

DISPOSITIFS MÉDICAUX  
& PROGRÈS EN

# CONTACTOLOGIE

# Sommaire

3

## PRÉFACE

4

Mieux voir pour un meilleur confort

8

## LENTILLES RIGIDES

Compenser les pathologies complexes

12

## LENTILLES SOUPLES

Plus de confort et d'adaptabilité

15

## LENTILLES HYBRIDES

Combiner les atouts des souples et des rigides


16

## SOLUTIONS D'ENTRETIEN

L'hygiène, une priorité pour protéger la cornée

19

## GLOSSAIRE

Les mots techniques ou scientifiques expliqués sont accompagnés dans le texte du symbole 

22

## SOURCES ET REMERCIEMENTS

# Préface

## Un dispositif médical en quête de **biocompatibilité**

### **D<sup>r</sup> Louïsette Bloïse**

*Ophthalmologue, Présidente de la Société française des ophtalmologistes adaptateurs de lentilles de contacts (SFOALC)*

Lentille rigide, lentille souple, lentille hybride, lentille sclérale, orthokératologie, solution d'entretien : le champ de la contactologie est clairement identifié et, aujourd'hui, bien connu de tous. C'est le résultat d'une formidable histoire d'innovations débutée au XIX<sup>e</sup> siècle et qui se poursuit aujourd'hui avec vigueur. Avec deux objectifs en ligne de mire pour ces dispositifs : être toujours mieux tolérés pour une meilleure diffusion. Le meilleur confort possible pour un maximum d'efficacité tout en répondant à toujours plus de situations d'anomalies ou de défauts visuels : tel est le moteur constant et puissant qui anime les industriels et les professionnels de santé du secteur. Concentré sur un petit disque d'à peine plus d'un centimètre de diamètre, le travail sur les matériaux est essentiel, l'objectif étant de trouver la solution optimale entre efficacité de la correction optique et bonne tolérance.

La lentille doit avoir des propriétés les plus mimétiques possibles de celles de l'œil, tout en offrant un grand confort à son utilisateur dans la durée et ce, afin qu'il finisse par oublier son défaut visuel. Les progrès

accomplis, l'élargissement du spectre d'efficacité et le peu de gêne généré ont permis une augmentation exponentielle de son usage, le mouvement étant loin de s'essouffler. D'autant que d'autres innovations entretiennent ce mouvement.

Il en va ainsi des lentilles d'orthokératologie, portées uniquement la nuit, qui corrigent la myopie du patient pour une durée de 24 à 48 heures : le but ultime est d'oublier son défaut visuel. Les lentilles connectées, annoncées pour bientôt, promettent quant à elles d'être intelligentes et de se modifier en fonction des besoins d'accommodation de la personne. Autre piste d'innovation : la mise au point de lentilles avec des surfaces anti-infectieuses, les infections restant en effet la bête noire de la contactologie. Sans parler des nouveaux matériaux qui continuent d'être découverts et qui repoussent toujours plus loin les limites de la biocompatibilité pour toutes les sortes de lentilles, véritable moteur du développement de la contactologie !

La large diffusion de ces progrès est rendue possible par les innovations qui touchent aussi les solutions d'entretien. Celles-ci ont une importance primordiale dans la protection de la cornée et donc dans le confort de l'utilisateur. Avec, là aussi, l'objectif de peser le moins possible sur le quotidien des porteurs en offrant des usages en constante simplification. ■

# Mieux voir pour un meilleur confort

Sa finesse et sa transparence la rendent si discrète qu'on l'oublierait presque. C'est d'ailleurs tout l'objectif de la lentille de contact, petite prothèse optique transparente que l'on pose sur la cornée de l'œil pour corriger les défauts visuels et certaines pathologies oculaires. L'évolution des techniques et des matériaux a considérablement amélioré ce qui n'était, au départ, qu'un simple verre convexe<sup>©</sup> ou concave<sup>©</sup>, faisant de la lentille un accessoire du quotidien aux multiples usages.

Avec les lunettes et la chirurgie réfractive<sup>©</sup>, les lentilles de contact font partie des trois types de correction de la vision. Elles peuvent corriger tous les défauts, isolés ou associés. Le fonctionnement est le même que pour les lunettes : les lentilles focalisent la lumière et la redirigent vers la rétine afin de corriger l'acuité visuelle du porteur. Il existe des lentilles différentes pour les myopes<sup>©</sup>, les hypermétropes<sup>©</sup>, les astigmates<sup>©</sup>, les presbytes<sup>©</sup> et les personnes présentant simultanément plusieurs de ces défauts de vision.

## NAISSANCE DE LA CONTACTOLOGIE

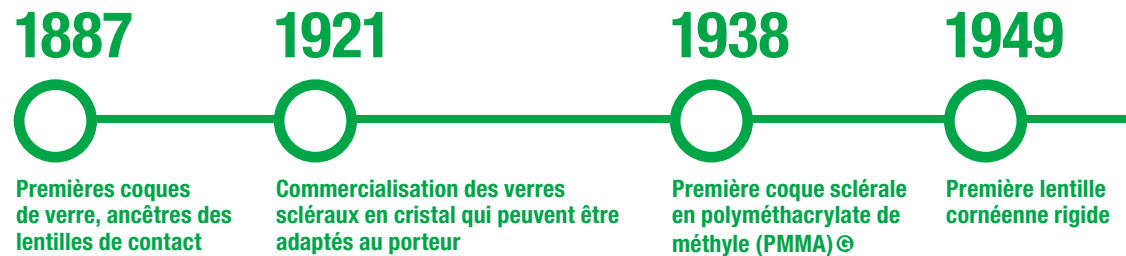
Dès 1827, l'astronome anglais Sir John Herschel suggère de surfacier une lentille de contact pour qu'elle se conforme exactement à la surface de l'œil. Il faut pourtant attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour que les premières coques en verre soufflé soient réellement fabriquées. Ces prototypes, lourds et épais, sont

## LE SAVIEZ-VOUS ?

Près de 9 jeunes Asiatiques en fin d'études sur 10 souffrent de myopie (pathologie oculaire empêchant de bien voir de loin, due à une anomalie de la longueur de l'œil) contre 1 Européen sur 3. Toutes générations confondues, ce chiffre serait compris entre 60 et 80 % en Asie, environ 33 % aux États-Unis et 25 % en Europe\*.

\* « Myopia », Ian Morgan, chercheur à l'université de Canberra en Australie, mai 2012, *The Lancet*.

particulièrement inconfortables. Recouvrant presque tout l'œil, ces lentilles sont source d'œdèmes cornéens<sup>©</sup>, obligeant les porteurs à les abandonner au bout de quelques heures. >>>





## ATOUTS ET INCONVÉNIENTS DES LENTILLES DE CONTACT

De petite taille et quasi-invisibles, les lentilles de contact n'agrandissent ou ne réduisent que très légèrement l'image : la vision périphérique est précise et non gênée par le rebord des montures. Elles ne craignent pas non plus la buée, un atout primordial dans certains secteurs professionnels (athlètes, marins, cuisiniers, acteurs etc.).

