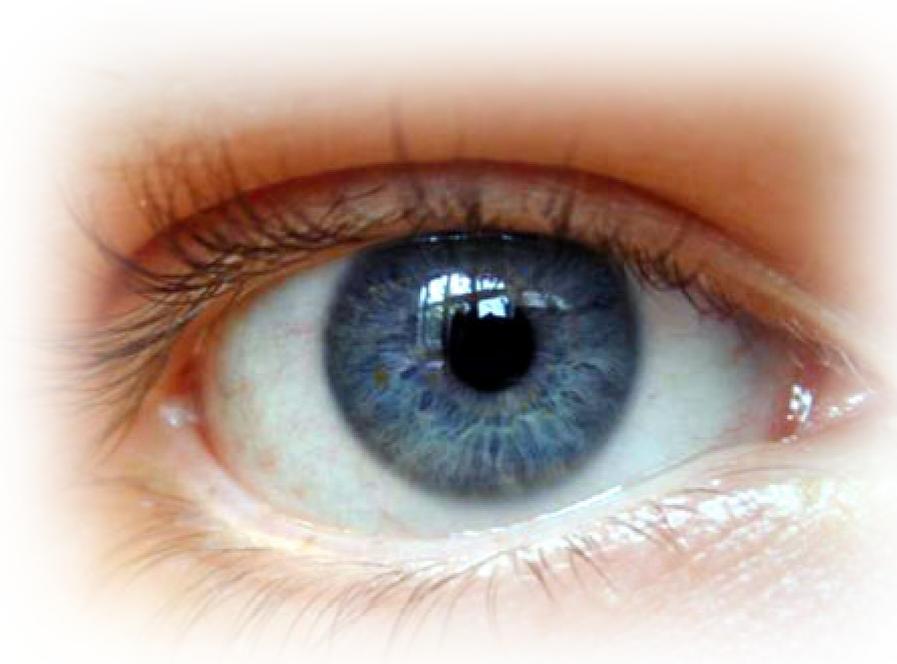


2009

Heig-vd

Schneeberger  
Patrick

# L'œil et ses défauts



## Table des matières

L'œil .....	3
Le fonctionnement de l'œil humain .....	3
Les défauts de l'œil .....	4
La myopie et l'hypermétropie .....	4
L'astigmatisme.....	6
La presbytie .....	6
Les opérations de corrections oculaires .....	7
La mesure des défauts.....	7
Les types d'opérations.....	8
Les laser excimer .....	8
Le LASIK : .....	8
Le LASEK :.....	9
Les implants Phakes .....	9
La rétine artificielle.....	10
La manipulation génétique.....	11
Conclusion.....	12

## L'œil

Dans le monde animal, il existe au minimum une quarantaine de types d'organes visuels que l'on appelle « œil ». Cette diversité pose la question de l'origine de la perception visuelle. Les yeux, les plus simples sont tout juste capables de déceler la différence entre la lumière et l'obscurité tandis que les yeux les plus complexes, comme l'œil humain, permettent de distinguer les formes et les couleurs.

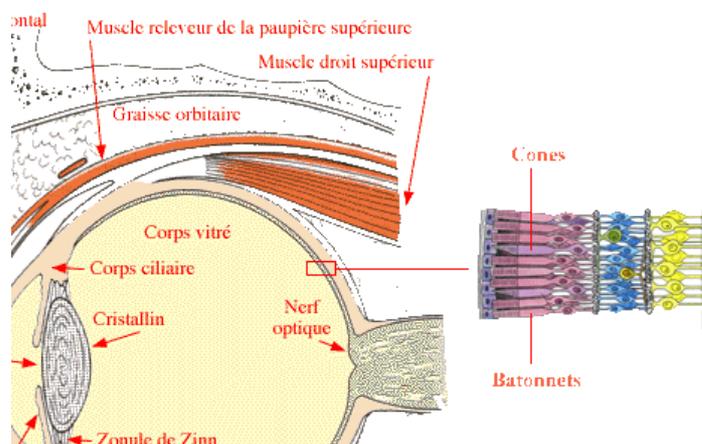
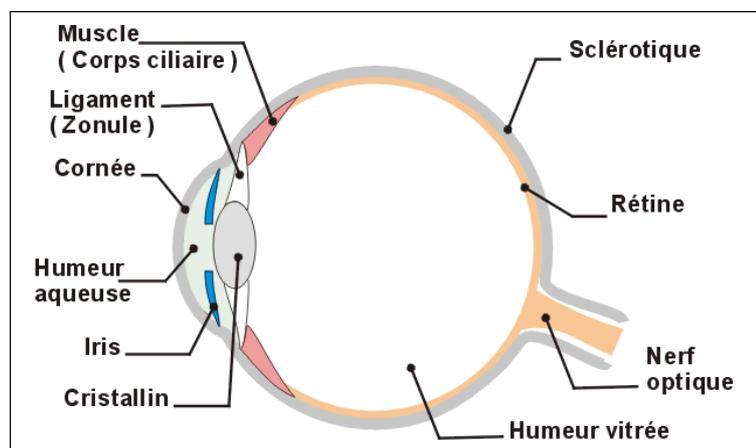
### Le fonctionnement de l'œil humain

