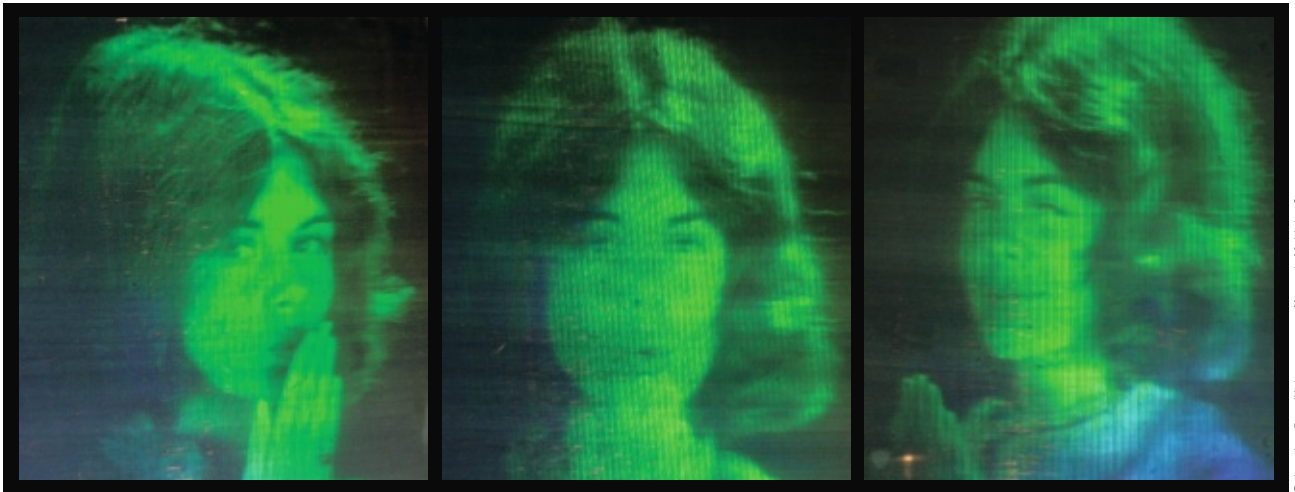




© Jonathan Ross/Hologrammes créés par la Multiplex Company

laser. Le procédé est alors exploité par les musées soviétiques, qui réalisent des hologrammes de leurs collections ; ceux-ci connaissent une popularité croissante à partir des années 1970 dans le cadre d'expositions itinérantes.

D'autres types d'hologrammes en lumière blanche sont élaborés. Les plus simples sont enregistrés en utilisant une lentille pour focaliser la lumière diffractée par l'objet dans le plan de la plaque holographique. Les hologrammes de ce type, dits à plan-image, sont de plus en plus explorés à partir de 1966. Éclairés avec une source de lumière blanche, ils créent une image qui semble chevaucher la plaque, et dont les points les plus éloignés apparaissent plus flous que les plus proches. En adaptant légèrement le dispositif optique, on peut faire apparaître l'image devant la plaque holographique, comme si elle était suspendue dans l'espace en face du spectateur.

De telles images impressionnent le public, qui se prend à espérer la concrétisation des hologrammes imaginés par le cinéma des années 1970, notamment dans *La Guerre des étoiles*, et par la télévision des années 1980, par exemple dans *Star Trek: La nouvelle génération*. Malheureusement, les dispositifs présentés dans ces films, qui projettent une image holographique loin du spectateur sans plaques physiques, sont irréalistes : les hologrammes nécessitent une plaque d'enregistrement et apparaissent toujours entre cette plaque et le spectateur.

Une variante intéressante des hologrammes est développée en 1968 par Stephen Benton, travaillant alors pour la Société *Polaroid*, et rendue publique au début des années 1970. Généralement qualifié d'arc-en-ciel, son hologramme est

fendu horizontalement, ce qui entraîne des propriétés optiques inédites : lorsqu'on bouge la tête de bas en haut, on observe un changement de couleur de l'image (car la fente disperse les longueurs d'onde de la lumière blanche), au lieu de voir par-dessus l'objet de premier plan comme dans les autres types d'hologrammes.

La dernière addition majeure à la boîte à outils de l'holographie pendant les années 1970 est celle du stéréogramme holographique, développé par le physicien Lloyd Cross. Dans sa forme la plus simple, ce stéréogramme est une série d'hologrammes de Leith-Upatnieks juxtaposés, chacun formant une bande verticale. Si on courbe le stéréogramme en un cylindre, chaque œil voit des bandes différentes ; ainsi, une scène tridimensionnelle est reconstituée. L'avantage d'un stéréogramme est que chacun des hologrammes qui le composent peut être enregistré à partir des images bidimensionnelles d'un film tourné de façon classique.

