

# Verres progressifs

## Le prodige des lunettes 2.0

Comment redonner une vision nette à tous les presbytes, y compris les plus récalcitrants aux verres progressifs ? De nouvelles lunettes mariant optique, microfluidique et électronique relèvent le défi. **Muriel Valin** y a regardé de plus près.

éger flou, plus gros flou, très gros flou... Ce ressenti, c'est celui que tout lecteur ou presque connaît dès lors qu'il passe le cap fatidique des 45 ans et qu'il approche une page de *Science & Vie* – ou tout autre objet – un peu trop près de lui. La presbytie est passée par là.

Ce phénomène naturel lié au vieillissement des yeux s'explique par le fait qu'au fil du temps ils n'arrivent plus à accommoder correctement, le cristallin perdant de sa souplesse. Pour corriger ce trouble, 9 personnes sur 10 se tournent aujourd'hui vers des verres progressifs, dont la puissance varie entre le haut du verre (pour regarder loin) et le bas (plus près).

Le hic, c'est que ces lunettes ne donnent pas satisfaction à tout le monde, loin de là. D'après plusieurs études publiées ces dernières années, 5 à 10% de la population ne les supporteraient pas bien : maux de tête, sensation de fatigue, vertiges ou difficultés à regarder un écran. Soit 40 millions de mécontents, rien qu'en Europe, au Japon et aux États-Unis.

LA CLARÉE

D'où l'idée de mettre au point une nouvelle génération de verres optiques capable de remplacer la fonction mécanique et physiologique perdue par l'œil humain. *“Nous sommes en train de fabriquer de nouvelles lunettes à mise au point automatique, capables de faire l'auto-focus en temps réel”*,

### Repères

La France compte 26 millions de presbytes. Ils sont 1,8 milliard dans le monde, dont 45% ne seraient pas corrigés, en particulier dans les pays en voie de développement.

annonce Bruno Berge, ancien physicien du CNRS, directeur de l'entreprise Laclarée, qui a commencé à travailler sur ce projet il y a cinq ans. Un an plus tard, un projet concurrent était lancé aux États-Unis : *“Je suis parti d'un problème strictement personnel*, explique Carlos Mastrangelo, qui travaille pour l'entreprise Sharpeyes LLC, une émanation de l'université d'Utah. *Quand*

je suis devenu presbyte, je ne supportais pas les verres progressifs parce qu'ils restreignent trop les zones du champ visuel. J'ai donc voulu résoudre ce problème en créant une paire adaptative et, ce faisant, aider les autres.”

Les lunettes Laclarée en sont encore au stade du prototype. Reste à perfectionner l'adaptation au regard et à miniaturiser le système.