L'œil humain peut être facilement comparé à un système optique avec une distance fixe entre la lentille, le cristallin, et l'écran où doit se former l'image, la rétine.

La cornée (membrane transparente) oriente les rayons lumineux vers le centre de l'œil. L'image sera mise au point et retournée par le cristallin qui a une forme de lentille biconvexe légèrement variable. En effet, grâce aux muscles appelés « corps ciliaire », le cristallin peut accommoder sa forme afin de conserver la netteté d'un objet proche ou éloigné.

L'iris, quant à lui, va permettre de recevoir la quantité de lumière nécessaire en se rétrécissant ou en s'agrandissant faisant office de diaphragme.

La rétine est organisée en trois couches : les photorécepteurs (bâtonnets) reçoivent la lumière et la traduisent en signaux nerveux. Ensuite, les cellules bipolaires envoient ces informations vers les cellules ganglionnaires. Celles-ci, les retransmettent au cerveau par le biais du nerf optique.

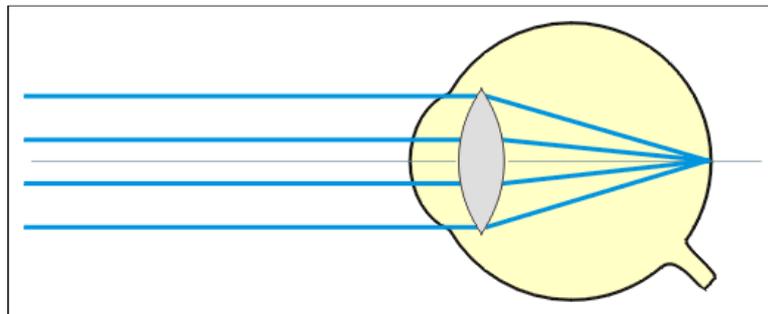


## Les défauts de l'œil

L'œil au repos peut être modélisé par un œil réduit. Il s'agit d'un système optique simple constitué d'une lentille convergente et d'un écran sphérique ( la rétine ). L'œil réduit constitue un bon modèle pour l'étude de la formation d'images à partir d'objets éloignés et pour la compréhension des anomalies visuelles. Dans le cas de l'œil normal, l'image d'un objet éloigné se forme exactement sur la rétine qui est au foyer de la lentille convergente.



*Vision de l'œil normal*



*œil réduit normal*

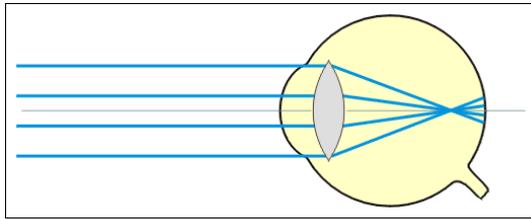
## La myopie et l'hypermétropie

La myopie et l'hypermétropie sont des défauts de l'œil qui découlent du même problème. En général, c'est la distance entre le cristallin et la rétine qui est, soit trop grande dans le cas de la myopie soit trop petite dans le cas de l'hypermétropie. On peut toutefois trouver des cas où le cristallin est insuffisamment ou trop convergent. Dans tous les cas, le foyer va se trouver devant ou derrière la rétine comme présenté sur les images suivantes.

