

Ils ne sont pas très connus, ne mesurent que quelques centimètres carrés, et pourtant nous les côtoyons tous les jours. Les éléments optiques diffractifs sont les hologrammes de nos cartes bancaires, les composants permettant le rétro-éclairage uniforme des écrans de certains de nos mobiles, ou encore le disque tournant projetant la grille lumineuse rouge sur les codes-barres des produits que nous passons à la caisse.

Ces composants font l'objet de recherches à l'Institut Mines-Télécom, et tout particulièrement à Télécom Bretagne où travaille Kevin Heggarty, enseignant-chercheur au département Optique.

Alors que s'accélère aujourd'hui la convergence de l'optique et des techniques de communications numériques, tant dans les futurs réseaux optiques que pour la 3D, et vers la photonique sur silicium, Kevin Heggarty, enseignant-chercheur au département Optique de Télécom Bretagne, fait partie de ceux qui ont très tôt travaillé avec les éléments optiques diffractifs (EOD).

Ils étaient, avec les modulateurs spatiaux de lumière – à la base des microécrans – un des moyens utilisés pendant sa thèse obtenue en 1991. Ils sont aujourd'hui l'un des objets de ses travaux de recherche.



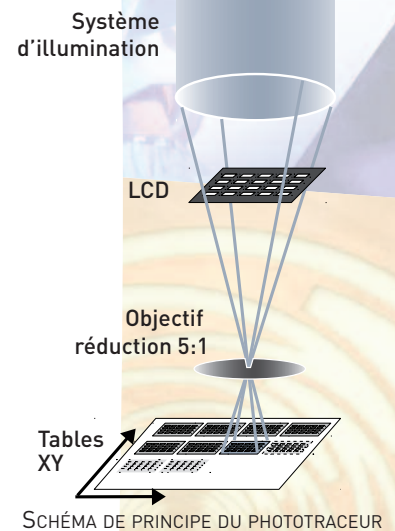
EN SALLE BLANCHE DEVANT LE PHOTOTRACEUR

Kevin Heggarty rejoint Télécom Bretagne en 1992 comme ingénieur de recherche, et y poursuit ses travaux sur les réseaux de neurones optiques. Il va y concevoir la salle blanche inaugurée en 1994, permettant par la suite la conception des EOD selon une technique nouvelle et bon marché.

« Les entreprises qui produisent ces éléments font de la très grande série, en millions d'unités. Les EOD sont

habituellement gravés sur des plaques de verre sous forme de microstructures calculées pour diffracter la lumière comme on le souhaite », explique Kevin Heggarty. Un master issu d'un original sur photorésine, inrayable, est produit sur une plaque de nickel. C'est à partir de ce master que les grandes séries vont être gravées. « Ce master est fait pixel par pixel, ce qui peut représenter plusieurs dizaines d'heures de travail pour une plaque de 5 x 5 centimètres, et un coût de plusieurs dizaines de milliers d'euros », précise le chercheur. Les millions d'unités suivantes sont en revanche bien moins chères.

Kevin Heggarty imagine alors un phototraceur fondé sur un modulateur spatial de lumière à cristaux liquides. « Il permet de graver 1 cm² en une minute, par lots de 1000 x 1000 pixels, donnant ainsi accès au prototypage et aux petites séries à des coûts très raisonnables. » Pour cela, un écran LCD est illuminé, et du motif des cristaux liquides choisi par programmation émerge l'élément microgravé.



SCHEMA DE PRINCIPE DU PHOTOTRACEUR

● Des travaux qui conduisent à la création d'entreprise

Le CEA, l'observatoire de Meudon, l'université du Michigan et près de quarante organismes s'intéressent à cette production. « Il y avait une attente pour ces petites séries, ce qu'une étude de marché nous a confirmé », raconte Kevin Heggarty. Aujourd'hui, l'aventure se poursuit avec Holotetrix (voir encadré au verso) qui s'adresse au marché du prototypage. « La machine en est à sa troisième génération, et une autre machine pour des longueurs d'onde non visibles a également été inventée, avec toujours l'avantage commercial de la rapidité d'exécution », se réjouit le concepteur.

