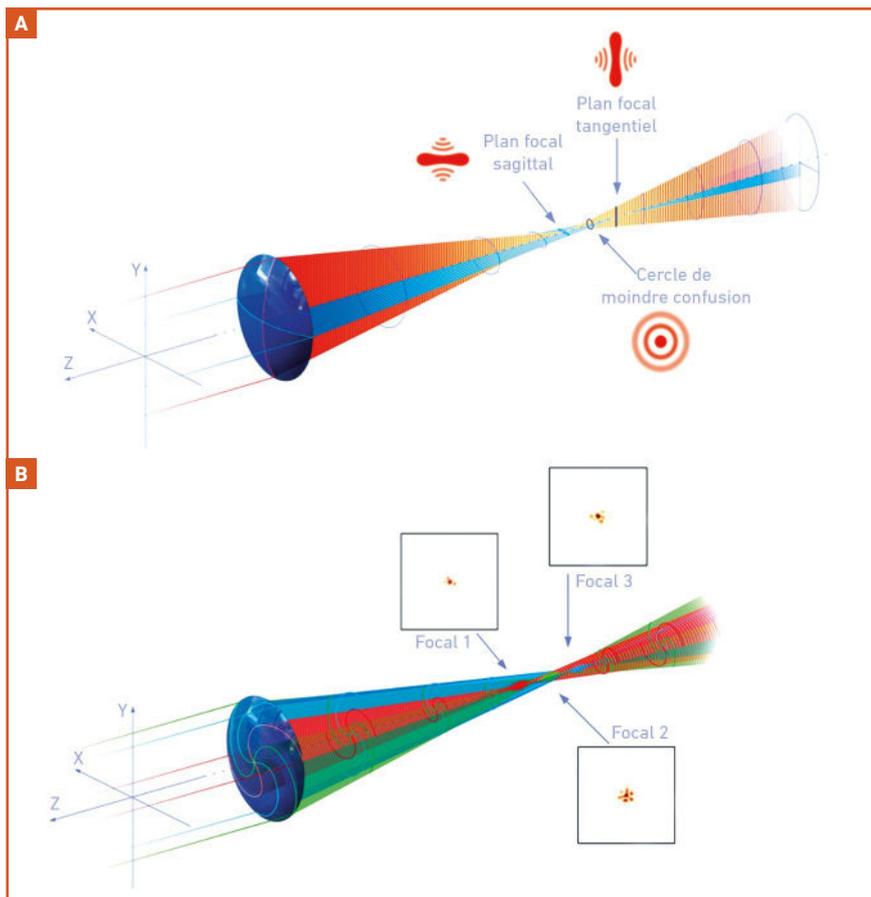


Fig. 1 : Comparaison de focalisation entre (A) une lentille astigmatique conventionnelle et (B) une lentille spirale. Une lentille astigmatique classique a des courbures différentes le long de son axe tangentiel et sagittal, ce qui conduit à plusieurs longueurs focales et à des zones de distorsion de l'image (défauts de résolution et d'anisotropie). Une lentille spirale utilise une spirale de Fermat pour organiser la distribution de la puissance focale à travers la lentille. Cela permet de répartir la puissance de manière non uniforme, divisant ainsi la surface de la lentille en deux zones équivalentes avec des focales distinctes qui convergent pour former de nouvelles zones de focalisation par interférence. Cela crée un effet multifocal, où plusieurs focales se superposent de manière contrôlée. Cela permet de mieux concentrer la lumière dans des zones spécifiques, tout en évitant la distorsion présente dans les lentilles astigmatiques classiques.