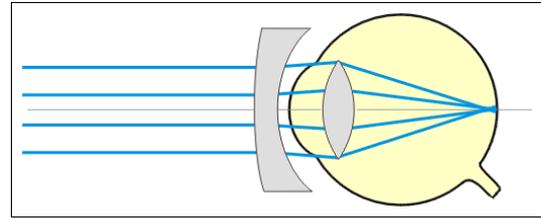


*Vision de l'œil myope*

La myopie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en avant de la rétine. L'œil est trop convergent. Une telle anomalie entraîne une difficulté à voir nette les objets éloignés.



*œil réduit myope*



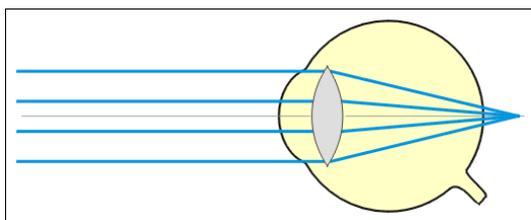
*œil réduit myope corrigé*

Pour corriger la myopie, un verre correcteur divergent est placé devant l'œil. Ainsi, l'excès de convergence de l'œil est compensé et l'image d'un objet éloigné se forme maintenant sur la rétine.

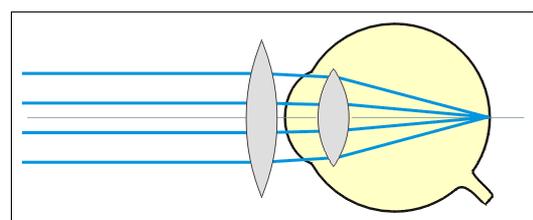
L'hypermétropie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en arrière de la rétine. L'hypermétrope est obligé d'accomplir un travail de mise au point (accommodation) pour voir au loin et peut parfois être gêné pour la vision de près. La perte d'accommodation avec l'âge l'oblige à porter des lunettes afin d'éviter la fatigue et les maux de tête.



*Vision de l'œil hypermétrope*



*œil réduit hypermétrope*



*œil réduit hypermétrope corrigé*

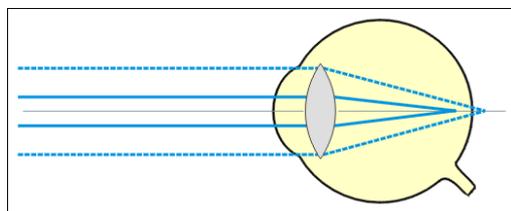
Pour corriger l'hypermétropie, un verre correcteur convergent ( lentille souple ou lunettes de vue ) est placé devant l'œil. Le défaut de convergence de l'œil est compensé et l'image d'un objet éloigné se forme maintenant sur la rétine.

## L'astigmatisme

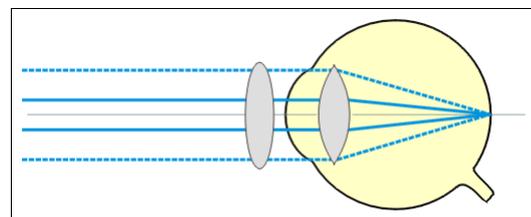
L'astigmatisme est une anomalie de l'œil dans laquelle chaque point d'un objet donne deux images différentes. L'œil astigmatique présente, en principe, des anomalies de courbure cornéenne. La cornée n'a pas une surface sphérique comme un ballon de football. Elle est plus cambrée dans un axe que dans l'autre et ressemble plus à un ballon de rugby. Les rayons ne se focalisent pas en un seul point de la rétine. Les objets apparaissent donc déformés. L'astigmatisme rend notamment la lecture difficile.



*Vision d'un œil astigmatique*



*œil réduit astigmatique*



*œil réduit astigmatique corrigé*

L'astigmatisme peut être corrigé par des lunettes dont le verre cylindrique, torique et n'ayant pas la même puissance pour les différents méridiens, permet à l'image de se reporter sur la rétine.