La pose des lentilles de contact nécessite toutefois une certaine habitude de manipulation. Enfin, les lentilles de contact exigent des règles d'entretien. Cette hygiène est essentielle, des lentilles mal entretenues pouvant être à l'origine d'infections.

### 1961



Découverte de l'hydrogel® qui permet de créer la lentille souple hydrophile®

### 1971



Commercialisation de la première lentille souple hydrophile

### 1975



Développement de matériaux chimiques perméables aux gaz pour les lentilles rigides

## CHIFFRE CLÉS

# 6 %

des Français sont porteurs de lentilles. La France est le 7<sup>e</sup> pays porteur de lentilles au monde, dont une forte proportion de lentilles mensuelles et bimensuelles (4,63 %) par rapport aux journalières (1,62 %).

Source : Euromcontact, 2015

>>> Quelques années plus tard, le remplacement du verre par du méthacrylate de polyméthyle (PMMA), plus connu sous le nom de plexiglas, ouvre pleinement la voie à la contactologie. Ce matériau résistant et léger est bien mieux supporté par l'œil, ce qui permet l'avènement des premières lentilles de contact.



Coupe d'un œil portant une lentille

## L'ÈRE DES LENTILLES SOUPLES

Mais ce matériau demeure trop imperméable à l'oxygène. Des lentilles plus petites, d'une taille comparable à la cornée, sont conçues en 1949 pour laisser l'œil respirer et, ainsi, être portées plus longtemps. C'est avec un souci d'optimiser le confort qu'Otto Wichterle et Drahoslav Lim, deux chimistes tchécoslovaques, inventent, en 1961, la première lentille souple fabriquée à partir

### DES YEUX TRÈS TOLÉRANTS AU PLEXI

Bien que la première publication sur l'utilisation du PMMA pour la conception de coques sclérales<sup>®</sup> date de 1937, son usage s'est répandu durant la Seconde Guerre mondiale : certains soldats ayant reçu dans les yeux des éclats de plexiglas provenant des pare-brise des cockpits d'avion en ressentait peu de gêne...



Surface d'une lentille de contact

d'hydrogel. Les lentilles souples connaissent alors un rapide et grand succès, grâce à l'avènement de la technique du moulage par centrifugation<sup>®</sup>.

### DES LENTILLES PLUS SÛRES ET PLUS CONFORTABLES

Au cours des trente dernières années, plusieurs innovations majeures interviennent dans la fabrication des lentilles souples sous l'impulsion des

1983



Mise au point des premières lentilles bifocales<sup>®</sup>

1988



Mise au point des premières lentilles jetables

1995



Commercialisation des lentilles jetables journalières

1999



Commercialisation des premières lentilles en silicone hydrogel

2004



Premières lentilles souples toriques<sup>®</sup> en silicone hydrogel

2006



Premières lentilles souples multifocales<sup>®</sup> en silicone hydrogel

laboratoires. Ces évolutions permettent notamment d'améliorer l'efficacité, la sécurité et le confort des lentilles souples, en particulier l'invention d'une combinaison révolutionnaire de deux matériaux, le silicone et l'hydrogel en 1999. Une véritable prouesse technique au regard des nombreuses tentatives infructueuses d'associer ces deux matériaux aux propriétés antagonistes. Cette révolution dans la chimie des matériaux vient compléter une longue suite d'innovations, comme l'indique le D<sup>r</sup> Louissette Bloise, ophtalmologue et Présidente de la Société française des ophtalmologistes adaptateurs de lentilles de contact (SFOALC) : « *La création de lentilles mensuelles puis journalières et, parallèlement, l'évolution de la géométrie des lentilles ont permis de développer une large gamme de lentilles. Désormais, on peut corriger toutes les amétropies*  : les lentilles sphériques pour corriger la myopie et l'hypermétropie, les lentilles toriques pour l'astigmatisme et les multifocales pour la presbytie ».

Une étude réalisée en 2016\* a montré que le port de lentilles atteignait 3 millions de porteurs, soit 6 % de

## CHIFFRE CLÉS

# 23 %

**C'est le taux de porteurs de lentilles au Japon, le plus élevé au monde.**

Source : Euromcontact, 2015

## LA PRESBYTIE : L'ENJEU DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

Chaque année, près de 600 000 Français deviennent presbytes. Seuls 2 % des 45 ans et plus portent des lentilles de contact. Cependant, 17 % ont l'intention d'en porter. Parmi les porteurs de 45 ans et plus, la pratique du sport est la principale motivation pour le port de lentilles. L'intérêt pour les lentilles multifocales se confirme aussi en cabinet : près d'une adaptation sur 5 se fait avec une lentille multifocale. Bien que les lentilles mensuelles représentent la majorité des adaptations, les journalières sont également très utilisées grâce aux dernières innovations en la matière.

la population française. Cette population est majoritairement féminine (58 %), plutôt jeune (55 % ont moins de 35 ans) et porte les lentilles fréquemment (69 % plus de 5 jours par semaine). L'apparence, la praticité, la qualité de vision et de port apparaissent comme les atouts les plus appréciés. L'intérêt pour les lentilles reste d'ailleurs élevé : 7 % de la population se déclarent très intéressés par l'idée d'en essayer. Le nombre d'adeptes n'évolue toutefois pas beaucoup, souligne le D<sup>r</sup> Bloise, en raison notamment du nombre d'abandons, lui-même principalement dû à un sentiment d'inconfort qui pourrait être résolu par une meilleure adaptation. ■

\* Enquête *Vision Needs Monitor 2016* par Market Probe.





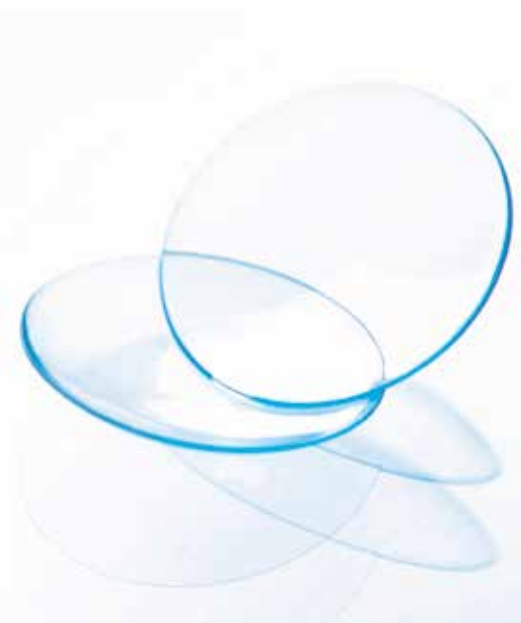
## LENTILLES RIGIDES

# Compenser les pathologies complexes

Comme souvent dans l'histoire des innovations médicales, ce sont les insatisfactions et les imperfections qui ont fait évoluer les lentilles. Les nombreuses recherches ont permis d'améliorer les matériaux et la fabrication, rendant ces lentilles plus confortables, plus stables et plus performantes, en particulier pour les pathologies complexes et les fortes amétropies.