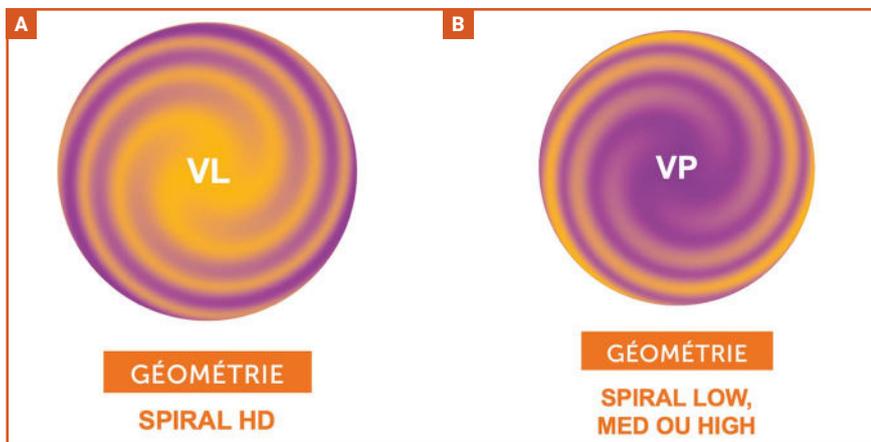


Fig. 2A et B : Design des lentilles spirales Ocea Spiral HD et Ocea Spiral multifocale.

d'éviter les décentrement, insuffisances limbiques, compressions excessives, œdèmes cornéens ou kératites aux zones d'appuis ou de faibles clairances liées à un mauvais équipement.

Les lentilles sclérales étaient initialement réalisées par technique de moulage de la surface oculaire antérieure (moule positif). À partir de ce premier moule, on fait un moule négatif. Le matériau de moulage de la lentille se limitait à cause de la chaleur nécessaire au seul PMMA. Du fait des coûts, d'une adhérence parfois gênante des lentilles moulées et des limites au niveau de l'oxygénation du matériau, les lentilles sclérales préformées ont remplacé les lentilles moulées.

L'avenir des lentilles sclérales réside dans une renaissance de ces lentilles sur mesure par adaptation de la technique de moulage avec une mesure topographique précise de la forme oculaire antérieure prenant en compte toutes les asymétries de la sclère et du limbe et en calculant précisément la zone optique postérieure (*back optic zone diameter – BOZD*) et la flèche de la lentille.

Sur ce principe, la lentille sclérale i-Shape® de design Freeform (littéralement à forme libre, **fig. 3**) du laboratoire suisse Appenzeller, récemment commercialisée, est calculée sur mesure point par point sur le profil scléro-cornéen selon la prolimétrie (topographie sur plus de 18 mm incluant cornée et sclère). Entièrement basée sur un logiciel, avec mesure de 72 radiales, les asymétries sont transférées au point d'impact de la zone de dégagement limbique et de la



Fig. 3 : Design de l'i-Shape freeform.

L'année ophtalmologique

zone d'atterrissage sclérale de l'i-Shape (**fig. 4A et B**). La BOZD est calculée à l'aide de différentes méthodes dans le but de voûter l'ensemble de la cornée de la manière la plus uniforme possible. Tout décentrement nécessaire de la BOZD est également calculé par le logiciel sous la forme d'une sphère ou d'une toricité optimale.

Les topographes compatibles pour cette lentille sont :

- Pentacam AXL Wave, Pentacam HR
- Eaglet Eye
- Tomey Casia2 OCT

Le laboratoire LCS commercialisera également prochainement ses lentilles sclérales sur mesure AKS Freeform sur le même principe, offrant une solution

entièrement personnalisée adaptée à la forme unique de l'œil de chaque patient.

Reste à ce que nous soyons tous équipés de topographes permettant ces mesures étendues !

L'année où l'IA permet d'aider au choix des lentilles rigides dans le kératocône

L'ajustement des lentilles rigides sur un kératocône nécessite une courbe d'apprentissage parfois longue. On entend parler d'IA à longueur de congrès mais en voici ici une utilisation très concrète *via* deux études françaises [3, 4]. En intégrant une méthode d'IA de *machine learning* et de *deep learning*,

elles ont permis d'obtenir des résultats supérieurs aux méthodes de référence pour l'adaptation du rayon central des lentilles rigides sur des patients atteints de kératocône (Rose K2 de Menicon pour les deux lentilles). Les algorithmes de *deep learning* permettent d'analyser en détail les topographies cornéennes et de classifier automatiquement la sévérité du kératocône. Ils peuvent extraire des paramètres clés (courbure, élévation, épaisseur cornéenne) pour guider le choix des lentilles (**fig. 5**).