● De nouvelles limites à dépasser

Au fil des années, ces travaux de recherche ont abouti à la publication de nombreux articles scientifiques sur les algorithmes de calcul des techniques de diffraction, et ont fourni aux équipes de Télécom Bretagne une chaîne complète : du calcul de la modélisation à la production de petites séries, en passant par la fabrication, la caractérisation, c'est-à-dire la mesure des éléments pour vérifier qu'ils font ce qu'on attend d'eux, et le prototy-

page. Ces travaux permettent également de produire des composants nécessaires aux autres équipes de Télécom Bretagne dans le secteur des télécoms optiques – les microéléments optiques servent en effet aux guides optiques. Il est enfin possible de faire des copies sans passer par le master nickel, et directement sur des substrats différents : verre, silicium, circuits imprimés, voire des substrats déformables comme des films transparents plastiques pour les hologrammes des passeports.

L'enjeu actuel est d'aller au-delà des limites de la diffraction, tout en restant en lumière visible. Pour ces lon-

gueurs d'onde, les principes de la diffraction font que les motifs gravés ne peuvent pas être plus petits que 500 nanomètres. Un projet de recherche interne à l'Institut Mines-Télécom, commun avec Télécom Physique Strasbourg et Télécom Saint-Étienne, toutes deux écoles associées à l'Institut, devrait permettre des tailles de l'ordre de 100-200 nm, grâce à des lasers femtosecondes. Et plus l'on descend à ces tailles de microstructures, plus on intéresse le monde de la microélectronique qui travaille à cette échelle.

Holotetrix, un essaimage de Télécom Bretagne créé en 2007

Cette jeune société, qui réunit les expertises de trois associés (Denis Batarel, Kevin Heggarty, Jean-Louis de Bougrenet), aide ses clients à développer de nouveaux produits par intégration de l'optique diffractive. Elle a ainsi effectué des études et réalisé des prototypes pour les secteurs de l'aérospatial, l'automobile, la chimie et l'emballage.

En savoir + www.holotetrix.com

Grâce au lecteur de QR Codes sur votre téléphone mobile

Retrouvez Kevin Heggarty en vidéo dans la « Minute du chercheur » de Télécom Bretagne



www.vimeo.com/telecombretagne/kevinheggarty

Né au Zimbabwe, Kevin Heggarty a grandi en Écosse et suivi ses études à Cambridge

Après Cambridge, Kevin Heggarty choisit en 1988 un Master of Science qui lui permettra de passer ses six mois de stage à Télécom ParisTech. Titulaire d'une bourse de l'Union européenne, il effectue sa thèse sur l'implantation optique des réseaux de neurones, à une époque où l'optique est de plus en plus envisagée pour effectuer du traitement de l'information.

Membre de la Société française d'optique et de la European Optic Society, il a soutenu son habilitation à diriger les recherches en 2010. Quand on demande à Kevin ce qui l'a amené dans ce champ de recherche, la réponse est immédiate : d'abord l'intérêt pour les choses visuelles, puis un professeur très marquant qui l'a conforté dans ses choix, et l'intuition très tôt que l'optique allait jouer un rôle important dans le traitement de l'information. C'est effectivement ce que l'on observe aujourd'hui, avec l'arrivée de la fibre jusqu'à la maison (FTTH), et la communication optique entre puces, un horizon qui sera atteint en 2013-2014.



Suivez l'actualité recherche & innovation de l'Institut Mines-Télécom

<http://blogrecherche.wp.mines-telecom.fr/>
et www.twitter.com/Mines_Telecom



CONTACT INFORMATION
RECHERCHE & INNOVATION
recherche@mines-telecom.fr

Institut Mines-Télécom
46 rue Barrault - 75634 Paris cedex 13
France

www.mines-telecom.fr

À PROPOS DE L'INSTITUT MINES-TÉLÉCOM

L'Institut Mines-Télécom est un établissement public dédié à l'enseignement supérieur, la recherche et l'innovation dans les domaines de l'ingénierie et du numérique. Il est composé des dix grandes écoles Mines et Télécom sous tutelle du ministre du Redressement productif, deux écoles filiales et compte deux partenaires stratégiques et un réseau de dix écoles associées.

L'Institut Mines-Télécom est reconnu au niveau national et international pour l'excellence de ses formations d'ingénieurs, managers et docteurs, ses travaux de recherche et son activité en matière d'innovation. Les écoles de l'Institut Mines-Télécom sont classées parmi les toutes premières grandes écoles en France.

L'Institut Mines-Télécom est membre des alliances nationales de programmation de la recherche Allistene, Aviesan et Athena. Il entretient des relations étroites avec le monde économique et dispose de deux instituts Carnot. Chaque année une centaine de start-up sortent de ses incubateurs.