

## REGARD SUR LE FUTUR

# Les lunettes intelligentes (*smart glasses*) dans l'industrie

**Khaled SARAYEDDINE**

Directeur technique et cofondateur de la société Optinvent  
Rennes, France  
Peter NIEBERT  
[khaled.sarayeddine@optinvent.com](mailto:khaled.sarayeddine@optinvent.com)

Dans un précédent article de *Photoniques* (n°77, juillet-août 2015), nous avons décrit les lunettes intelligentes (ou *smart glasses*) ainsi que les différentes techniques optiques utilisées pour la projection d'images rétinienne tout en gardant la transparence pour la vision de l'utilisateur. Dans cet article nous mettons à jour les connaissances relatives aux technologies et produits *smart glasses* connus depuis cette date et nous parlerons de leur utilisation dans l'industrie, seul marché accessible actuellement pour ces produits.

## État de l'art des technologies optiques d'affichage transparent

Les éléments clés des lunettes intelligentes sont d'abord et sans conteste le dispositif d'affichage transparent, puis le processeur et enfin la capacité de la batterie. Le reste, notamment la plateforme électronique embarquée, est du pur développement industriel.

Le premier secteur à avoir vu l'intérêt de tels dispositifs est celui de l'avionique militaire, où le besoin est primordial d'afficher les informations dans les yeux des pilotes, toujours en situation de danger. Cependant, la nécessité d'intégrer ces dispositifs dans les casques n'a (pour le moment)

accouché d'aucune solution optique compacte de bas coût pour les autres secteurs professionnels ou pour le marché grand public.

L'on peut dire que les systèmes de vision transparente ont commencé à émerger au début des années 2000. Ces techniques utilisent un guide mince devant les yeux, permettant de positionner le dispositif optique de collimation et l'électronique de commande côté temporale, libérant ainsi la vision de l'utilisateur. Curieusement, ces techniques ont été portées par deux start-up (Lumus en Israël et Optinvent en France) et par deux grands industriels du secteur des appareils mobiles (Nokia et Sony), rejoints très récemment par d'autres (Google, Microsoft,

etc.) qui ont apporté davantage de légitimité à ces nouveaux produits, sans pour autant proposer de solutions nouvelles sur les dispositifs optiques. Pour illustrer la difficulté actuelle d'offre des produits adaptés d'une part à l'ergonomie et d'autre part au budget des clients, la *figure 1* montre le produit star de Microsoft : l'Hololens (~2990 €) et celui de la société Daqri : le Smart Helmet (~15 000 \$). Ils ont des encombrements très imposants, des poids respectivement de 580 g pour l'Hololens et de 1 kg pour le Smart Helmet, tout en ayant une autonomie d'à peine quelques heures.

## Les technologies optiques à guide transparent

Une diapositive électronique (*micro-display* en anglais) est éclairée par un faisceau lumineux à LED permettant de générer une image pixélisée de petite taille. Cette image est projetée à l'infini par un jeu de lentilles (appelé collimateur optique). Le faisceau est injecté dans un guide mince à faces parallèles qui conduit l'image par réflexion interne totale. Un dispositif intégré au guide et placé devant l'œil



**Figure 1.** Exemple de produits (encombrement important et coût élevé) proposés par les sociétés Microsoft (à droite) et Daqri (à gauche).



Figure 2. Principe de fonctionnement du dispositif d'affichage transparent d'Optinvent.

de l'utilisateur remplit deux fonctions : d'une part, il permet d'extraire la lumière du guide pour former une image agrandie dans la rétine ; d'autre part, il permet aux rayons extérieurs de traverser le guide et de former l'image du monde extérieur à travers une lame de verre simple.

La différenciation entre les techniques concurrentes se retrouve donc dans la manière d'injecter et d'extraire l'image de ce guide ainsi que dans le matériau et le processus de fabrication du guide lui-même. Pour ce faire, il existe trois méthodes ; la méthode diffractive, la méthode polarisante et enfin la méthode réflective non polarisante.

**La méthode diffractive** utilise, dans une de ses variantes (concept Sony), un élément optique holographique de volume (HOE) pour diffracter le faisceau image à l'injection et à l'extraction du guide. L'autre variante est utilisée par Nokia (licenciée récemment à l'Américain Vuzix) et consiste à former un réseau de diffraction très fin et très profond pour injecter et extraire le faisceau image du guide optique.