Cette approche permettrait une adaptation plus rapide pour les ophtalmologues et les patients, sans passer par une période de gêne potentielle avec des lentilles non confortables qui grèvent le pronostic d'adaptation. Reste toutefois que l'apport de l'IA dans ces études était restreint au choix du rayon central de la lentille et de son diamètre qui ne sont pas les seuls facteurs d'adaptation. Les autres facteurs demeurent pour le moment dépendants du choix de l'ophtalmologue (excentricités, diamètre optimal différent du diamètre le plus confortable, ACT et ATD pour un serrage périphérique par quadrant, gestion de la toricité régulière de la cornée, etc.) mais on peut alors imaginer voir s'étendre l'apport de l'IA à l'ensemble de ces facteurs.

À l'avenir, l'utilisation combinée de l'impression 3D et du *machine learning* permettrait de créer des lentilles 100 % sur mesure pour chaque patient. On entrevoit dans ce domaine les limites de l'IA qui ne pourra pas prédire les mouvements réels de la lentille en fonction des clignements, de l'ouverture et de la tonicité palpébrale et du film lacrymal. Mais qui sait si un jour ces limites ne seront pas également dépassées.

L'année des solutions avancées pour la gestion de la sécheresse oculaire ?

Il est encore peu probable que les patient(es) qui abandonnent réguliè-

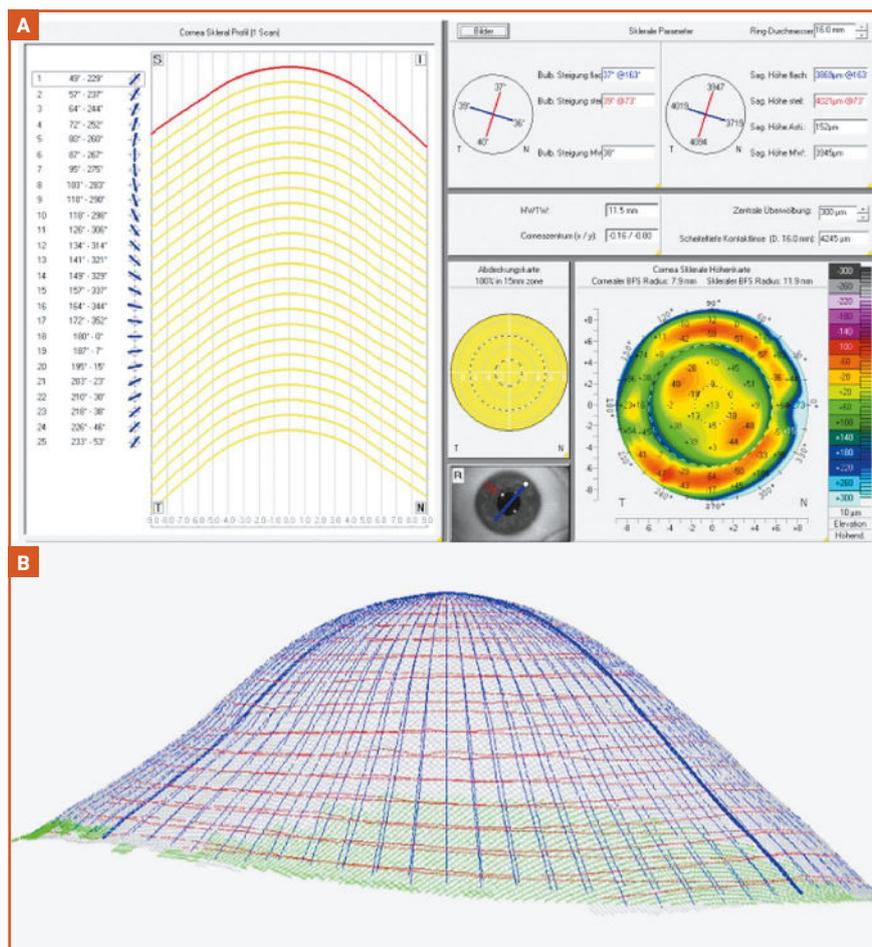


Fig. 4A et B : Calcul de la lentille par le logiciel et profil d'adaptation de la lentille i-Shape.

