

# GLASSES OFF, UNE APPLICATION VISUELLE SUR SMARTPHONE ISSUE DES NEUROSCIENCES

Dr Thierry Bury, Ophtalmologiste – Paris

Mme Brigitte Maller, Orthoptiste – Paris

Le rôle central de l'œil dans la qualité de la vision est évident pour tous, ophtalmologistes, orthoptistes et neurologues compris. Cependant, le rôle du cortex visuel dans ce processus ne serait-il pas, lui, parfois sous-estimé par les professionnels de la vision ? Une équipe de chercheurs en neurosciences a développé une application mobile destinée à améliorer la vision de près en améliorant les performances cérébrales de l'utilisateur.

## Le rôle du cerveau dans le mécanisme de la vision

La vision est le fruit d'une coopération entre l'œil et le cerveau. L'œil capture les images et les transmet au cortex visuel, responsable du traitement de ces images. (fig. 1)

Le cortex est divisé en zones - ou aires fonctionnelles - hiérarchisées (V1, V2, V3, V4, etc.), qui assurent chacune une fonction cognitive précise. Certaines de ces fonctions sont très basiques, comme la fréquence spatiale, le contraste ou l'orientation, d'autres sont beaucoup plus complexes, comme la reconnaissance des visages. Les fonctions de traitement complexes dépendent néanmoins des fonctions de traitement basiques, qui revêtent donc une importance primordiale. Ainsi, le cortex visuel primaire (V1), qui assure la première étape du traitement de l'image, est un élément clé de la vision.

Dans le cas de défauts de vision comme la presbytie, il est possible de compenser cette déficience de deux façons : soit en utilisant une correction optique, **soit en améliorant les capacités du cerveau à traiter l'information.**

## Le cortex visuel et la plasticité cérébrale

La **plasticité cérébrale** – ou plasticité neuronale – est la capacité du cerveau à modifier les circuits neuronaux et les synapses, à la suite d'expériences nouvelles ou de changements dans l'environnement et dans les processus neuronaux, voire d'un accident ayant causé un préjudice

corporel. La plasticité neuronale, qui s'exprime tout au long de la vie<sup>1</sup>, est une caractéristique bien connue du cortex visuel chez les mammifères. Elle joue un rôle primordial pour le développement, l'apprentissage, la mémoire et le rétablissement à la suite de lésions.

Ces vingt dernières années, de grands progrès ont été réalisés dans l'amélioration de la sensibilité sur le long terme au moyen de **l'apprentissage perceptif**. L'idée de l'apprentissage perceptif consiste à favoriser l'apparition, la destruction ou la réorganisation des synapses dans le cortex visuel grâce à des exercices visuels basiques<sup>2</sup>, qui suscitent des expériences spécifiques. Il est par conséquent possible d'induire une amélioration ou un rétablissement sensoriel, y compris pour corriger des troubles du développement ayant entraîné une baisse importante de l'acuité visuelle, au moins sur l'un des deux yeux.

Un exemple bien connu des ophtalmologistes et des orthoptistes de l'apprentissage perceptif, est la rééducation de l'amblyopie chez les enfants, par pénalisation du bon œil.

Le Pr Uri Polat a publié le résultat d'études réalisées chez l'adulte<sup>3</sup> et chez l'enfant<sup>4</sup> non compliant à l'occlusion pour rééduquer l'amblyopie en utilisant l'apprentissage perceptif et les patches de Gabor.

### Les patches de Gabor au service de l'apprentissage perceptif

Dans la rétine, les neurones peuvent être stimulés par une simple lumière (par exemple, un flash unique dans une ambiance sombre), les cellules répondant sur un mode « ON-OFF ». En revanche, l'aire du cortex occipital V1, qui contient les informations cartographiques de la vision dans l'espace, nécessite des stimuli plus complexes, avec une orientation déterminée.

Les patches ou filtres de Gabor (fig.2), du nom du physicien prix Nobel Dennis Gabor, sont idéaux pour stimuler les neurones de l'aire V1 (spécifiquement réceptifs à l'orientation, une bande de fréquence spatiale et au contraste). En effet, ces « images » présentent non seulement une orientation particulière, mais aussi une fréquence spatiale spécifique (déterminée par la largeur des bandes) et une variation du contraste.

Cela fait donc des patches de Gabor des stimuli incomparables pour faire travailler l'aire V1.

---

<sup>1</sup> Gilbert, C. D., Das, A., Ito, M., Kapadia, M. & Westheimer, G. Spatial integration and cortical dynamics. *Proc Natl Acad Sci U S A* **93**, 615-622 (1996).

<sup>2</sup> Sagi, D. Perceptual learning in Vision Research. *Vision Res* **51**, 1552-1566, doi:10.1016/j.visres.2010.10.019 (2011).