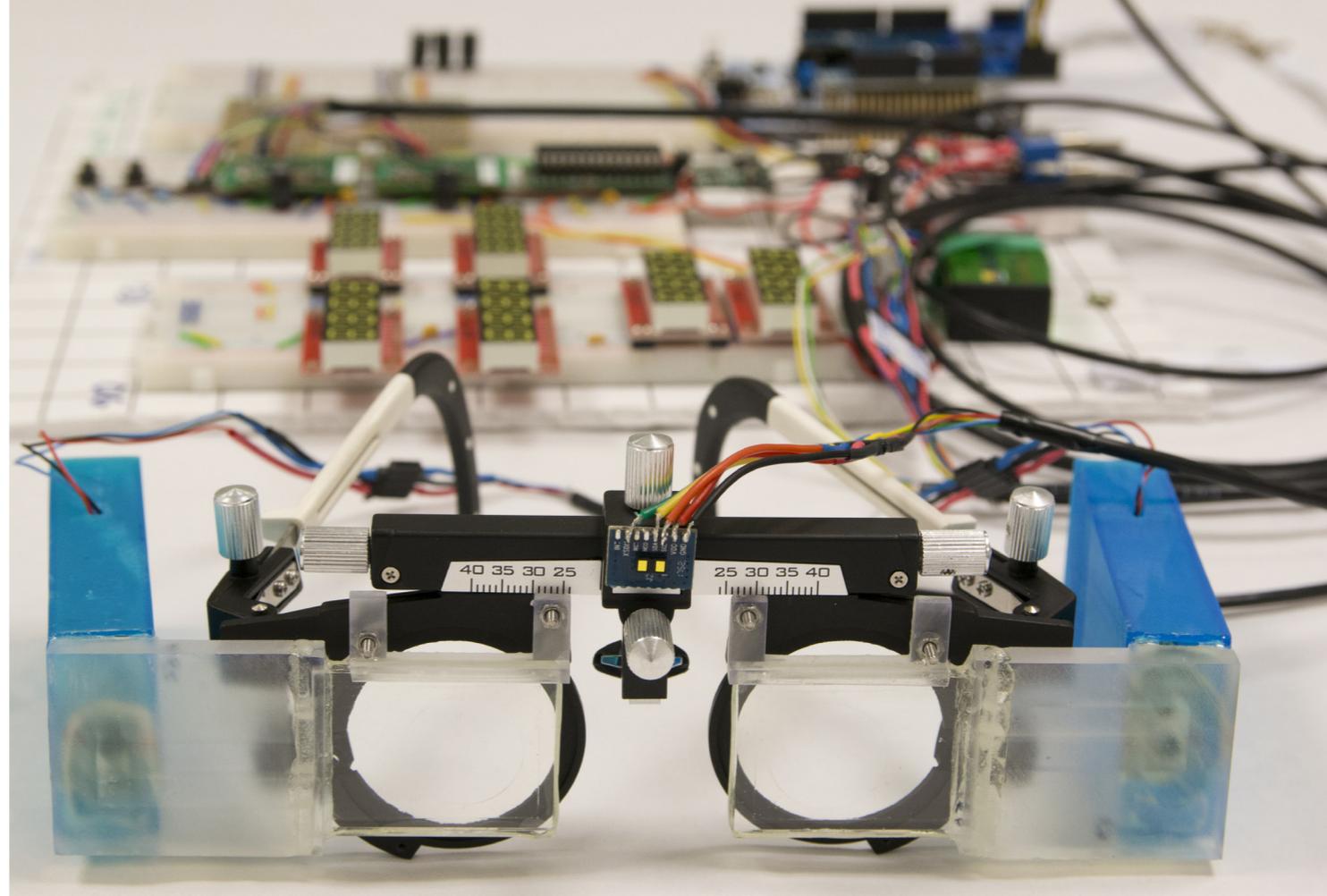
Le défi de ces lunettes est énorme : alors que chaque zone d'un verre progressif est dotée d'un indice de correction fixe, il s'agit ici de le faire varier suivant l'objet regardé. Et la mise au point doit se faire quels que soient la distance à laquelle se trouve l'objet, l'angle de vue et les conditions d'utilisation. Le tout en un temps record ! Des équipes du monde entier tentent de relever ce défi depuis une décennie en expérimentant différentes technologies.

### UNE VARIATION OPTIQUE ULTRALARGE

Pour mémoire, il y a dix ans, *Science & Vie* décrivait des lunettes en cours de développement censées corriger automatiquement le flou des presbytes. Elles s'appuyaient à l'époque sur une couche de cristaux liquides insérée entre

deux plaques de verre. En jouant sur la tension électrique, la monture modifiait l'orientation des molécules des cristaux liquides, faisant ainsi varier l'indice de réfraction en fonction de l'endroit regardé (de près ou de loin). Cette technologie a fini par fonctionner, des modèles à verre mince ont été commercialisés par PixelOptics puis Mitsui. Sauf que les cristaux liquides sont peu efficaces pour courber les rayons lumineux, et la correction obtenue ne suffit pas en cas de presbytie importante.

*“Nous avons voulu aller plus loin et opté pour une autre technologie, avec une membrane capable de se déformer dans le verre, explique Bruno Berge. Pour bien corriger la presbytie, il faut créer une puissance optique qui s'étale de 0 dioptrie pour la vision de loin à 3 dioptries pour celle de près. Cette variation optique est digne de celle obtenue sur les plus grands télescopes pour s'adapter à la turbulence ! Comme les cristaux liquides ne peuvent pas aller au-delà de 0,75 dioptrie, notre idée a été de chan-*



ger radicalement d'approche : nous sommes partis sur une technologie avec des liquides." Le chercheur français et son équipe imaginent ainsi des verres qui intègrent une fine couche transparente capable de se déformer sous la pression de liquides... et donc de mimer le mouvement du fond de l'œil devenu trop rigide avec l'âge. En résumé : la correction en temps réel est obtenue grâce à un capteur qui estime instantanément la distance de la zone regardée par le porteur, puis qui commande en fonction de cela une pompe pour qu'elle déforme la fameuse membrane jusqu'à la puissance optique souhaitée (voir infographie).