## La presbytie

La presbytie est une déficience de la vision due à la fatigue naturelle de l'œil. En effet, après plusieurs années le cristallin a tendance à perdre de sa souplesse, l'œil va dès lors avoir du mal à mettre l'image au net.

La presbytie se manifeste généralement dès la quarantaine par une baisse graduelle de la vision de près. C'est un processus normal de vieillissement de l'œil. Les bras deviennent trop courts pour la lecture.

Pour corriger la presbytie, il faut remettre le point de netteté sur la rétine, quelque soit la distance de vision. Pour cela, il est possible de porter des lunettes ou des verres de contact progressifs. Chirurgicalement, une option consiste à utiliser le laser pour traiter la cornée, ou à implanter une lentille devant ou à la place du cristallin pour obtenir une monovision. Toutefois, son efficacité est limitée puisque cette lentille n'a pas le pouvoir d'accommodation du cristallin. Un œil est donc réglé pour la vision de loin et l'autre pour la vision de près. Des tests de tolérance sont indispensables avant un tel traitement. Depuis peu, il existe des lentilles multifocales permettant de voir de loin et de près.



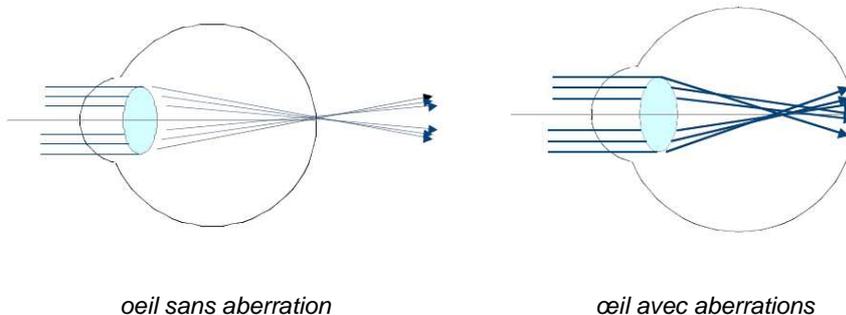
*Vision d'un œil presbyte*

## Les opérations de corrections oculaires

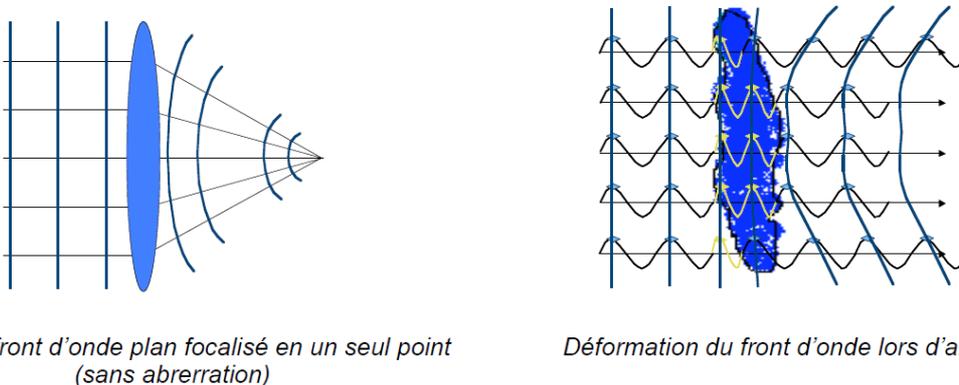
La chirurgie réfractive s'est beaucoup développée, tout particulièrement ces vingt dernières années. Elle regroupe un ensemble de techniques microchirurgicales en évolution constante, qui peuvent apporter une alternative à la correction classique par lunettes ou lentilles de contact. Nous ne retenons ici que les plus courantes pour la correction de la myopie, de l'hypermétropie, de l'astigmatisme et de la presbytie.

### La mesure des défauts

La myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme sont des aberrations. On les regroupe dans les aberrations « d'ordre inférieur ». Mais il existe un autre groupe : les aberrations « d'ordre supérieur ». Ces défauts sont difficiles à corriger car se sont de petites irrégularités ou opacités au niveau de la cornée, du cristallin ou de la rétine. Aujourd'hui, grâce à un instrument très perfectionné, « l'aberromètre », il est possible de quantifier toutes ces aberrations et de les traiter au laser.