<sup>3</sup> Polat U., Ma-Naim T., Belkin M., Sagi D. Improving vision in adult amblyopia by perceptual learning. *The National Academy of Sciences* doi: 10.1073/pnas.0401200101 (2004)

<sup>4</sup> Polat U., Ma-Naim T., Spierer A. Treatment of children with amblyopia by perceptual learning. *Vision Research* (2009).

## L'utilisation de la plasticité cérébrale pour corriger la presbytie

### La presbytie ou l'épidémie silencieuse

La **presbytie**, du mot grec *presbys*, qui signifie « vieil homme » ou « ancien », est le résultat du vieillissement de l'œil et de la dégradation de sa capacité d'accommodation. La presbytie est considérée comme le trouble visuel le plus répandu chez l'adulte, avec une prévalence de 83% en Europe chez l'adulte de plus de 40 ans. On estime que cette prévalence augmentera, pour atteindre dans le monde 1.4 milliards en 2020 puis 1.8 milliards en 2050<sup>5</sup>.

Aujourd'hui, les verres monofocaux ou progressifs offrent une solution efficace à ce problème, avec leurs avantages et leurs inconvénients. Le port de lentilles de contact et les opérations (par laser ou chirurgicales) sont en constant progrès, mais n'offrent encore dans la majorité des cas qu'un compromis visuel.

Avec les outils connectés de plus en plus présents (smartphones, tablettes, liseuses), l'accommodation des utilisateurs est sollicité en permanence et parfois insuffisamment compensée.

### Corriger les effets de la presbytie sur la vision grâce à la plasticité cérébrale

Selon plusieurs études effectuées dans les 20 dernières années, le cerveau peut améliorer ses performances de façon significative grâce un entraînement de moins de 15 heures reposant sur l'apprentissage perceptif.

Le Professeur Uri Polat, professeur en neurosciences, a voulu se concentrer sur la partie cérébrale de la vision, et utiliser cette capacité du cerveau à se modifier afin de corriger les effets de la presbytie. Avec son équipe ils ont développé un programme d'entraînement utilisant des méthodes d'apprentissage perceptif, pour améliorer les capacités visuelles des presbytes. Ce programme propose un ensemble d'exercices visuels, dans lesquels les patches de Gabor sont utilisés comme stimuli. Les facteurs tels que l'orientation, la fréquence spatiale ou le contraste varient et sont adaptés en fonction du profil visuel de chaque utilisateur, et sont progressivement modifiés en fonction de ses performances. La technologie de GlassesOff™ (Nom de la plateforme d'entraînement) a été conçue pour augmenter la **facilitation** – interaction entre neurones qui amplifie la sensibilité à une stimulation – et réduit la **suppression** – interaction entre neurones ayant un effet négatif sur la sensibilité.

Une amélioration de 80% de l'acuité visuelle de près sans intervention optique du système visuel.

---

<sup>5</sup> Holden, B. A. *et al.* Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol* **126**, 1731-1739, doi:10.1001/archophth.126.12.1731 (2008).

La technologie a fait l'objet d'une étude à l'Université de Berkeley (Californie), sur un groupe de 30 individus presbytes<sup>6</sup>. Au terme d'un entraînement de trois mois, et à raison de trois séances d'exercices par semaine, tous les participants étaient capables de lire un journal à police de caractères standard sans lunettes de lecture. L'amélioration sous-jacente était un gain de 2.6 lignes sur l'échelle d'acuité de près ETDRS (soit une amélioration de plus de 80%), équivalent à une réduction de l'âge de la détérioration visuelle d'environ 8,6 ans. La capacité des individus testés à détecter les différences de contrastes a atteint les niveaux observés chez les jeunes individus du groupe de contrôle (fig. 3).

Cette étude a démontré une amélioration de la vision de près chez les individus presbytes sans aucune intervention optique du système visuel. Ainsi, aucun changement n'a été retrouvé dans les mesures précises et objectives utilisées, de la capacité d'accommodation, de la taille de la pupille, et de la profondeur de champ, confirmant par conséquent que l'amélioration de la vue provenait uniquement d'une amélioration des fonctionnalités du cerveau.

Cette technologie et son application Glasses Off™ pourrait être particulièrement intéressante pour les orthoptistes qui sont confrontés quotidiennement à des patients présentant des asthénopies accommodatives.

#### Comment ça marche ?

Le programme GlassesOff™ est actuellement disponible sous forme d'application mobile, téléchargeable sur smartphones et tablettes, et dont une version française existe depuis 2015.