### À QUOI ÇA SERT ?

Les lentilles rigides peuvent corriger tout type de défaut visuel. « *L'éventail d'indications est très large, confirme le D<sup>r</sup> Marie-Noëlle George, ophtalmologue à Couëron (Loire-Atlantique). Les lentilles corrigent les défauts de vision simples mais aussi tous les cas complexes : cornée pathologique avec irrégularités de surface ou déformations évolutives, complications chirurgicales, freination de la myopie grâce à l'orthokératologie <sup>G</sup> ou encore sécheresse sévère.* »



### COMMENT ÇA MARCHE ?

Les lentilles rigides diffèrent des souples en premier lieu par leur matériau à faible teneur en eau. Leur diamètre varie de 8 à plus de 15 millimètres pour les verres scléraux. Leur durée de vie peut s'étendre, dans certains cas, jusqu'à 2 ans. Elles sont principalement élaborées à partir d'un « matériau de base, le PMMA, auquel on adjoint des molécules perméables à l'oxygène favorisant les échanges gazeux, des molécules telles que les fluorosilicone acrylates et le styrène <sup>G</sup> ou autres polymères », explique le D<sup>r</sup> George. Elles sont donc tolérées par la cornée. Les lentilles rigides ne sont toutefois pas immédiatement confortables comme le sont les souples et nécessitent un temps d'accoutumance de quelques jours à plusieurs semaines. Cela peut entraîner chez certains porteurs le souhait d'adopter un autre type de lentilles (souples, hybrides...).

### UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

L'optique de contact naît véritablement en 1827, lorsque l'astronome anglais William Herschel décrit le principe d'un verre de contact permettant de neutraliser les irrégularités de la cornée. Il faut toutefois attendre 60 ans pour voir se concrétiser cette théorie. Au XIX<sup>e</sup> siècle, tout s'accélère en l'espace de quelques années. En 1887, les Allemands Albert Friedrich et August Müller conçoivent une coque de protection pour l'œil en verre soufflé, composée



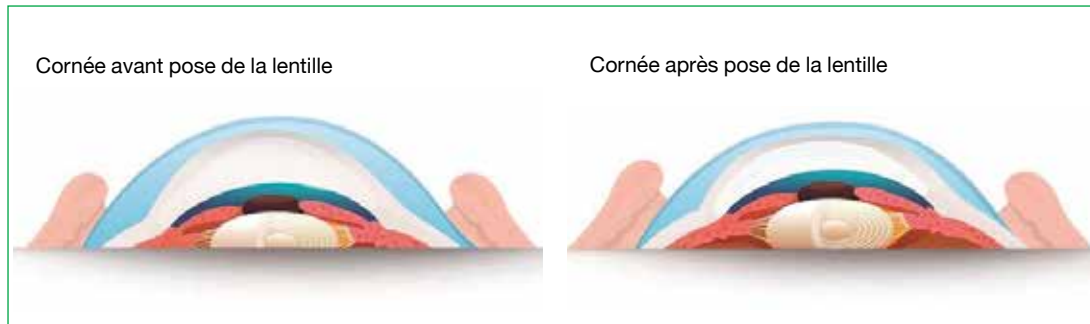


Schéma de la cornée

d'une zone cornéenne transparente et d'une zone sclérale opaque. Il ne s'agit toutefois pas de corriger la vision mais de protéger l'œil d'un patient dont la paupière a subi une lésion suite à une tumeur.

### TROIS ANNÉES D'EXPÉRIMENTATIONS INTENSES EN CONTACTOLOGIE

La même année, l'ophtalmologiste allemand Adolphe Eugen Fick décrit pour la première fois la fabrication de la lentille sclérale afocale<sup>Ⓞ</sup>. Il fabrique ses premiers modèles à partir de moules oculaires sur des yeux de lapins, remplissant ces spécimens en verre soufflé d'une solution de glucose. Après les avoir expérimentés sur lui-même, il les fait tester par quelques bénévoles et publie son invention dès 1888, sous le titre « lunettes de contact ». Mais si ces coques de verre parviennent à corriger l'astigmatisme, elles sont lourdes et épaisses (entre 18 et 21 millimètres de diamètre), obligeant les porteurs à les abandonner

au bout de quelques heures. En 1888, un jeune médecin français, Eugène Kalt, parvient à équiper un patient atteint de kératocône<sup>Ⓞ</sup> à l'aide d'une coque en verre soufflé. La même année, August Müller corrige sa propre myopie avec des lentilles de contact sclérales, c'est-à-dire recouvrant la cornée mais aussi la sclère<sup>Ⓞ</sup>, et qu'il a lui-même fabriquées. Ces années d'expérimentations donnent lieu, dès 1921, à la commercialisation des premières lentilles sclérales en verre soufflé.

### PLASTIQUE ET VERRE OUVRENT LA VOIE AUX PREMIÈRES LENTILLES DE CONTACT

En 1934, l'ophtalmologiste hongrois Joseph Dallos invente les coques sclérales minérales physiologiques, présentant une zone de transition et une perforation, pour augmenter la circulation des larmes qui transportent l'oxygène. Ces prototypes permettent de corriger les troubles de la vision. Mais la matière minérale est fragile et sensible à l'alcalinité<sup>Ⓞ</sup> des

## LE RENOUVEAU DES LENTILLES SEMI-SCLÉRALES ET SCLÉRALES

Rapidement supplantées par les lentilles cornéennes à cause des graves problèmes de tolérance et d'hypoxie<sup>Ⓞ</sup> qu'elles engendrent, les lentilles sclérales sont de nouveau commercialisées grâce à de nouvelles avancées technologiques (perméabilité à l'oxygène des matériaux, technologies numériques de fabrication...) et aux progrès de l'imagerie ophtalmologique. Ces verres sont désormais proposés comme solutions pour les cas les plus complexes ou lorsque les solutions conventionnelles ont échoué : déformations cornéennes intenses, cornées très mutilées ou totalement asymétriques, certains kératocônes, syndromes secs très invalidants et incontrôlés par les traitements classiques. Les lentilles sclérales et semi-sclérales présentent en effet plusieurs avantages : elles gomment les astigmatismes cornéens irréguliers et hydratent la cornée en créant un important réservoir de larmes.

larmes, ce qui complique considérablement la fabrication. C'est l'utilisation d'une matière de synthèse, traditionnellement employée pour les cockpits d'avion, le polyméthylmétacrylate (PMMA ou plexiglas), qui révolutionne vraiment, en 1936, les lentilles rigides. Grâce à ce polymère thermoplastique >>>

>>> très souple, ce nouveau modèle, imaginé par un jeune ophtalmologiste hongrois, le Dr Istvan Gyorffy, se révèle plus léger et plus pratique. En 1946, les scientifiques américains, Kevin Tuohy et Solon Braff, conçoivent les premières lentilles cornéennes d'un diamètre de 11,5 à 12,5 millimètres, avec une bande de plastique rigide autour de la partie centrale en verre pour améliorer leur confort. Plus petites que les originales, elles sont posées sur la cornée et non plus sur l'ensemble de la surface oculaire visible. Elles sont aussi moins fragiles et mieux tolérées par les porteurs. Parallèlement, l'apparition de nouveaux procédés de fabrication (injection, tournage, polissage) des verres en PMMA aux Etats-Unis donne un premier essor à ces lentilles. Dans les années 60, c'est l'avènement de la miniaturisation : les lentilles atteignent désormais un diamètre de 8 millimètres.