L'aberromètre permet de visualiser et de calculer ces défauts grâce à l'observation d'un front d'ondes plan déformé par le passage à travers les différents milieux de l'œil.



Grâce à cette technologie un traitement personnalisé de la cornée peut être calculé afin de réduire les aberrations au maximum.

## Les types d'opérations

Il existe une multitude de techniques différentes pour corriger les défauts de l'œil. Ici, ne sont présentés que les techniques couramment utilisées. Il faut savoir que le prix d'une opération se monte en général à 2500 francs par œil et n'est malheureusement pas remboursé par les caisses maladie.

Après avoir vu les différents types principaux de chirurgie réfractive, je tenais à consacrer un chapitre à une technologie naissante promise à un grand avenir.

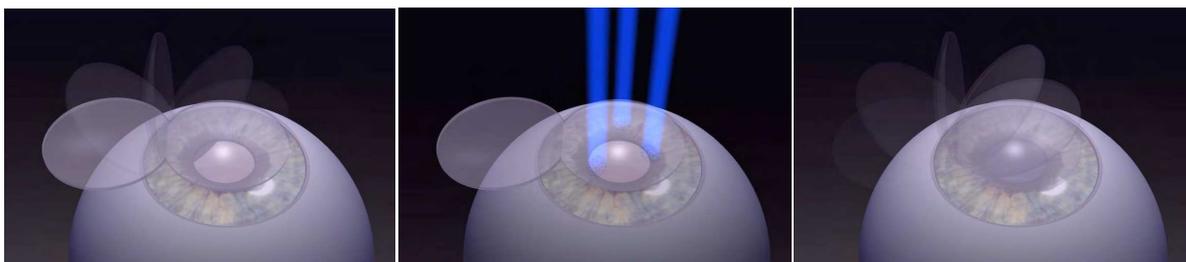
### Les laser excimer

Le principe du laser excimer est le suivant: un mélange d'halogène et d'Argon est excité par un champ électrique intense de 30'000 Volts. On obtient ainsi un rayonnement ultraviolet très énergétique dont la longueur d'onde se situe à 193 nanomètres. Chaque photon transporte une énergie suffisante pour casser une liaison intermoléculaire avec peu d'effet thermique. Le laser excimer a en quelque sorte la propriété de « vaporiser » le tissu sur lequel il agit de façon microscopique, couche après couche. Il ne brûle, ni ne coupe, contrairement aux autres lasers utilisés en ophtalmologie. Le rayonnement émis est absorbé à 100 % par les couches superficielles de la cornée. Il n'y a donc pas d'autres effets en dehors du tissu traité, en particulier à l'intérieur de l'œil. La chirurgie au laser excimer permet de modifier la courbure de la cornée en réalisant une ablation localisée de tissu cornéen. Elle est destinée à corriger myopie, hypermétropie et astigmatisme. Cette propriété est utilisée de deux façons: LASIK et LASEK.

#### Le LASIK :

La technique utilisée lors d'une opération au LASIK est de découper une fine tranche de la cornée que l'on rabat sur le côté afin de pouvoir tailler la cornée en dessous puis de remettre en place ce capot.

Cette technique ne peut pas être utilisée sur des fortes myopie car la cornée n'est pas une membrane très épaisse. Le grand avantage du LASIK réside dans la récupération visuelle très rapide, les traitements postopératoires réduits et les faibles douleurs postopératoires. Cette méthode peut corriger les défauts de la myopie entre -1 et -9 dioptries et l'hypermétropie comprises entre +1.5 et +5 dioptries, associées ou non à de l'astigmatisme jusqu'à -4 dioptries environ.