L'application propose tout d'abord un test de vision, qui détermine si l'utilisateur est éligible, élabore son profil visuel et établit une estimation des progrès attendus. Les résultats de cette évaluation permettent de générer un programme d'entraînement personnalisé. La première phase de l'entraînement est intensive, et comporte des séances d'exercices d'une quinzaine de minutes à effectuer au moins trois fois par semaine. A l'issue de 2-3 mois d'entraînement, l'utilisateur passe en programme d'entretien visuel, conçu pour conserver les progrès réalisés sur le long terme. (fig.4)

L'application est gratuite pour les ophtalmologistes, les orthoptistes et les professionnels de la vision. Il suffit d'écrire à [info@glassesoff.com](mailto:info@glassesoff.com) Plus d'informations : [www.glassesoff.com](http://www.glassesoff.com)

### D'autres utilisations possibles de l'apprentissage perceptif sur la vision

Lorsqu'on comprend les incroyables capacités de notre cerveau et de sa plasticité, on peut aisément imaginer d'autres utilisations possibles de l'apprentissage perceptif pour améliorer les performances visuelles.

---

<sup>6</sup> Polat, U. *et al.* Training the brain to overcome the effect of aging on the human eye. *Sci Rep* **2**, 278, doi:10.1038/srep00278 (2012).

L'équipe scientifique d'EyeKon E.R.D à l'origine de l'application GlassesOff™, mène actuellement une étude sur les effets de la stimulation neuronale par les patchs de Gabor chez des patients opérés de cataracte.

Une autre étude a été réalisée en collaboration avec l'équipe de baseball des Texas Rangers (Etats-Unis). Ces sportifs, qui possédaient déjà une excellente vision avant l'étude, ont encore amélioré significativement leur vitesse de traitement de l'information au terme de 40 jours d'entraînement cérébral ; des avantages significatifs pour améliorer leurs performances sportives.

## Conclusion

Les possibilités offertes par l'apprentissage perceptif sur l'amélioration des performances visuelles semblent considérables et encore indéfinies. Certaines de ces applications sont déjà disponibles sur smartphone comme solution non invasive et peuvent se révéler comme des outils précieux pour tous les professionnels de la vision et leurs patients.

Figure 1

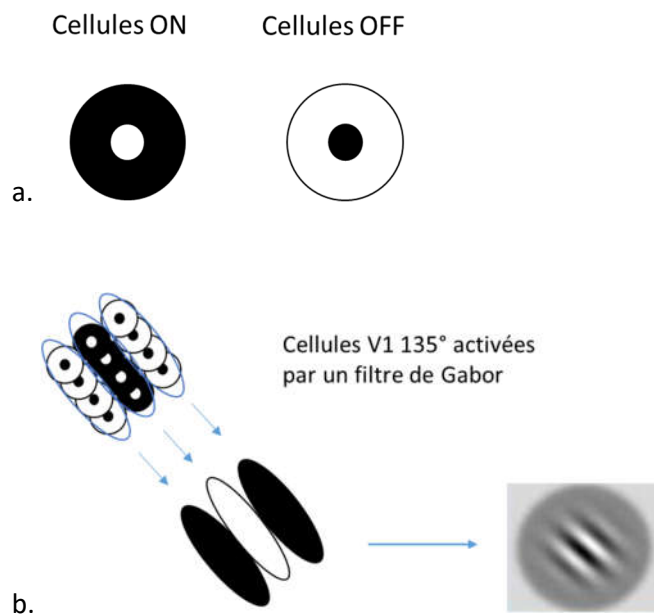
Système visuel – Le rôle du cerveau



Figure 2

**Figure 2.a.** Quand nous regardons une image, notre œil décompose cette image en une multitude de signaux, qui activent ou désactivent les cellules de la rétine, grâce à un mécanisme de ON/OFF.

**Figure 2.b.** La combinaison de ces activations/désactivations crée des lignes de signaux ON et OFF qui sont transmises via le nerf optique à la zone primaire Cortex Visuel (V1). Ces lignes combinées peuvent être représentées comme des patches, appelés patches de Gabor. Chaque patch de Gabor aura une orientation, un contraste, une taille et une fréquence spécifique et activera un neurone spécifique de V1.



### Figure 3

Quelques résultats de l'étude « Polat, U. *et al.* Training the brain to overcome the effect of aging on the human eye. *Sci Rep* 2, 278, doi:10.1038/srep00278 (2012) ».