Cependant, cette méthode ne permet pas de visualiser des images en couleurs avec un grand champ. L'utilisation de la diffraction introduit un défaut de rendu coloré dans le blanc (dû à la variation d'efficacité de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de l'angle d'incidence) ainsi qu'une efficacité de diffraction faible. De plus, la technique de fabrication des éléments diffractants reste assez exotique, nécessitant l'utilisation d'une technique de photolithographie sur wafer, coûteuse et incompatible avec les contraintes de

production en grand volume. C'est la raison pour laquelle Sony a un produit monochrome avec faible champ de vision (SmartEyeGlasses). La technique holographique, quant à elle, a été reprise par Microsoft (Hololens, vendu à 3000 \$). Une analyse plus fine du produit Hololens montre que le guide optique en question est un assemblage de 4 guides minces, un guide pour chaque couleur et d'autres traitements dichroïques pour éviter la diaphotie entre les canaux RGB ; cela bien entendu ajoute encore plus de complexité au processus de fabrication et explique en partie le prix assez élevé du produit et la faible luminance d'environ 500 Cd/m<sup>2</sup>, compensée en partie par la faible transparence de la visière.

**La technique polarisante** est utilisée par Lumus (Israël). Elle consiste à extraire le faisceau image par des réflecteurs polarisants (4 à 6) intégrés dans le cœur du guide en verre. Le processus de fabrication de ce guide n'est pas compatible avec des montées en volume au vu des faibles rendements de ce genre de procédé. Il ne permet pas non plus d'avoir des prix faibles. C'est la raison pour laquelle Lumus se concentre sur le domaine militaire.

Enfin, **la technique réflective** est exploitée par Optinvent, Google et Epson. Elle consiste dans le cas d'Epson et Google à utiliser un guide épais (10 mm) avec un seul réflecteur pris en sandwich entre deux biseaux en plastique. Le champ projeté, avec une image positionnée en permanence en haut à droite du champ de vision (Google), est directement proportionnel à l'épaisseur du guide, d'où la limitation de cette technique à des guides épais avec des champs faibles.

## Photométrie

Colorimétrie - Radiométrie

### Gamme complète d'appareils portables

**Spectroradiomètre CL-500A**  
Précis & performant  
*Source LED/EL, Température de couleur, IRC...*

**Photomètre Chromamètre Luminancemètre CS-150 ou LS-150**  
Précis & rapide  
*Large plage de luminance...*

**Luxmètre IRC CL-70F**  
Efficace & performant  
*Sources lumineuses et LED, Nombreux types de mesures...*

**Photomètre Chromamètre CL-200A**  
Polyvalent & léger  
*Eclairage, R&D et Production...*

### ScienTec c'est aussi...

Vidéocolorimètres  
Photogoniomètres  
Analyseurs d'écran  
Sources de référence

[info@scientec.fr](mailto:info@scientec.fr) / [www.scientec.fr](http://www.scientec.fr)  
 01.64.53.27.00



**Figure 3.**  
Produit ORA-2  
dédié aux marchés  
professionnels.

Optinvent, quant à lui, utilise un réseau de petits miroirs transparents en surface d'un guide monolithique fabriqué par la technique d'injection plastique (voir *figure 2*), ce qui a pour avantage d'obtenir de grands champs avec des guides minces (24 degrés de champ pour un guide de 4 mm d'épaisseur) ; cet afficheur peut être tourné devant l'œil, de sorte que l'utilisateur pourra avoir l'image virtuelle soit dans son champ de vision soit en-dessous de son axe de vision pour une meilleure ergonomie d'utilisation. De plus, le fait que le guide soit monolithique facilite grandement sa fabrication en volume et réduit aussi son coût de fabrication.

L'avantage de la technique réfléctive est qu'elle ne perturbe aucune-ment la colorimétrie du système. Elle

permet aussi une meilleure efficacité vis-à-vis des techniques diffractives ou polarisantes car elle permet de réfléchir un faisceau lumineux quel que soit son état de polarisation. La *figure 3* montre le produit ORA-2 d'Optinvent dédié aux applications professionnelles.

Notons enfin que d'autres techniques de projection rétinienne existent, elles font appel à des systèmes de projection dits classiques sans guidage avec des jeux de miroirs semi-transparentes assez encombrants devant l'œil. Citons les réalisations de la société Française Laster Technologies, ODG, ou Vuzix aux États-Unis. La barrière d'entrée technologique est ici très faible avec des priorités de brevets, notamment japonaises.

## Marché des smart glasses

Le seul marché actuel est celui du monde professionnel, bien qu'il soit encore très modeste. Citons les applications déjà intégrées dans le domaine de la logistique (utilisation en mains libres pour gérer le flux de colis), la maintenance (notamment à distance), le médical (pour filmer et diffuser une opération chirurgicale), l'industrie, l'avionique, etc. Notons que parmi les cas d'usage de la réalité augmentée dans le domaine médical, il faudra citer l'utilisation de dispositif binoculaire pour aider les chirurgiens durant les opérations complexes de chirurgie à placer les images virtuelles des organes et à les caler en temps réel durant toute la durée de l'opération.