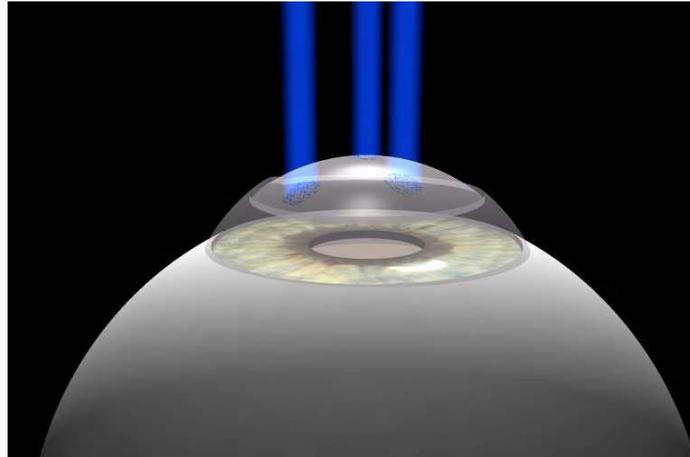


*Les différentes étapes d'une opération au LASIK*

### **Le LASEK :**

La méthode du LASEK est moins répandue que celle du LASIK car la correction de la cornée est faite sur la surface de celle-ci, il n'y a pas de capot de protection à rabattre après l'opération. L'œil étant un peu irrité, une douleur, variable selon les patients, est ressentie les premiers jours. Cette méthode peut corriger les défauts de la myopie comprise entre -1 et -5 dioptries environ (PRK) ainsi que les astigmatismes myopiques inférieurs à -4 dioptries (PARK).

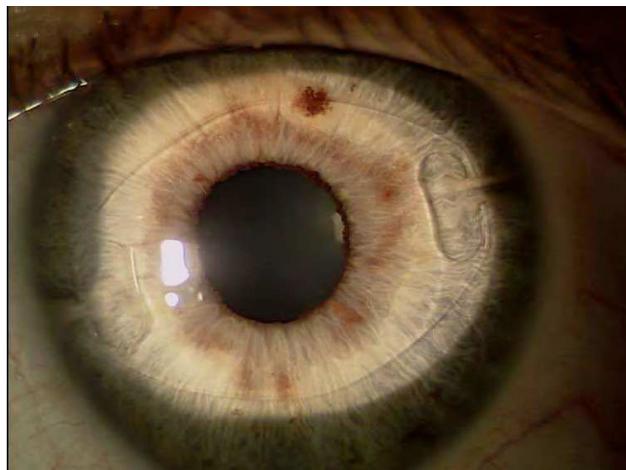
On peut aussi effacer à la surface de la cornée certaines cicatrices ou opacités qui troublent la vision.



*Le laser évapore le tissu cornéen selon le profil désiré.*

### **Les implants Phakes**

Ces techniques chirurgicales consistent à mettre en place des implants synthétiques qui sont des lentilles réfractives permettant de modifier le trajet des rayons lumineux, sans modifier la courbure de la cornée. Les incisions faites sur l'œil pour implanter la lentille peuvent induire des complications au niveau des différents tissus. Ces techniques sont réservées pour l'instant à la correction des fortes myopies (supérieures à -8 dioptries environ) et des fortes hypermétropies (supérieures à +4 dioptries). Les implants peuvent être placés en avant du cristallin ou devant l'iris.