### L'AVÈNEMENT DES LENTILLES RIGIDES PERMÉABLES AUX GAZ (LRPG)

Mais, si elles sont plus confortables, les lentilles rigides ont un inconvénient : elles ne sont pas perméables à l'oxygène, ce qui peut causer un certain nombre d'effets indésirables tels que des modifications de l'endothélium <sup>Ⓞ</sup> cornéen et des œdèmes superficiels. Ces difficultés sont à l'origine de la mise au point, de la fin des années 70 et jusqu'aux années 90, d'une gamme de matériaux rigides perméables à l'oxygène, grâce à l'utilisation de polymères rigides perméables au gaz ou RGP. Parallèlement, le physicien américain Irving Fatt met au point une



Examen ophtalmologique

méthode de mesure de la perméabilité d'un matériau à l'oxygène, laquelle s'exprime désormais en « Dk ». Enfin, ajoute le Dr George, « la mise au point des méthodes d'exploration anatomique permet, avec la topographie de la cornée notamment, de fabriquer des lentilles individualisées et donc parfaitement adaptées aux différents porteurs ».

### VERS PLUS DE CONFORT ET DE SÉCURITÉ

« Finalement, poursuit le Dr George, les lentilles rigides n'ont pas beaucoup changé depuis la mise au point des polymères perméables aux gaz : les matériaux de base sont toujours les mêmes -incluant des chaînes moléculaires variant dans leurs associations et leurs proportions-, seuls les

profils évoluent. Ainsi, la stabilité sur l'œil des lentilles et le confort ont été améliorés, comme la clairance<sup>®</sup> lacrymale sous lentille. Par ailleurs, le confort a également été amélioré par l'évolution du design des bords de la lentille, désormais légèrement spatulés<sup>®</sup> de quelques microns<sup>®</sup>, ce qui favorise l'appel de larmes sous la lentille ».

Longtemps dans l'ombre de sa petite sœur souple, plus facile à utiliser et confortable immédiatement, la lentille rigide est aujourd'hui principalement utilisée pour la correction de pathologies

complexes. Mais elle est également la lentille de première intention chez l'enfant en France ainsi que pour la correction des fortes amétropies ou des amblyopies<sup>®</sup> fonctionnelles. « Les lentilles souples sont formidablement adaptables mais précisément, pour cela, elles demeurent moins performantes que les rigides : en épousant la forme de la cornée, elles épousent aussi la forme des pathologies, comme c'est le cas lors des kératocônes ou des cornées irrégulières », conclut le D<sup>r</sup> George. ■



## DES LENTILLES « NOCTURNES » POUR MIEUX VOIR LE JOUR

En 2002, une pratique thérapeutique courante aux États-Unis et en Asie depuis les années 60 arrive en France :

l'orthokératologie. Celle-ci consiste à porter des lentilles la nuit pour diminuer ou annuler la myopie... le lendemain ! Ces lentilles rigides à géométrie inversée, fabriquées sur mesure, modifient la répartition des cellules épithéliales de la cornée, créant ainsi un effet réfractif. Il faut les porter au moins 6 à 8 heures chaque nuit pour obtenir cet effet... qui reste durable pendant environ 24 à 48 heures après l'arrêt du traitement et qui est réversible au-delà de ce délai. Ces « lentilles de nuit » se portent comme des dispositifs traditionnels. Elles sont prescrites aux personnes présentant une myopie faible ou moyenne. Les différentes études la reconnaissent comme l'une des techniques de contactologie majeure permettant réellement de freiner l'évolution de la myopie chez les enfants. Prescrites à partir de 7 ans, elles constituent en effet une alternative réversible capable de freiner 40 % ou plus de la myopie des jeunes patients. Cette pratique demeure toutefois encore peu répandue en France : en janvier 2016, 150 ophtalmologistes étaient formés à l'orthokératologie et cette méthode représentait 1 à 2 % des prescriptions de lentilles.

# LENTILLES SOUPLES

## Plus de confort et d'adaptabilité

Apparues au cours des années 70, les lentilles souples ont permis la création d'une gamme de lentilles très adaptables selon les besoins.

### À QUOI ÇA SERT ?

Il en existe plusieurs types. Les modèles traditionnels permettent la correction de tous les défauts visuels, grâce à la diversité des matériaux disponibles ainsi que la multitude de solutions techniques offertes pour simplifier l'adaptation et améliorer le confort. Ces lentilles à renouvellement fréquent sont utilisées principalement en port journalier même si, dans certains cas, un port prolongé peut être préconisé par l'ophtalmologiste. Les lentilles les plus utilisées sont les journalières ou les mensuelles. Il existe d'autres modèles dont le délai de renouvellement varie de deux semaines à trois mois.

### BIENTÔT DES LENTILLES CONNECTÉES ?

Et si, dans l'avenir, les patients portaient des lentilles connectées ? Plusieurs constructeurs électroniques planchent sur le sujet. L'un des prototypes, dévoilé en 2014, vise à créer une lentille intelligente capable de corriger en temps réel la presbytie grâce à un système d'accommodation permettant de rétablir l'autofocus naturel de l'œil. Parmi les autres prototypes étudiés, figure aussi une lentille dotée de capteurs de glucose destinée aux diabétiques et capable de mesurer en continu le taux de sucre contenu dans le liquide lacrymal, lequel serait ensuite envoyé sur le Smartphone du porteur.



### COMMENT ÇA MARCHE ?

Les lentilles souples sont principalement composées de silicone et d'hydrogel, des matériaux conférant au dispositif une grande capacité de transmission de l'oxygène afin de permettre à l'œil de respirer comme le ferait un œil ouvert sans lentille et de faciliter les adaptations en port prolongé.

## UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Les lentilles souples n'auraient pas pu voir le jour sans le concours d'un chimiste tchécoslovaque, Otto Wichterle, dans les années 60. Directeur de l'Institut de chimie moléculaire de l'Académie des sciences, le scientifique est incité, par sa hiérarchie, à vendre des brevets s'il souhaite obtenir des équipements. Avec l'aide de son confrère Drahoslav Lim, il met au point un dérivé de l'HEMA (hydroxyéthylméthacrylate) d'une grande pureté. Ce matériau hydrogel, souple et transparent, est parfaitement indiqué pour la fabrication de lentilles en raison de sa ressemblance avec la cornée. Otto Wichterle utilise, le 25 décembre 1961, le meccano et la dynamo de son fils pour mettre au point une

### ESTHÉTIQUE ET COSMÉTIQUE : L'AUTRE VISAGE DES LENTILLES

Il existe des lentilles à usage cosmétique permettant de cacher des défauts de l'œil. Ainsi, certaines lentilles peuvent donner à l'iris une apparence élargie, en masquer des défauts tels que son absence (aniridie) ou son imperfection (dyscoria). D'autres modèles n'ont aucune vocation correctrice mais uniquement esthétique, pour changer la couleur des yeux, par exemple.

## LENTILLES TORIQUES : CORRIGER TOUS LES TYPES D'ASTIGMATISMES

Nées dans les années 70, les lentilles toriques ont pour but de corriger l'astigmatisme, un défaut visuel lié à une modification de la courbure de la cornée et créant deux images au niveau de la rétine. Il faut donc corriger deux surfaces de courbure différentes, généralement perpendiculaires l'une par rapport à l'autre, et donc, deux puissances suivant une direction axiale déterminée. Les industriels ont utilisé plusieurs principes de stabilisation tels que les zones d'allègement (ou zones plus fines en parties supérieure et inférieure de la lentille), puis la troncature<sup>®</sup>, le système de prisme appelé « balast », optimisé par la suite en système péri-balast pour une meilleure stabilité et moins d'effet prismatique au centre de la lentille et, enfin, des variations d'épaisseur au niveau médian près de l'axe horizontal. Certaines lentilles combinent plusieurs principes pour optimiser leur stabilité sur un axe précis. En effet, la

stabilisation et l'orientation de la lentille ne sont pas simplement assurées par la gravité mais par les appuis palpébraux<sup>®</sup> sur les variations d'épaisseur de la lentille, qui génèrent un mouvement poussant les parties plus épaisses vers l'extérieur. Les lentilles toriques disposent également de traits de repérage permettant à l'ophtalmologiste de contrôler le bon axage de la lentille de contact.

Aujourd'hui, les lentilles toriques couvrent la majorité des puissances des porteurs astigmatés. Leur qualité de stabilisation associée au confort de leur matériau permet une adaptation rapide des petits astigmatismes. Si la correction des faibles astigmatismes n'améliore pas toujours de façon importante l'acuité visuelle, elle améliore considérablement le confort visuel à long terme et ne doit donc pas être négligée.

machine de polymérisation<sup>®</sup> rotative afin d'élaborer sa première lentille. Cette technique, qui polymérise la lentille dans un moule en rotation sous atmosphère inerte, permet, dès 1963, de fabriquer une lentille toutes les 10 secondes sans aucune intervention manuelle.

Mais, si ces lentilles améliorent considérablement le confort et la tolérance, l'oxygène dont ont besoin les cellules cornéennes pour assurer leur métabolisme peut s'avérer insuffisant selon les besoins physiologiques du porteur, son environnement et le temps de port.

&gt;&gt;&gt;



>>> Au début des années 90, un nouveau mode de renouvellement apparaît : les lentilles souples à remplacement fréquent (bimensuel et mensuel). Mais c'est la mise au point des lentilles souples jetables journalières qui révolutionne l'entretien et donc, la sécurité de ces dispositifs. Parce qu'elle réduit de façon significative les risques d'infection et d'allergie grâce à la limitation de l'exposition aux contaminants et à l'absence d'utilisation de produits d'entretien, cette gamme remporte un franc succès. En 1999, survient une autre grande rupture. Il s'agit de l'utilisation des premiers silicones hydrogels com-

binant deux atouts primordiaux : la perméabilité à l'oxygène élevé du silicone et les performances de confort des hydrogels classiques. La recherche perpétuelle d'amélioration du confort, notamment en fin de journée, amène les industriels à ajouter des agents de confort dans les matériaux, les blisters et les solutions d'entretien. Ces trente dernières années, les recherches ont permis d'étendre les indications des lentilles souples (myopie, hypermétropie, astigmatisme et presbytie), couvrant ainsi la majorité des besoins des porteurs, mais aussi d'améliorer encore le confort. ■



Pose d'une lentille de contact

## PRESBYTIE : UN DÉFI TECHNOLOGIQUE

Outre les implants et la chirurgie, il existe des lentilles pour corriger la presbytie, une perte de vision de près liée à l'âge.

Pour les lentilles souples multifocales, les corrections intermédiaires de loin et de près sont concentrées au milieu de chacune des lentilles. Le cerveau reçoit donc des images de manière simultanée de la part des yeux et ce, quelle que soit leur distance. Il effectue un « tri sélectif » pour supprimer les images parasites et conserver les nettes. Les images simultanées ont pour objectif d'augmenter la profondeur de champ par l'induction d'aberrations<sup>®</sup> sphériques.

Cette méthode peut demander un certain temps d'adaptation mais restitue une vision physiologique et panoramique, quelles que soient la direction du regard et la distance.

Il existe de nombreuses gammes de lentilles multifocales au renouvellement journalier, bimensuel, mensuel, voire trimestriel.

# LENTILLES HYBRIDES

## Combiner les atouts des souples et des rigides

Nées dans les années 80 mais nettement améliorées depuis peu, les lentilles hybrides constituent une évolution prometteuse.

### À QUOI ÇA SERT ?

Les lentilles hybrides constituent une alternative thérapeutique de seconde intention, explique le Dr Marie Malecaze, ophtalmologue à Toulouse. Elles permettent d'équiper des patients qui ne tolèrent pas bien leurs lentilles rigides ou ont de fortes amétropies (astigmatisme, hypermétropie, myopie).

Elles constituent aussi une solution pour les cornées irrégulières suite à un kératocône, une greffe de cornée ou un traumatisme de l'œil.

### COMMENT ÇA MARCHE ?

Renouvelées tous les trimestres ou semestres, les lentilles hybrides sont caractérisées par leur grand diamètre. Elles sont rigides au centre et souples sur le bord. « *Ce procédé permet d'allier une excellente qualité visuelle à un grand confort* », souligne le Dr Malecaze. Les lentilles hybrides sont néanmoins relativement délicates à retirer et peuvent nécessiter l'utilisation d'une ventouse.

### UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Mises au point dans les années 80, les lentilles hybrides n'ont pas tout de suite rencontré le succès. Les premiers prototypes élaborés entraînaient des effets délétères : vision floue, intolérance, inconfort.