**Figure 3.a.** Les résultats ont donné en moyenne, un progrès de l'acuité visuelle de :

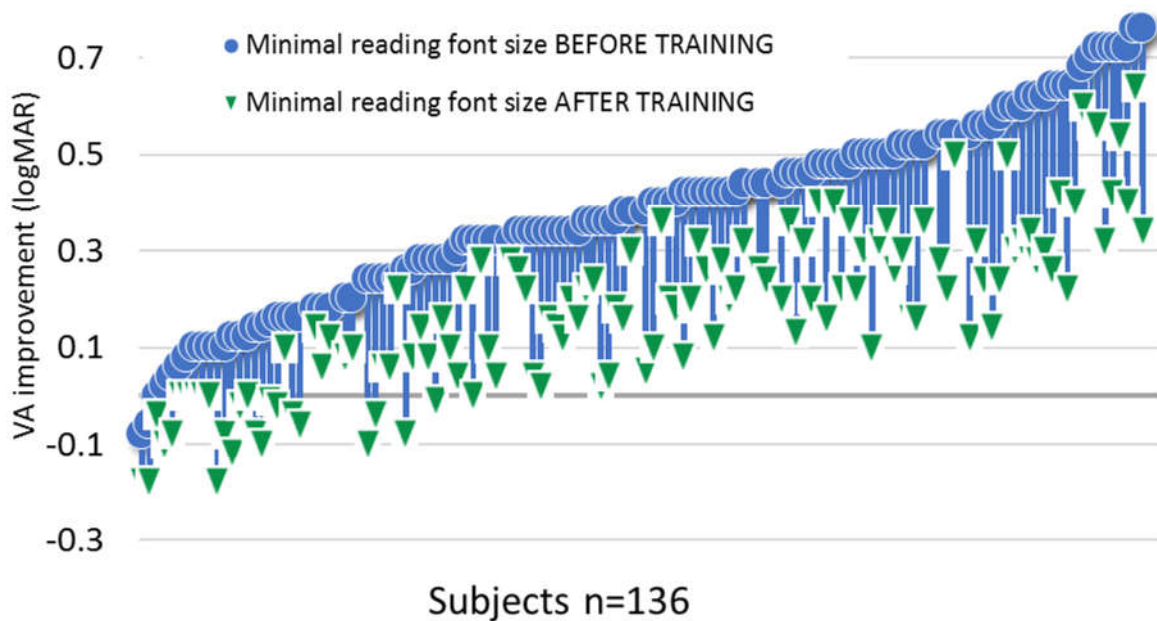
- 95% après l'entraînement de trois mois
- 101% après un an d'entraînement de maintenance

**Figure 3.b.** La sensibilité au contraste des participants a évolué, en moyenne de

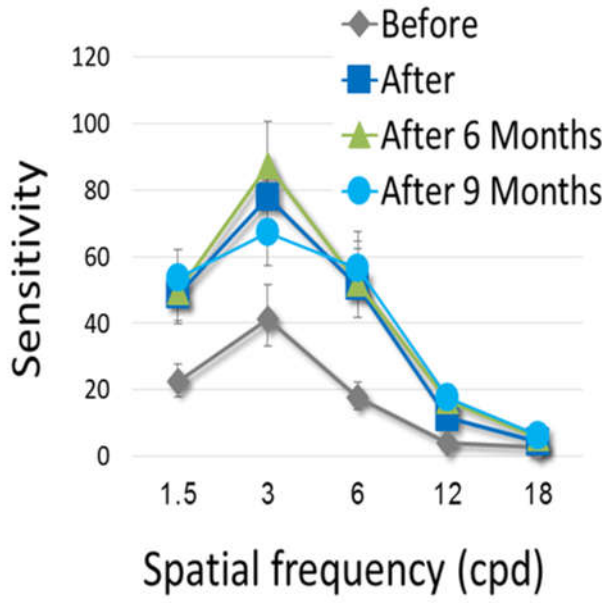
- 89% après l'entraînement de trois mois
- 112% après six mois d'entraînement de maintenance

**Figure 3.c.** A l'issue de l'entraînement de trois mois, la vitesse de réaction des participants était similaire à celle mesurée chez un groupe de jeunes individus, dit « groupe contrôle »

a.



b.



c.

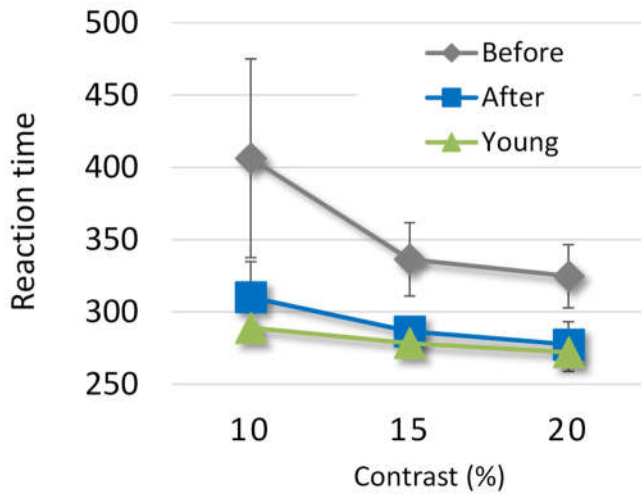


Figure 4

Application GlassesOff