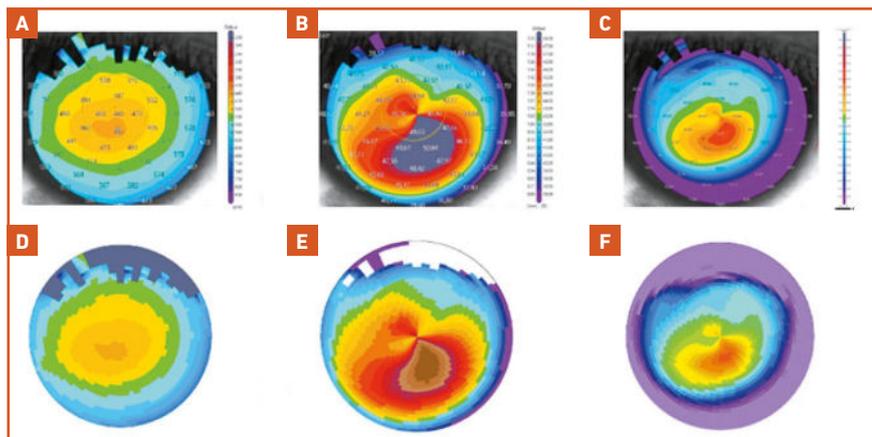


Fig. 5 : Comparaison des cartes topographiques (cartes d'épaisseur cornéenne (A, D), tangentielles (B, E), sagittales (C, F) extraites des topographes (A, B, C) vs cartes reconstruites à partir de données brutes (D, E, F). La représentation du processus de reconstruction aide à supprimer les artefacts, optimisant ainsi les données pour le pipeline d'intelligence artificielle.

rement les lentilles faute de confort ne trouvent un réconfort absolu dans les lancements ou modifications de gamme de cette année. Un gain de confort sans doute, mais pas de réconciliation probable pour les “abandonnistes”.

L'inconfort est la principale cause d'abandon des lentilles de contact. La recherche s'oriente encore et toujours sur l'apport de l'acide hyaluronique (AH) dans l'amélioration du confort et de l'hydratation des lentilles.

Vous prenez bien un peu d'AH dans votre solution d'entretien ? Une pincée d'AH dans les blisters des lentilles journalières ? Vous ne tolérez plus vos lentilles ? N'oubliez pas de mettre vos larmes à base d'AH ! Cela marche alors, pourquoi s'en priver. Toutefois, l'acide hyaluronique au contact de la lentille a une libération durant les 2-3 premières heures. Augmenter la concentration d'AH peut augmenter la concentration de relargage initial mais n'en élargit pas la durée de rémanence [5]. Majorer la concentration d'AH reste une limite devant la dégradation de l'acuité visuelle et de la vision des contrastes avec des AH à plus haute concentration (0,3 %) [6]. Par ailleurs, le coefficient de friction des lentilles souples semble évoluer en fonction de la concentration d'AH : il dimi-

nuerait avec une faible concentration et augmenterait avec des concentrations plus élevées, rendant alors la lentille moins confortable à terme [7].

Devant ces limites, de nouvelles conceptions émergent avec les lentilles de contact autolubrifiantes à bio-usines bactériennes capables de produire en continu de l'AH [8] (**fig. 6**). Ces nouvelles lentilles en phase de développement intègrent un anneau périphérique contenant les bactéries, qui assurent la production et la diffusion de l'AH pendant au moins trois semaines. La matrice en hydrogel permet de contrôler la croissance bactérienne et la libération continue du lubrifiant.