Dans les années 1980, de nouvelles méthodes de fabrication permettent de produire des hologrammes de réflexion bon marché à partir de modèles : au lieu de créer un motif d'interférences dans la profondeur d'un matériau photosensible, telle une émulsion photographique, on « sculpte » ce motif à la surface du matériau. Dès lors, on peut le reproduire en masse par des techniques d'estampillage. On obtient des images peu esthétiques, mais au relief impressionnant. L'holographie trouve alors plusieurs nouvelles applications, telles que la publicité dans les magazines et les dispositifs anticontrefaçon appliqués sur les emballages ou les cartes bancaires. Depuis, les hologrammes sont partout.

6. LE STÉRÉOGRAMME HOLOGRAPHIQUE
le plus vu des années 1970, *Le Baiser II*, était enroulé sur un cylindre. Lorsqu'on tourne le cylindre, on voit les images ci-dessus, en relief, qui se succèdent.

L'AUTEUR



Sean F. JOHNSTON est enseignant-chercheur en histoire des sciences et de la technologie à l'Université de Glasgow, en Écosse.

Article publié avec l'aimable autorisation de *American Scientist*.

✓ BIBLIOGRAPHIE

S. A. Benton et V. M. Bove Jr., *Holographic Imaging*, Wiley-Interscience, 2008.

S. Johnston, *Holographic Visions : A History of New Science*, Oxford University Press, 2006.

U. Schnars et W. Jüptner, *Digital Holography : Digital Hologram Recording, Numerical Reconstruction and Related Techniques*, Springer, 2004.

J. Ludman et al. (eds.), *Holography for the New Millennium*, Springer, 2002.

Dès la fin des années 1960, l'holographie a dépassé le cadre scientifique. De petites expositions publiques d'hologrammes sont présentées dans des laboratoires universitaires de physique, et les journaux décrivent les travaux de Leith et Upatnieks à un public enthousiaste. En avril 1980, *Pour la Science* expliquait même dans sa rubrique *Expériences d'amateur* comment enregistrer et visionner des hologrammes à l'aide de lasers artisanaux. Quelques artistes commencent à s'intéresser à cette nouvelle technologie, en particulier ceux des mouvements *Art et Technologie* et *Art et Science*...

Bien que les hologrammes aient impressionné les premiers spectateurs, leurs sujets (en général des natures mortes improvisées à partir d'équipements de laboratoire ou de bibelots) lissent rapidement. S'ouvre alors une phase d'exploration esthétique. Certains comparent le potentiel de l'holographie artistique au travail d'Andy Warhol et de Robert Rauschenberg. Scientifiques et artistes coopèrent au sein de cette nouvelle discipline. L'artiste Bruce Naumann, par exemple, utilise le laser à impulsions de *Conductron* pour enregistrer ses grimaces.

Certains pionniers de la discipline ont un bagage technique associé à des dispositions artistiques. Ainsi, Lloyd Cross, après avoir travaillé aux Laboratoires *Willow Run* et fondé une des premières entreprises de lasers, rejoint la firme *Conductron*, puis invente un appareil pour réaliser des spectacles à effets de lumière et coproduit une des premières expositions d'art holographique, *N-dimensional Space*, au Musée d'art

de Finch College, à New York, en 1970. En 1968, il imaginait l'holographie comme « un artisanat, un art ou un commerce ».

En 1971, Cross s'installe avec d'autres artistes à San Francisco, où ils fondent une école d'holographie pour le grand public. Bientôt envahie d'étudiants, l'école offre une vision contre-culturelle de l'holographie, liant l'enseignement technique à l'épanouissement personnel, les états modifiés de conscience et même les expériences psychédéliques. Ses membres développent un équipement bon marché facilement transportable, ce qui met un terme à l'exclusivité des laboratoires scientifiques et démocratise l'accès à la technologie. D'autres écoles d'holographie s'implantent rapidement à New York, Chicago et, dès la fin des années 1970, dans toute l'Europe.

Gloire et déclin des hologrammes sur le marché de l'art

Malgré le déclin des innovations commerciales au fil des années 1960, la diffusion des hologrammes auprès du public augmente exponentiellement à la fin des années 1970, où fleurissent quelque 500 expositions. Celles-ci créent une demande chez les consommateurs, et les hologrammes de *pop art* alimentent une véritable industrie.

À la fin des années 1980, le succès de cette forme d'art décroît. Cela va de pair avec l'arrivée des hologrammes produits en masse et les compromis qui en résultent en termes de qualité. En outre, les holo-

grammes ne nécessitant pas de lasers impressionnent moins le public, qui ne les associe plus au progrès. Et quand ils commencent à orner les encarts publicitaires des magazines, les emballages de dentifrice et les pastilles de sécurité des cartes de crédit, le marché artistique semble condamné.

