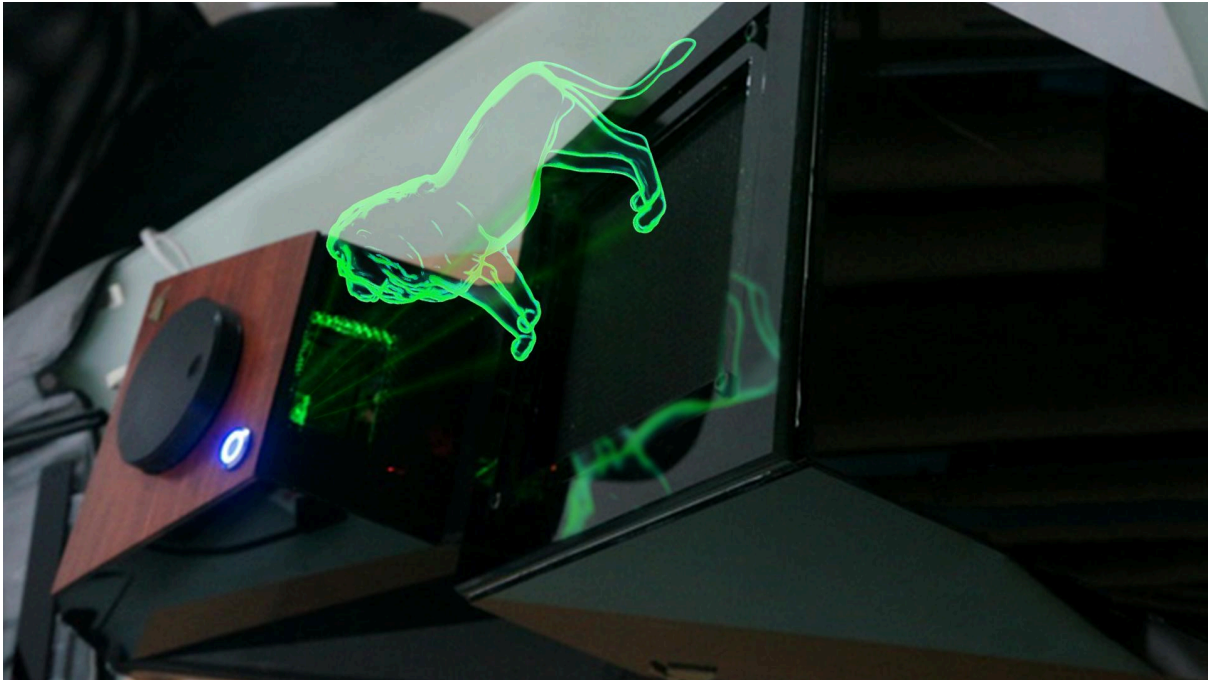


Repousser les limites des Hologrammes 3D laser



Les Hologrammes 3D laser font leurs apparitions, plus de résolution, grande taille et projection en temps réel

Les hologrammes laser 3D sont des hologrammes tridimensionnels qui sont générés en utilisant des lasers comme source lumineuse pour créer des images en trois dimensions. Contrairement aux hologrammes traditionnels qui peuvent être produits à partir de sources lumineuses conventionnelles, les hologrammes laser offrent généralement une plus grande résolution et une qualité d'image améliorée.