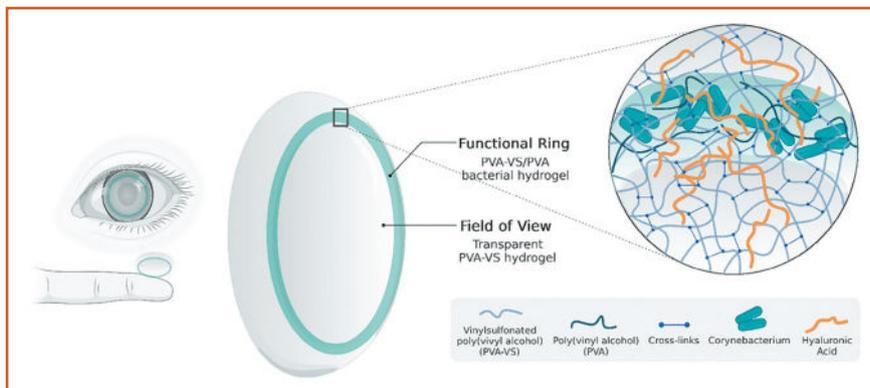


Fig. 6 : Conception et composition de la lentille de contact autolubrifiante vivante. La libération de l'AH est régulée passivement par la composition et la réticulation du réseau d'hydrogel. Celui-ci contrôle l'activité des bio-usines et le taux de diffusion du lubrifiant et détermine donc le taux d'autoréapprovisionnement et de renouvellement de la couche superficielle.

Le risque de prolifération bactérienne incontrôlée, particulièrement en cas de détérioration de la matrice (mésusage par exemple) ou de déséquilibre de la flore oculaire, reste une inquiétude à dépasser.

Des lentilles intégrant un système microfluidique de microcanaux conçus pour faciliter le déplacement des larmes entre la surface externe de la lentille et le film lacrymal sous la lentille sont en cours de développement [9]. Le mouvement naturel des paupières exerce une légère pression poussant le liquide lacrymal à travers ces microcanaux. Le flux constant de larmes sous la lentille réduit l'évaporation et maintient une hydratation stable de la cornée. Par ailleurs, ces lentilles sont plus fines que les lentilles traditionnelles, ce qui améliore le coefficient de friction. Les prochaines étapes incluent des tests cliniques approfondis sur des porteurs à long terme.

L'année des lentilles “intelligentes”

Les lentilles intelligentes : fantasme ou réalité ? L'histoire en est à ses balbutiements mais si ces avancées n'auront pas d'impact immédiat sur les prescriptions ophtalmologiques, elles suscitent déjà un vif intérêt. Il est donc essentiel de se tenir informé des évolutions en cours, car elles arrivent aux oreilles curieuses

L'année ophtalmologique

de nos patients qui sollicitent volontiers notre avis sur ces sujets.

L'émergence des *smart contact lenses* qui intègrent des capteurs et des microélectroniques ouvre la voie à de nouvelles applications en diagnostic médical et de suivi des patients.

Les deux applications les plus avancées sont la mesure de la glycémie par des capteurs miniaturisés sur les lentilles [10] et la mesure de la pression intraoculaire [11] (**fig. 7**). Cette dernière permettrait de détecter les variations de pression nocturnes pour aider au suivi des patients présentant un angle étroit ou fermable, ou simplement se dégradant sans explication et pourrait aider à la prise en charge (indication d'iridotomie ou chirurgie de la cataracte pour réouverture angulaire). À l'image d'une polysomnographie, elle pourrait être prescrite comme monitoring ponctuel. Les défis de la miniaturisation, de l'autonomie et de la biocompatibilité semblent en passe d'être surmontés.

D'autres applications résideraient dans l'instillation continue de collyres intraoculaires. Actuellement, seuls 5 % des médicaments atteignent réellement la cornée par cette voie. Des lentilles à



Fig. 7 : Photo d'un patient dont j'ai monitoré la tension oculaire à l'aide d'une lentille "Sensimed triggerfish" en 2016 à l'Institut du glaucome à Paris. La miniaturisation a permis d'améliorer le confort de ces lentilles qui étaient en essai à l'époque.

réservoir pourraient améliorer cette efficacité en assurant une libération prolongée de principes actifs comme les hypotenseurs oculaires.