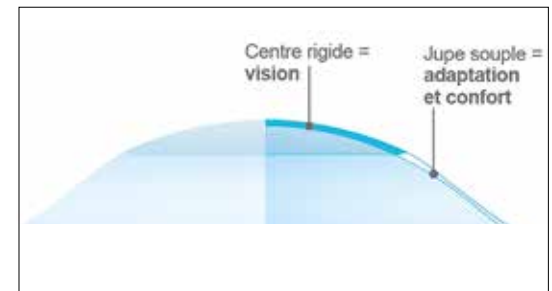
Schémas de lentilles hybrides

### CHIFFRES CLÉS

# 15 000 et 20 000

En France, la production totale de lentilles hybrides oscille entre 15 000 et 20 000 lentilles par an.

Elles ont été relancées en 2014 grâce à la mise au point d'un matériau alliant de nouveaux polymères, lesquels facilitent la transmissibilité de l'oxygène à travers la lentille. « *Elles nous sont utiles pour rééquiper les anciens porteurs de lentilles rigides en manque de confort. En outre, les perspectives sont grandes pour le rééquipement des personnes qui ont abandonné leurs lentilles* », assure le Dr Malecaze qui les a testés dès 2014. Et de conclure : « *Cette catégorie de lentilles hybrides ouvre de nouvelles indications et perspectives aux porteurs* ». ■





## SOLUTIONS D'ENTRETIEN

# L'hygiène, une priorité pour protéger la cornée

Longtemps contraignantes, les solutions d'entretien ont beaucoup évolué ces dernières années pour devenir plus efficaces et simples d'utilisation.

### À QUOI ÇA SERT ?

« L'entretien des lentilles de contact est indispensable pour assurer un port sécurisant et confortable, résume le D<sup>r</sup> Hélène Bertrand Cuingnet, ophtalmologue à Lille. Les protéines et les lipides dont sont composées les larmes ont en effet tendance à former des dépôts sur la lentille, modifiant ainsi sa surface et ses propriétés ». Au-delà de l'inconfort, cette détérioration diminue la tolérance et favorise la contamination par des germes infectieux de l'environnement, lesquels peuvent générer des infections graves de la conjonctive<sup>Ⓜ</sup> ou de la cornée.

### COMMENT ÇA MARCHE ?

Les solutions d'entretien sont prescrites par l'ophtalmologue et délivrées par l'opticien ou le pharmacien. Le choix de la solution peut varier en fonction du type de lentilles (souples, rigides, hybrides). L'entretien s'effectue généralement le soir, après avoir retiré les lentilles, et comporte six étapes : le nettoyage, la décontamination, le trempage, la conservation, le rinçage et le nettoyage de l'étui. Le nettoyage permet d'éliminer une partie des dépôts grâce à un massage avec le produit adéquat puis d'un rinçage avec le même produit. La décontamination vise à éliminer les germes présents (bactéries et champi-



Massage de la lentille de contact



Rinçage de la lentille de contact

gnons) sur la lentille. Le trempage et la conservation ont pour but de maintenir certaines propriétés de la lentille tout en évitant le risque d'une multiplication éventuelle des germes restant. Un rinçage avec une solution contenant des agents mouillants peut être recommandé avant de poser les lentilles. Enfin, il est également important d'entretenir l'étui.


## CHIFFRES CLÉS

# 85 %

**En 2013, les solutions multifonctions représentent 85 % du chiffre d'affaires total des solutions en France, les solutions oxydantes 15 % .**

Source : étude GFK

## SOLUTION OXYDANTE ET « TOUT-EN-UN »

« Il existe deux types de solutions d'entretien, indique le D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet. Le système oxydant, d'une part, composé de peroxyde d'hydrogène permettant de décontaminer la lentille, à savoir tuer les germes et les microbes, enlever les dépôts, les poussières, mais aussi garder la lentille en bon état, dans un pH compatible avec les larmes ». Cette solution nécessite d'être neutralisée avant de porter les lentilles de nouveau, soit en utilisant un catalyseur (disque de platine contenu dans l'étui spécifique), soit en introduisant un comprimé de catalase  dans l'étui. La neutralisation s'effectue sur une période d'environ six heures. Le D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet précise que « cette solution est particulièrement sûre et efficace car elle ne contient pas de conservateur ». Pour les lentilles de plus de trois mois ou les lentilles rigides, il faut par ailleurs prévoir une déprotéinisation enzymatique hebdomadaire car « des protéines de larmes se déposent et ternissent la lentille, pouvant, dans certains cas, provoquer une inflammation favorisant l'intolérance à la lentille ainsi que le risque infectieux ».

Les solutions multifonctions, d'autre part, présentent l'avantage d'éviter une neutralisation du produit. Il reste cependant nécessaire de respecter les temps de trempage. Une fois la lentille enlevée, il faut la masser vingt secondes au creux de la main avec quelques gouttes de produit puis la rincer. « Ce dispositif permet d'enlever les dépôts de la journée, le maquillage et 90 % des germes », indique le D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet. Cette solution

« tout-en-un » est principalement utilisée pour les lentilles souples et rigides.

## UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Longtemps, l'entretien a été contraignant pour les porteurs de lentilles de contact : « Jusqu'à il y a vingt-cinq ans, il fallait les nettoyer avec quatre produits différents : le savon, la solution de rinçage, le trempage puis la solution de déprotéinisation car on ne jetait pas les lentilles », rapporte le D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet. Dans les années 80, l'utilisation d'appareils à ultrasons et thermiques permettant de nettoyer les lentilles a rapidement été abandonnée, ces derniers n'étant pas garants d'un entretien efficace et sécurisé. >>>



### >>> SIMPLIFICATION ET EFFICACITÉ

Avec l'avènement de la société de consommation et l'apparition des lentilles jetables, l'entretien se simplifie, favorisant ainsi la sécurité et le confort de port de lentilles. Ce dernier s'améliore grâce au développement de lubrifiants soulageant les sensations de fatigue ou de sécheresse oculaire. Durant les années 2000, de nouvelles formulations se développent, améliorant la décontamination et sécurisant encore un peu plus le port.

L'avenir, conclut le D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet, pourrait voir aboutir des progrès dans l'hygiène des étuis, peut-être « *d'avantage antimicrobiens* ». Encore faudra-t-il remporter « *le grand combat des ophtalmologistes : l'éducation du porteur de lentille. Nous savons qu'un grand nombre d'entre eux n'entretiennent pas correctement leurs lentilles. Or, les études prouvent qu'il y a six fois plus de complications quand il n'y a pas de suivi médical* ». ■



Cycle d'entretien journalier

### L'HYGIÈNE DANS L'ENTRETIEN DES LENTILLES, UN PRÉALABLE INDISPENSABLE

**D<sup>r</sup> Bertrand Cuingnet, ophtalmologue à Lille.**

« On l'oublie trop souvent mais l'hygiène des mains est primordiale. Les enquêtes montrent que sept porteurs sur neuf ne se lavent pas les mains avant d'enlever leurs lentilles et qu'un sur deux ne se lave pas avant la pose. Autre élément très important et pourtant trop souvent ignoré : l'étui, l'accessoire le plus contaminé des porteurs de lentilles. En effet, l'étui est posé négligemment, dans des lieux non hygiéniques tels que la salle de bain, un lieu chaud et humide favorisant la création de champignons. Souvent, il n'est ni vidé ni séché. Or, selon sa composition, les parois de l'étui absorbent de façon différente les biocides<sup>®</sup>, ce qui entraîne une diminution de leur concentration et, donc, de leur efficacité. L'étui doit être changé tous les mois, dès lors que l'on achète un nouveau flacon d'entretien. »

# GLOSSAIRE

## **ABERRATION**

Altération de l'image perçue par l'œil due à un défaut du système optique de cet organe.