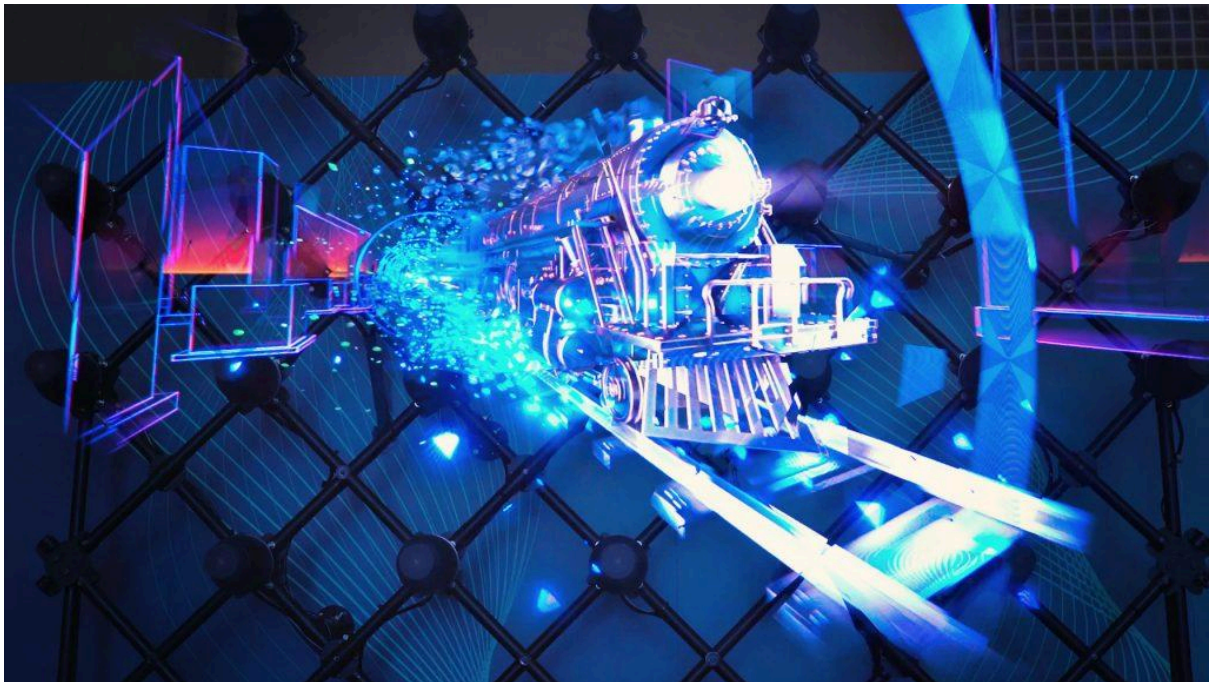
Le processus de création d'un hologramme laser 3D implique l'utilisation d'un laser pour diviser un faisceau lumineux en deux parties: le faisceau de référence et le faisceau objet. Le faisceau de référence est dirigé vers une plaque photosensible, tandis que le faisceau objet est réfléchi par l'objet que l'on souhaite enregistrer en hologramme. Lorsque ces deux faisceaux se croisent ou se rencontrent dans l'espace, ils créent des motifs d'interférence qui sont enregistrés sous forme de motifs microscopiques. Ces motifs enregistrés contiennent des informations sur la forme et la structure de l'objet, ce qui permet de reconstruire une image tridimensionnelle lorsque l'hologramme est éclairé avec un laser cohérent.

Les hologrammes laser 3D sont utilisés dans une variété d'applications, notamment dans le domaine de la visualisation scientifique, la création d'effets spéciaux pour le cinéma et la

télévision, la publicité, la présentation de produits, la conception artistique, et même dans des applications médicales pour la visualisation d'imagerie médicale tridimensionnelle.

TECHNOLOGIE AERIAL 3D

Les hologrammes laser 3D sont utilisés dans une variété d'applications, notamment dans le domaine de la visualisation scientifique, la création d'effets spéciaux pour le cinéma et la télévision, la publicité, la présentation de produits, la conception artistique, et même dans des applications médicales pour la visualisation d'imagerie médicale tridimensionnelle.