Nouveau site de la SFOALC

Il est difficile de parler des nouveautés de 2024 sans parler du nouveau site de la société de contactologie ! La SFOALC refond son site avec des *replays*, des articles sélectionnés et des accès à venir sur les prochaines soirées de contactologie régionales et nationales. Ces accès nécessitent d'être membre de la SFOALC, ce qui donne également accès aux différentes soirées de contactologie, aux excellents rapports de la SFOALC édités tous les 2 ans. L'accès est gratuit pour les internes et CCA/assistants/DJ et de 100 € par an pour les ophtalmologues salariés ou libéraux.

Règlementation des mentions à apposer sur une ordonnance médicale ou orthoptique de lentilles

Il est désormais mentionné légalement dans un arrêté du 12 juillet 2024 relatif aux caractéristiques essentielles des lentilles de contact oculaire correctrices, que l'ordonnance médicale ou orthoptique rédigée pour la délivrance par l'opticien de lentilles de contact oculaire doit comporter les caractéristiques essentielles suivantes :

- marque commerciale ;
- nom du modèle de lentille et référence dans le catalogue du fabricant ou du fournisseur ;
- type : souples ou rigides, perméables à l'oxygène/autres ;
- rayon de diamètre ;
- fréquence du renouvellement et type de port ;
- type d'entretien et nom de la solution d'entretien.

Cet arrêté s'intègre dans l'autorisation de primo-prescription des lentilles souples

par les orthoptistes dans des conditions très strictes :

- orthoptiste diplômé après 2017 ou ayant validé une formation spécifique reconnue ; patient avec réfraction comprise entre -3 et +3 dioptries et avec un astigmatisme < 1 dioptrie ;
- uniquement des lentilles souples monofocales chez des patients de 16 à 42 ans ne présentant pas de pathologies ni de contre-indication (liste définie par arrêté).

Inventaire des nouveautés importantes

Dans les énumérations des extensions et réductions de gamme et nouvelles plateformes de formation ou de logiciels de calcul, il est difficile d'être exhaustif. J'ai listé ci-dessous les principales nouveautés.

>>> Precilens

- Lentille DRL® : inscription sur la LPPR par la HAS pour la freination et correction de la myopie (5-18 ans).

- Nouvelle application web de *Click and Fit* et Easy DRL en application mobile.

- Flacon Aquadrop 2 + 10 mL : nouveau format de solution oculaire (0,4 % acide hyaluronique, sans conservateur).

>>> Menicon

- Lentilles
 - gamme Niji : large gamme de lentilles souples semi-personnalisées à renouvellement mensuel, composée de six designs (sphérique, torique, multifocal et multifocale torique, chacune disponible en vp et vl centrale) ;
 - Miru 1 Month Multifocal Toric : nouvelle lentille mensuelle.

- Communication
 - l'inspiré Menipodcast au format court animé par Françoise Ernould et Lucie Nielloud ;

– de nouveaux *e-learning* sur le Menicon Campus en ligne.

>>> Johnson & Johnson

- Lancement Abiliti® 1-Day et Overnight : première lentille en silico-hydrogel dans la freination de la myopie. Elle est complétée par l'Abiliti® Overnight en orthokératologie issue d'un partage de compétence avec le laboratoire Ménilcon.

>>> Alcon

- Lancement de la Total 30™ multifocale différente des Air Optix multifocales par leur matériel à gradient d'eau (même matériel que la Dailies Total One™).

>>> LCS

- Outre la lentille Ocea™ Spiral, les avancées sont dans la disponibilité de l'adjonction de l'Hydrapég sur toutes les lentilles de cette gamme.

- Extension de leurs gammes de produits d'entretien (Cleadow SL, GP et Soft, et sortie du Cleadow MPS avec agent AH breveté).