Un tel destin n'est pas rare en science et en technologie. À certains égards, le désintérêt des artistes et des consommateurs pour l'holographie est à rapprocher du sort des autres techniques 3D, telle la stéréoscopie. Inventée et commercialisée à grande échelle au XIX^e siècle, la stéréoscopie a été améliorée au début du XX^e siècle grâce aux techniques d'impression en couleur, avant d'être recyclée en jouet pour enfants dans les années 1930. De même, les hologrammes se font connaître comme phénomène de galerie, avant de devenir une forme d'art pour la maison et de finir relégués aux albums d'autocollants pour enfants.

Aujourd'hui, l'holographie reste présente dans l'imaginaire collectif, mais de façon imprécise. On qualifie souvent à tort d'hologrammes certaines images en trois dimensions, notamment celles de personnes en mouvement. Un exemple célèbre est la projection sur un podium d'une image du mannequin Kate Moss par le grand couturier Alexander McQueen. L'image était en fait créée par une technique de prestidigitatation, faisant intervenir un jeu de reflets sur un miroir – une technique dite du fantôme de Pepper, du nom de son inventeur au XIX^e siècle.

Comment expliquer le déclin de l'holographie, dont les possibilités semblaient inépuisables à la fin des années 1960 ? Les efforts de recherche pendant les phases les plus actives ont conduit à des études redondantes, à une surabondance de publications et à une confusion sur le plan de la propriété intellectuelle (ce qui posait problème pour les brevets et entravait la commercialisation). Les promesses de contrats étant peu respectées, le sujet a acquis une mauvaise réputation. Par conséquent, la terminologie a changé plusieurs fois pour éviter de discréditer les nouvelles recherches, rendant l'évolution du domaine difficile à suivre, aussi bien pour ses acteurs que pour les analystes.

Malgré tout, la recherche et le développement en holographie se poursuivent plus discrètement aujourd'hui. Au cours de la dernière décennie, les ordinateurs ont beaucoup apporté au domaine. Grâce à leur puis-



7. DES HOLOGRAMMES DE SÉCURITÉ, très difficiles à contrefaire, sont inclus notamment sur les cartes bancaires et les emballages. Avec l'arrivée de ces images d'assez mauvaise qualité dans les années 1980, les hologrammes ont envahi notre vie quotidienne.

sance de calcul, on synthétise des hologrammes de plus en plus vite; on peut ensuite soit les enregistrer sur des pellicules, comme le fait la Société Zebra Imaging (voir la figure 8), soit les projeter sur un écran en temps réel grâce à divers dispositifs. Toutefois, les calculs sont très compliqués, et la transmission en temps réel d'hologrammes numériques de haute qualité (le vieux objectif de la télévision holographique) continue à se heurter à des problèmes techniques.

Un autre objectif à long terme s'est rapproché: le stockage de données *via* des hologrammes inscrits dans des matériaux tels que des photopolymères (qui se transforment sous l'action de la lumière) et des cristaux. De tels systèmes pourraient dépasser largement les capacités de stockage des technologies optoélectroniques actuelles, tels les DVD-ROM, mais on ne sait pas encore effacer des données ni les réécrire aussi facilement que sur les disques magnétiques.

D'autres applications continuent de se développer. Les hologrammes de sécurité évoluent rapidement pour conserver une longueur d'avance sur les contrefaçons. De nombreux dispositifs, tels des écrans radar



© Zebra Imaging

8. CET HOLOGRAMME présente une vue en couleur d'un modèle infographique de Seattle. Le motif a été créé par ordinateur. L'utilisation de l'informatique rend la synthèse d'hologrammes plus rapide, même si la quantité de calculs nécessaires reste une difficulté.

d'avions ou des lecteurs de codes-barres, incluent des composants dits holographiques: ce sont des éléments dont la surface est sculptée comme celle des hologrammes, ce qui leur confère des propriétés optiques particulières; un seul d'entre eux peut par exemple combiner les propriétés d'un miroir, d'une lentille et d'un prisme.

Leith affirmait que les méthodes de manipulation de la lumière développées par l'holographie continueraient à donner naissance à de nouvelles applications, qu'il regroupait sous le terme de transholographie. Citons par exemple la conjugaison de phase, une méthode corrigeant les déformations subies par les fronts d'ondes optiques lors de la traversée d'un milieu; on améliore ainsi les images de l'espace lointain qui arrivent sur les télescopes après avoir franchi l'atmosphère terrestre. En outre, les principes holographiques sont maintenant appliqués avec succès à d'autres formes d'ondes, telles les ondes électroniques, auxquelles s'intéressait Gabor il y a 65 ans. Bien que moins sous les feux de la rampe, l'holographie est donc encore bien vivante...



VOYAGER DANS LE TEMPS

La marche des sciences

Aurélie Luneau
14h/15h - jeudi
En partenariat avec *Pour la Science*

franceculture.fr



2005 Photo: Nuel Dorey © Philippe Barrette. Courtesy galère Vosses 42427 Paris 2011