## **AFOCAL**

Se dit d'un système optique centré dont les foyers sont rejetés à l'infini.

## **ALCALINITÉ**

Caractère d'une substance ou d'un milieu contenant des anions hydroxydes (HO<sup>-</sup>).

## **AMBLYOPIE**

Perte partielle ou relative de l'acuité visuelle (capacité de l'œil à former sur la rétine une image claire et nette, bien focalisée).

## **AMÉTROPIE**

Défaut de réfraction d'un œil : hypermétropie, myopie ou astigmatisme.

## **ASTIGMATISME**

Défaut optique résultant le plus souvent d'une courbure non sphérique mais torique de la cornée et, plus rarement, du cristallin ou de l'ensemble du globe oculaire.

## **BIFOCAL**

Qui permet de corriger la vision de près et de loin.

## **BIOCIDE**

Substance ou préparation destinée à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre, par une action chimique ou biologique.

## **CATALASE**

Enzyme contenue dans les cellules et détruisant l'eau oxygénée produite dans le corps.

## **CENTRIFUGATION**

Mécanique des composés d'un mélange en fonction de leur différence de densité en les soumettant à une force centrifuge.

## **CHIRURGIE RÉFRACTIVE**

Ensemble des techniques chirurgicales visant à supprimer le port de lunettes, de lentilles ou de verres de contact par une intervention sur la cornée, la chambre antérieure ou postérieure, ou par l'extraction du cristallin transparent.

## **CLAIRANCE**

Capacité d'un organe ou d'un tissu à éliminer une substance donnée de l'organisme, mesurée par unité de temps.

## **CONCAVE**

Qui présente une surface courbe en creux.

**CONJONCTIVE**

Muqueuse transparente, normalement lisse, qui tapisse la face postérieure des paupières (conjonctive palpébrale) et la face antérieure du bulbe de l'œil (conjonctive bulbaire).

**CONVEXE**

Qui présente une surface courbe en relief.

**ENDOTHÉLIUM**

Fine couche de cellules tapissant la face interne de la paroi des vaisseaux sanguins et lymphatiques.

**HYDROGEL**

Préparation à base d'hydrocolloïdes utilisée sous forme de polymères ayant la capacité de gonfler dans l'eau ou dans les solvants aqueux.

**HYDROPHILE (LENTILLE)**

Lentille de contact dont le matériau est essentiellement composé d'un hydrogel et qui nécessite d'être hydratée pour obtenir la plénitude de sa forme et de ses propriétés.

**HYPERMÉTROPIE**

Anomalie de la réfraction statique dans laquelle les rayons lumineux parallèles vont converger au-delà de la rétine lorsque l'accommodation n'intervient pas.

**HYPOXIE**

Insuffisance d'alimentation en oxygène des tissus pouvant conduire à une acidose lactique.

**KÉRATOCÔNE**

Déformation conique du centre de la cornée, le plus souvent bilatérale, évolutive, mais très variable dans son évolution.

**MICRON**

Autre dénomination du micromètre, soit un millionième de mètre (  $10^{-6}$  m) ou  $\mu\text{m}$ .

**MULTIFOCAL**

Qui permet de corriger la vision à des distances différentes.

**MYOPIE**

Anomalie héréditaire de la réfraction statique de l'œil, dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en avant de la rétine lorsque l'accommodation n'intervient pas.

**ŒDÈME CORNÉEN**

Imbibition aqueuse excessive de la cornée.

**OPTOMÉTRISTE**

Personne diplômée d'une école spécialisée habilitée à étudier les troubles de la réfraction à l'aide d'appareils simples.

**ORTHOKÉRATOLOGIE**

Technique qui consiste à porter des lentilles flexibles la nuit pour aplatir la cornée et ainsi diminuer ou annuler la myopie durant la journée.

**PALPÉBRAL**

Relatif à la paupière.

**POLYMÉTHACRYLATE DE MÉTHYLE (PMMA)**

Thermoplastique hautement transparent, utilisé pour remplacer le verre, pour des vitres incassables.

**POLYMÉRISATION**

Opération consistant en la formation de polymères à partir de monomères.

**PRESBYTIE**

Défaut de réfraction de l'œil dû à une diminution du pouvoir accommodatif de l'œil, lié à l'âge et se traduisant par une gêne à la vision de près.

**SCLÈRE**

Enveloppe fibreuse externe du bulbe de l'œil, solide, blanche (sauf chez l'enfant), opaque, de forme plus ou moins sphérique.

**SCLÉRAL**

Relatif à la sclère.

**SPATULÉ**

Se dit d'un organe saillant élargi et aplati à l'extrémité.

**STYRÈNE**

Hydrocarbure benzénique souvent utilisé dans l'industrie du plastique.

**TORIQUE**

Se dit d'une lentille de contact dont l'une des surfaces présente une forme tore, c'est-à-dire de tube courbé refermé sur lui-même.

**TRONCATURE**

Légère découpe de la partie inférieure de la lentille.

## SOURCES

### Principales sources ayant contribué à la rédaction de ce document.

« *Lentilles de contact ou lentilles cornéennes* », Encyclopædia Universalis

Bernard Barthelemy, Thérèse Thiebaut, « *Contactologie* » (2<sup>e</sup> édition), Lavoisier, 2012

Ueda K, Inagaki Y, « *Contrast visual acuity with bifocal contact lenses* », Eye Contact Lens, 2007

Malet F, Peyre C, « *Les lentilles de contact* », Rapport de la SFO, Elsevier-Masson, Issy-les-Moulineaux, 2009

Evelyne Le Blond, « *Entretien des lentilles rigides perméables aux gaz* », Les cahiers d'ophtalmologie, décembre 2009

Pavlo Demianenko, « *Développement de matériaux polymères à haute perméabilité d'oxygène. Polymères* », Université du Maine, 2015

Catherine Peyre, « *Presbytie et lentilles souples multifocales Première partie : leur géométrie* », Les Cahiers d'ophtalmologie, septembre 2010

Véronique Barbat, « *L'orthokératologie évolue, les contactologues s'interrogent* », Les Cahiers d'ophtalmologie, avril 2006

Marie Malecaze, « *Lentilles hybrides : un nouveau concept pour adapter des cornées astigmatiques* », Les Cahiers d'ophtalmologie, avril 2014