En somme, les industriels cherchent soit des gains de productivité (logistique, maintenance), soit une amélioration de la qualité dans les processus industriels avec l'utilisation de la réalité augmentée pour les processus de contrôle et de fabrication, soit enfin l'amélioration des opérations de chirurgie avec l'utilisation de la réalité augmentée. On est donc au début d'un processus qui voit émerger à côté des lunettes elles-mêmes, un travail de mise au point d'applicatifs et de plateformes logicielles permettant aux lunettes intelligentes d'être intégrées à des processus industriels améliorés.

Nous voyons un grand potentiel dans le marché professionnel. Cependant, pour y répondre, plusieurs améliorations, notamment d'ordre ergonomique sont nécessaires. En effet, une utilisation prolongée par un opérateur pose



## Sous la lumière, les hommes

Par Riad Haidar et préfacé par Pierre Chavel

edp sciences

On imagine mal aujourd'hui le parcours de ces savants, grands esprits audacieux, caractères courageux et trempés, fins politologues, qui ont construit la science que nous pratiquons et imaginé le monde tel que nous le connaissons aujourd'hui. Ce livre reprend, à travers une sélection de biographies, comme autant de trajectoires symboliques, les grandes lignes de cette aventure millénaire.

laboutique.edpsciences.fr

ISBN : 978-2-7598-1082-6  
19 € TTC

la question du confort et de la durée de vie de la batterie. C'est la raison pour laquelle, Optinvent développe actuellement le produit ORA-C (C pour casquette de sécurité). La *figure 4* en montre le concept. Il s'agit d'un bras pouvant se déplacer devant l'œil de l'utilisateur et qui représente donc la plateforme complète d'une paire de lunettes sans les inconvénients de celle-ci. Ce produit assure en plus la sécurité exigée dans certains milieux industriels (avionique, automobile, transport, industriel, etc.), il permet une utilisation prolongée de plus d'une journée de par l'utilisation d'une batterie de grande capacité portée sur le bras de l'utilisateur. Le produit ORA-C améliore l'ergonomie d'utilisation par la flexibilité offerte à l'utilisateur de positionner l'image en haut ou en bas de la ligne de vision, et de ne la positionner devant le champ de l'utilisateur que quand cela est nécessaire.

### Évolution technique des smart glasses

Les deux axes majeurs d'amélioration sont, d'une part, la réduction de l'encombrement avec des systèmes de projection encore plus compacts et efficaces et, d'autre part, la réduction de la puissance électrique consommée par une optimisation de la plateforme électronique embarquée utilisant des

circuits de plus faible consommation et des logiciels intégrés permettant de mieux gérer l'énergie. Notons aussi le besoin d'une interface utilisateur plus ergonomique et intuitive, notamment pour une utilisation de masse. Cette nouvelle interface pourra utiliser une plateforme logicielle s'appuyant sur une commande vocale, ou un contrôle gestuel avec les mains, ou encore une commande gyroscopique utilisant les mouvements de la tête. Le contrôle des lunettes par les mouvements de la pupille pourra être intégré dans un deuxième temps, étant donné les difficultés actuelles d'associer parfaitement le mouvement de la pupille à l'objet virtuel que l'on souhaite sélectionner.

Il est à prévoir aussi que la pénétration du marché pourra être accompagnée par l'intégration d'autres capteurs utiles au domaine de la surveillance de la santé. Ces capteurs, qui équipent aujourd'hui les accessoires de type montres-bracelets connectées, auront leur place dans la monture des lunettes connectées, avec une meilleure efficacité car ils seront hébergés par une vraie plateforme de calcul reliée à la toile. On peut aussi rêver et imaginer, dans un futur lointain, des capteurs sensoriels intégrés aux lunettes, et détectant et traitant des signaux du cerveau et permettant par exemple de gérer le stress ou les émotions du porteur.

#### POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] [www.optinvent.com](http://www.optinvent.com) et <http://optinvent.com/HUD-HMD-benchmark>
- [2] *Key challenges to affordable See-Through Wearable Display: The missing link to Mobile AR Mass development*, Kayvan Mirza et al., AR Standard 2012.
- [3] *Oled Microdisplays: Technology and Applications*. Edited by François Templier. ISTE, John Wiley 2014.



**Figure 4.** Produit ORA-C (ORA-Cap) pour l'industrie.

# HASO R.FLEX

The most practical and cost effective metrology tool for characterizing optical components such as large concave mirrors, lenses, complex optical systems, and beam expanders



**WAVELENGTH  
VISIBLE OR NIR**

**COMPACT  
AND SELF-ILLUMINATION**

**METROLOGY TOOL  
FOR LARGE OPTICS**

**EASY TO USE  
AND VERSATILE**

**LARGE DYNAMIC  
AND HIGH ACCURACY**

Contact us for more details:  
[contact@imagine-optic.com](mailto:contact@imagine-optic.com)  
or +33 1 64 86 15 60