"La partie électronique n'était pas la plus difficile à réaliser car nous avons profité des avancées constantes en microélectronique. En revanche, la mise au point du dispositif

des membranes mobiles était plus complexe", précise Bruno Berge. Il a fallu notamment trouver le moyen de concevoir des canaux invisibles qui acheminent les liquides jusqu'à la zone à corriger dans les verres. Et, surtout, fabriquer une minipompe réversible à deux liquides. "Nous nous sommes fait aider par l'Institut des nanotechnologies de Lyon pour développer le principe breveté d'une pompe microfluidique, capable d'aspirer et de pousser les liquides avec une précision inédite, le long d'un film métallisé. Et il a fallu tout réinventer car le volume à faire circuler est de l'ordre de la centaine de microlitres, ce qui est bien plus que les applications médicales implantées classiques, qui manipulent plutôt des nanolitres ou des picolitres."

Secret industriel oblige, Bruno Berge reste muet sur la nature des fluides... Il reconnaît que si le dispositif de sa pompe fonctionne bien, il est encore un peu trop lent à transférer les liquides. "Le temps de réaction de nos lunettes est situé autour de 2 secondes, mais nous espérons le réduire dans les prochains mois." De fait, pour un usage confortable et efficace – et un succès commercial – il faudrait descendre en dessous de 1 seconde.

Du côté américain, le principe est similaire, mais au lieu d'une pompe et deux liquides,

## Des verres qui adaptent leur correction automatiquement

### 1 Un lidar estime la distance de l'objet regardé

Un capteur s'appuyant sur un laser (un lidar) détecte l'objet principal, situé devant le porteur presbyte, et évalue sa distance. Il envoie cette information à un microcontrôleur.

c'est un actionneur piézo-électrique autour du verre qui utilise un champ électrique pour produire la déformation. "Notre paire de lunettes a un temps de réaction de 20 millisecondes. C'est bien plus rapide que celui de Laclarée. Par contre, nos actionneurs seront difficiles à miniaturiser", avoue Carlos Mastrangelo.

### SYSTÈME DE SUIVI DU REGARD

Voilà plusieurs mois que les deux prototypes, américain et français, fonctionnent en laboratoire. Celui de Laclarée a même été testé sur plusieurs personnes presbytes... qui ont déclaré voir mieux qu'avec des verres progressifs. En vision de loin, le champ se révèle dans son entier et non à moitié; en vision intermédiaire, la largeur du champ est plus grande; en vision de près, il est plus haut.

Autre avantage potentiel : le système est compatible avec toutes les corrections (myopie,

### 2 Un microcontrôleur estime la correction

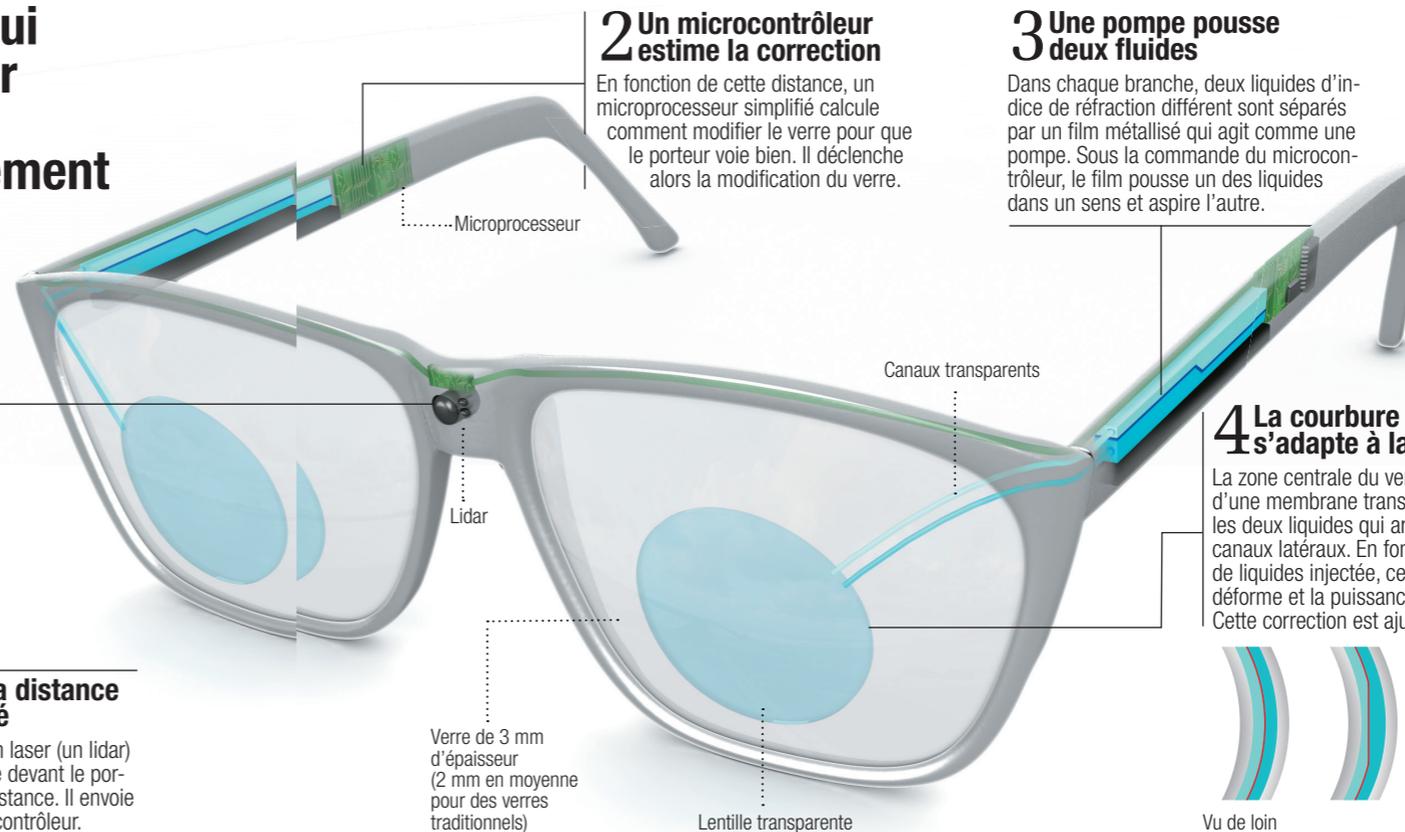
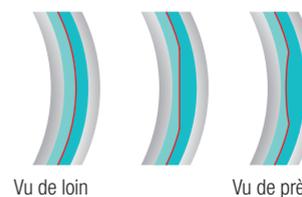
En fonction de cette distance, un microprocesseur simplifié calcule comment modifier le verre pour que le porteur voie bien. Il déclenche alors la modification du verre.