Catherine Peyre, « *Presbytie et lentilles de contact* », Société française d'ophtalmologie, [http://www.em-consulte.com/em/SFO/rapport/file\\_100014.html](http://www.em-consulte.com/em/SFO/rapport/file_100014.html)

Marie Malecaze, « *Evaluation d'eyebrid silicone par les ophtalmologistes et leurs patients* », Réalités ophtalmologiques, novembre 2014

Thomas Gaujoux, « *Orthokératologie, myopie et lentilles* », Les Cahiers d'ophtalmologie, avril 2014,

J.-M. Laroche, « *Vers une réhabilitation des verres scléraux ?* », Journal Français d'Ophtalmologie, Vol 27, N° 8 - octobre 2004

« *Mieux connaître le porteur de lentilles* », Enquête Syffoc / Sofres, 2009

Marie-Noëlle George, « *Lentilles et surface oculaire à problème* », Les Cahiers d'ophtalmologie, avril 2006

Statistiques Euromcontact, 2015

« *Samsung : des lentilles connectées équipées d'un appareil photo* », Libération, 7 avril 2016

« *Les lentilles connectées de Google pourraient fonctionner à l'énergie solaire* », Les Echos, 20 octobre 2015

## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce à la disponibilité et aux apports de nombreux acteurs.

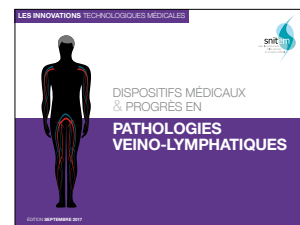
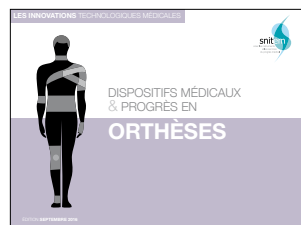
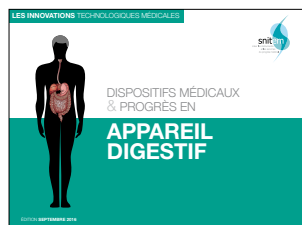
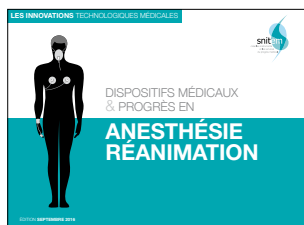
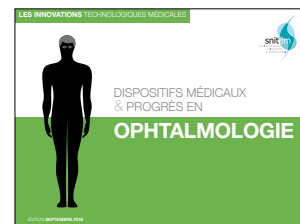
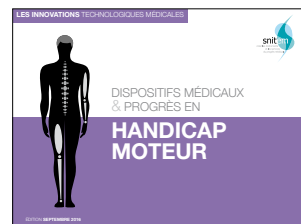
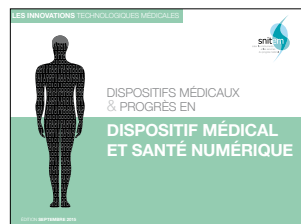
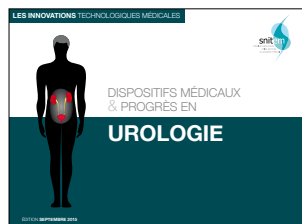
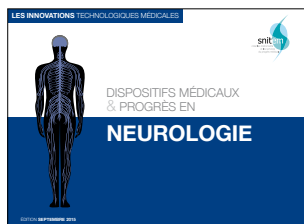
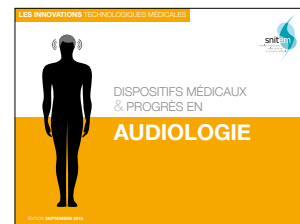
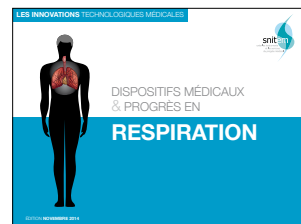
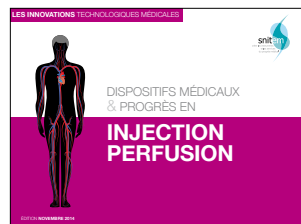
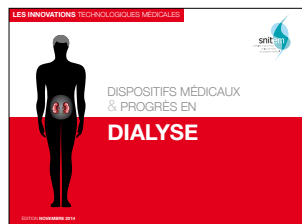
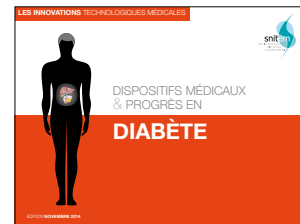
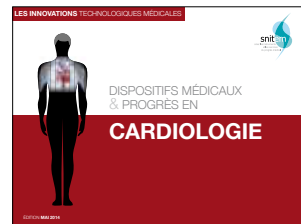
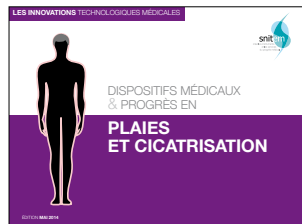
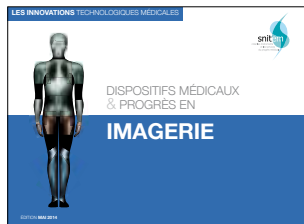
Qu'ils en soient tous ici remerciés, en particulier, par ordre alphabétique :

**François Bavouzet**, responsable scientifique et formation, Laboratoires Alcon S.A.S. - **D<sup>r</sup> Hélène Bertrand Cuingnet**, ophtalmologue à Lille - **D<sup>r</sup> Louisette Bloise**, ophtalmologue à Saint-Laurent-du-Var (Alpes-Maritimes) et Présidente de la Société française des ophtalmologistes adaptateurs de lentilles de contact (SFOALC) - **Anne Falcotet**, directrice marketing Europe, Menicon - **Carole Gard**, directeur recherche et développement des affaires pharmaceutiques et pharmacien responsable intérimaire, Laboratoires Horus Pharma - **D<sup>r</sup> Marie-Noëlle George**, ophtalmologue à Couëron (Loire-Atlantique) - **Guillaume Joucla**, Directeur général CooperVision - **D<sup>r</sup> Marie Malecaze**, ophtalmologue à Toulouse - **Isabelle Rocher**, directrice des affaires aux professionnels, Johnson & Johnson Vision - **Guillem Sicart**, responsable grands comptes, Bausch + Lomb - **Emmanuel Veillard**, Président directeur général de LCS-EyeBrid-Inside



# Dans la même collection

Documents téléchargeables sur le site du Snitem [www.snitem.fr](http://www.snitem.fr)





Quand l'épopée de l'innovation des dispositifs médicaux se confond avec l'extraordinaire histoire de la contactologie.

**SNITEM**

Maison de la Mécanique  
39, rue Louis Blanc  
CS30080  
92038 La Défense Cedex

Tél. : 01 47 17 63 88

[www.snitem.fr](http://www.snitem.fr)  
[info@snitem.fr](mailto:info@snitem.fr)