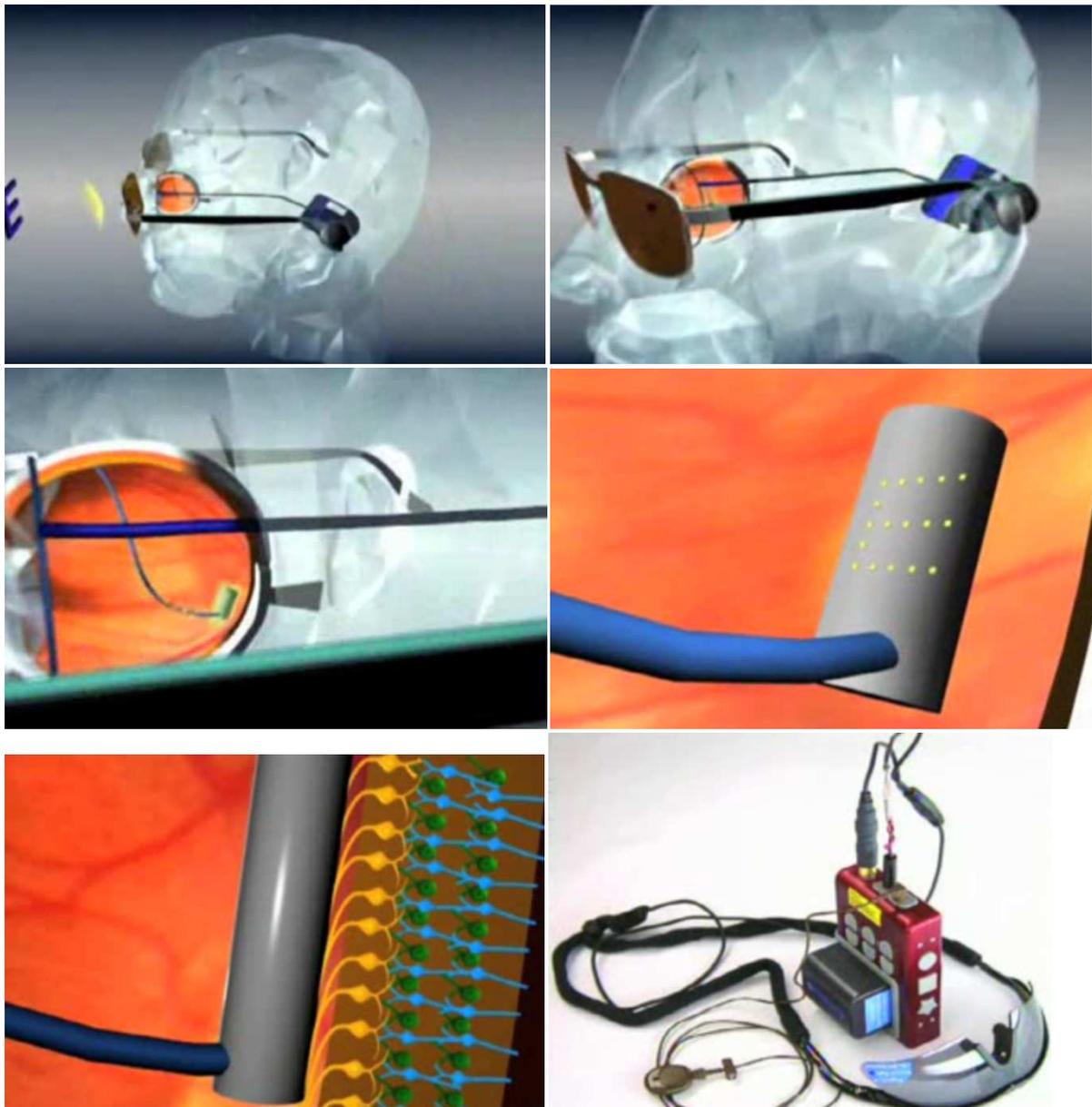


*L'implant est fixé sur la face avant de l'iris.*

## La rétine artificielle

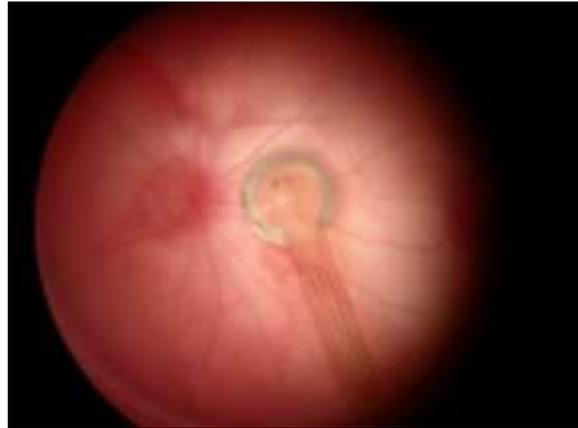
La rétinopathie est une maladie dégénérative provoquant la perte de la première couche de la rétine formée de photorécepteurs. Ceux-ci servent à recevoir la lumière et à la transformer en information électrique. Pour ces malades, le premier signal électrique a donc disparu. Le but de la rétine artificielle est de stimuler électriquement les deux couches de cellules nerveuses restantes après la disparition des photorécepteurs.