### 3 Une pompe pousse deux fluides

Dans chaque branche, deux liquides d'indice de réfraction différent sont séparés par un film métallisé qui agit comme une pompe. Sous la commande du microcontrôleur, le film pousse un des liquides dans un sens et aspire l'autre.

### 4 La courbure de la lentille s'adapte à la vision

La zone centrale du verre est composée d'une membrane transparente, prise entre les deux liquides qui arrivent par des canaux latéraux. En fonction de la quantité de liquides injectée, cette membrane se déforme et la puissance optique change. Cette correction est ajustée en 1 à 2 s.



hypermétropie, astigmatisme) et il peut même s'ajuster au fil des années. Avec ces lunettes, plus besoin, donc, de changer de verres : il suffira juste à l'opticien de reprogrammer la monture pour que la déformation soit mieux adaptée.

Reste à affiner le contrôle du regard sur ces prototypes en préparation, car aujourd'hui, dans les deux cas, la paire détecte l'objet situé devant le porteur et non ce qui est regardé véritablement par ce dernier. Or, parfois, ce n'est pas la même chose, comme il est facile de le comprendre. "Nous avons conscience de cette lacune. Pour notre prochaine génération de lunettes, nous réfléchissons à déployer une technologie d'eye-tracking, c'est-à-dire un système de suivi du regard avec des caméras pour calculer ensuite la correction de manière plus précise", annonce Bruno Berge. *Science & Vie* a d'ailleurs évoqué, il y a quelques mois, un tel dispositif qui s'adapte au mouvement des

yeux, développé au sein de l'université américaine de Stanford (voir *S&V* n°1224, p.18).

Reste aussi, et surtout, à passer à la phase suivante du projet, qui consiste à miniaturiser le dispositif pour qu'il ressemble à une vraie paire de lunettes plutôt qu'à un casque de réalité virtuelle, comme c'est le cas actuellement! "Nous nous rapprochons de produits commerciaux, mais la voie à suivre pour alléger et affiner notre produit ne va pas être facile", reconnaît Carlos Mastrangelo, qui n'est pas prêt à annoncer pour l'instant une date de sortie pour son invention.

Laclarée vient de mettre au point un prototype plus ramassé et annonce vouloir commercialiser ses toutes premières paires dès 2021... Qui des deux arrivera le premier? Est-ce que le successeur du verre progressif sera de nouveau un inventeur français? Verdict dans quelques années... Pour continuer à lire *Science & Vie* dans les meilleures conditions.

La mise au point du dispositif des membranes mobiles a été bien plus complexe que la partie électronique



**BRUNO BERGE**  
Directeur de Laclarée,  
ancien physicien  
au CNRS



À voir : les différents prototypes et leur fonctionnement.

science-et-vie.com