>>> Ophthalmic

- Les lentilles journalières Ophthalmic Sweet 1D (sphérique et progressive).

- Gamme Ophthalmic HR Perfexion : remplace la gamme Ophthalmic HR avec des améliorations en sphérique, torique et progressive.

- Gamme Ophthalmic Universel : extension avec plus de 1,5 milliard de paramètres, disponible en hydrogel et silico-hydrogel.

>>> Bausch + Lomb

- Academy of Vision Care® : formation et veille scientifique en ophtalmologie et optométrie.

- FitBetter™ : application de conversion lunettes-lentilles et guides d'adaptation.

■ Conclusion

L'année 2024 marque une étape clé dans l'évolution des lentilles de contact avec des avancées multiples et prometteuses, des lentilles spirales optimisant la vision de près aux lentilles sclérales sur mesure, en passant par l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'adaptation des lentilles rigides pour le kératocône. L'hydratation et le confort restent au cœur des préoccupations et la recherche est active dans ce domaine, en particulier dans le but d'étendre la contactologie à de nouvelles fonctions médicales grâce aux lentilles dites "intelligentes". Ces évolutions ne sont pas seulement techniques, elles redéfinissent notre approche de l'adaptation et du suivi des porteurs.

Si toutes ces avancées ne se diffusent pas immédiatement dans la pratique courante, elles témoignent d'un avenir où la lentille ne serait plus simplement un outil de correction, mais un véritable dispositif médical personnalisé, interactif et performant. L'avenir de la contactologie s'écrit dès aujourd'hui, et il ne tient qu'à nous de nous en saisir pour améliorer l'expérience et la prise en charge de nos patients.

L'auteure a déclaré les liens d'intérêts suivants : consultante pour Alcon.

BIBLIOGRAPHIE

1. JONES L, CLUTTERBUCK T. "Multifocal ophthalmic lenses" PCT patent application 10/027,602 (20 December 2001).
2. GALINIER L. "Spiral dioptre with meridians of different optical power" U.S. patent US20220244569A1 (4 August 2022).
3. RISSER G, MECHLEB N, MUSELIER A *et al.* Novel *deep learning* approach to estimate rigid gas permeable contact lens base curve for keratoconus fitting. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023;46:102063.
4. ABADOU J, DAHAN S, KNOERI J *et al.* Artificial intelligence *versus* conventional methods for RGP lens fitting in keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye*, 2025;48:102321.
5. CAFFERY B, PUCKER AD, CHIDI-EGBOKA NC *et al.* Lubricating drops for contact lens discomfort in adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 2024;9:CD015751.
6. CARPENA-TORRES C, PASTRANA C, RODRÍGUEZ-POMAR C *et al.* Changes in visual quality with soft contact lenses after the instillation of hyaluronic acid eye drops. *Cont Lens Anterior Eye*. 2021;44:101471.
7. IWASHITA H, MABUCHI K, ITOKAWA T *et al.* Evaluation of the lubricating effect of hyaluronic acid on contact lenses using a pendulum-type friction tester under mimicking physiological conditions. *Eye Cont Lens*, 2022;48: 83-87.
8. PUERTAS-BARTOLOMÉ M, GUTIÉRREZ-URRUTIA I, TERUEL-ENRICO LL *et al.* Self-Lubricating, Living Contact Lenses. *Adv Mater*, 2024;36:e2313848.
9. ZHU Y, NASIRI R, DAVOODI E *et al.* A Microfluidic Contact Lens to Address Contact Lens-Induced Dry Eye. *Small*, 2023;19:e2207017.
10. PARK W, SEO H, KIM J *et al.* In-depth correlation analysis between tear glucose and blood glucose using a wireless smart contact lens. *Nat Commun*, 2024;15:2828.
11. KAYA O, AKIF AYDIN M, TEYMOORI M *et al.* A first-in-human pilot study of a novel electrically-passive metamaterial-inspired resonator-based ocular sensor embedded contact lens monitoring intraocular pressure fluctuations. *Cont Lens Anterior Eye*, 2024;47:102102.