La lumière est captée par une mini-caméra implantée sur des lunettes de soleil, les informations sont transmises à un microprocesseur puis envoyées à la rétine artificielle implantée dans l'œil à la base du nerf optique. La prothèse rétinienne génère des impulsions électriques capable d'être interprétés par le cerveau afin de les transformés en information visuelle.



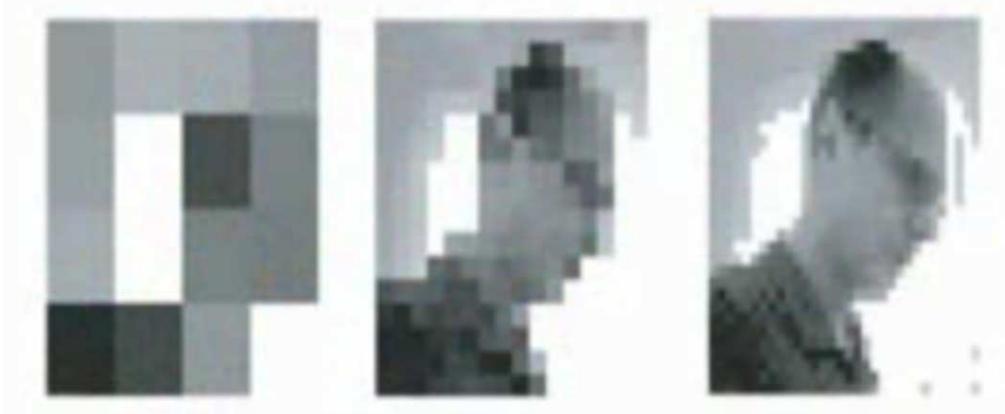
Le premier prototype de rétine artificielle, Argus I, a été implanté(e) au Etats-Unis en 2002 sur six volontaires.

Elle comportait seulement 16 pixels, mais a néanmoins permis de tester les grandes lignes du concept tout en apportant un petit peu de lumière à des personnes plongées dans le noir, du fait d'une dégénérescence rétinienne. Elles ont pu à nouveau repérer portes et fenêtres, éviter des obstacles majeurs, et même lire des caractères de 30 cm de haut.



Implant de rétine artificielle

Le second prototype, Argus II, comporte 64 pixels, mais est plus compact. Il dispose aussi d'une liaison sans fil entre les lunettes et l'implant. Il a été testé depuis 2007 sur 17 volontaires, dont un en France, implanté le 13 février 2008 par le Pr José-Alain Sahel, directeur scientifique de l'Institut de la Vision (Hôpital des Quinze-Vingt, Paris). Les progrès obtenus sont très encourageants. Les patients peuvent suivre un trait sur le sol et voir une porte à six mètres de distance. On peut voir ici la qualité de l'image des prototype Argus I (16px), du futur Argus III (256px) et IV (1024px). Le troisième prototype devrait produire une image de 256 pixels et est prévu pour 2011.



Argus I (4x4px), du futur Argus III (16x16px) et IV (32x32px).

## La manipulation génétique

Un chercheur suisse a présenté, il y a peu, une solution tout à fait surprenante. Botond Roska, du Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research de Bâle, a introduit dans la rétine d'une souris aveugle, à l'aide d'un virus, une protéine (dite "channelrhodopsin") qui a transformé en photorécepteurs des neurones dits "bipolaires", dont le rôle habituel est tout autre, puisqu'ils jouent le rôle d'intermédiaire entre la première et la troisième couche de la rétine en relayant l'information. Cette infection a permis à la souris de sortir d'un labyrinthe sans se cogner alors qu'elle en était auparavant totalement incapable. Une raison de plus d'être optimiste.

## Conclusion

Grâce au prouesse technologique et médicale, il est possible de rendre la vue à des personnes qui l'ont perdu, partiellement ou totalement, et d'améliorer leur quotidien. Toutefois il ne faut pas oublier que plus de 50 millions de personnes dans le monde sont aveugles car elle n'ont pas les moyens de se faire opérer de la cataracte qui est une opération de remplacement du cristallin extrêmement banale et peu couteuse dans les pays riches.

Date : 05.02.2009

Signature :

P.Schneeberger