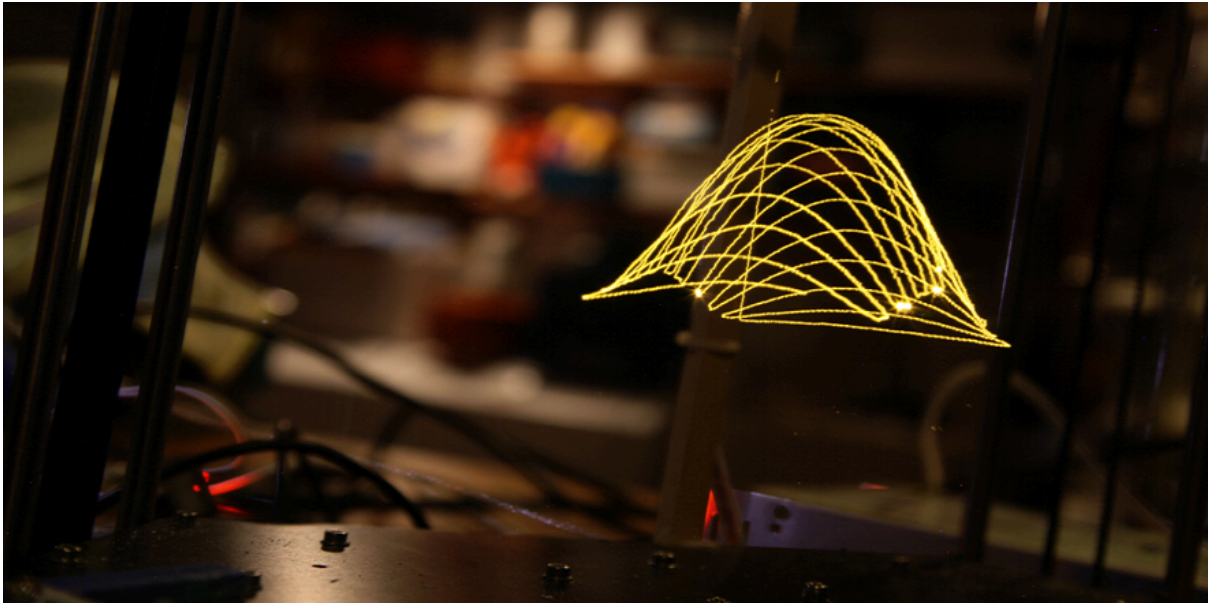
Alors que la plupart des dispositifs 3D actuels (ou pseudo-3D) reposent sur un écran 2D qui simule une illusion d'optique pour créer l'effet 3D, La technologie **Aerial 3D peut afficher de la vraie 3D dans l'air ou sous l'eau** et ceci sans écran, grâce à la technologie Laser. Les objets en trois dimensions semblent **flotter comme des hologrammes**.

La **Aerial 3D est la seule** technologie **qui** représente les formes d'objets 3D flottants réellement dans l'espace. Ce dispositif repose sur un **système de lumière laser** qui stimule les atomes d'oxygène et d'azote au niveau de l'état plasma. Cette technologie « True 3D » peut générer **50 000 points/pixels par seconde** à une fréquence de **10 à 15 images par seconde**. Afin de rendre l'affichage plus fluide à l'œil humain, les ingénieurs optimisent ce système pour atteindre les 24 à 30 images par seconde.

Le résultat permet d'afficher et d'observer à 360°des objets 3D flottant dans l'air. **En combinant des lasers vert, rouge et bleu, l'équipe scientifique a même réussi à générer des images 3D en couleur.**

Dans le futur, cette techno pourrait être utilisée dans la **conception 3D d'objets**, la **santé**, l'**affichage 3D de contenus numériques** (films, TV, etc.) ou encore la **publicité**.

COMMENT LES HOLOGRAMMES TRIDIMENSIONNELS SONT-ILS PROJETÉS DANS L'ESPACE SANS ÉCRAN ET SANS SUPPORT



TECHNOLOGIE SLM

La projection d'hologrammes 3D flottant librement dans l'espace repose sur le principe de la diffraction de la lumière laser. Un motif de diffraction complexe est calculé numériquement pour coder l'objet 3D à projeter. Ce motif est envoyé à un modulateur spatial de lumière (SLM) qui le convertit en un motif optique. Un puissant faisceau laser éclaire ce motif optique projeté par le SLM. La diffraction du faisceau laser par ce motif reconstitue dans l'espace l'onde lumineuse initiale correspondant à l'objet 3D codé. Cette image 3D flottante peut alors être visualisée sous tous les angles, sans surface de projection. Cette technique permet de créer de véritables "**images volumétriques**". Très prometteuse, cette technologie reste limitée par la résolution actuelle des SLM, la puissance des lasers disponibles ainsi que les calculateurs insuffisamment rapides. Ce qui va restreindre encore quelque temps la taille des hologrammes 3D projetables.

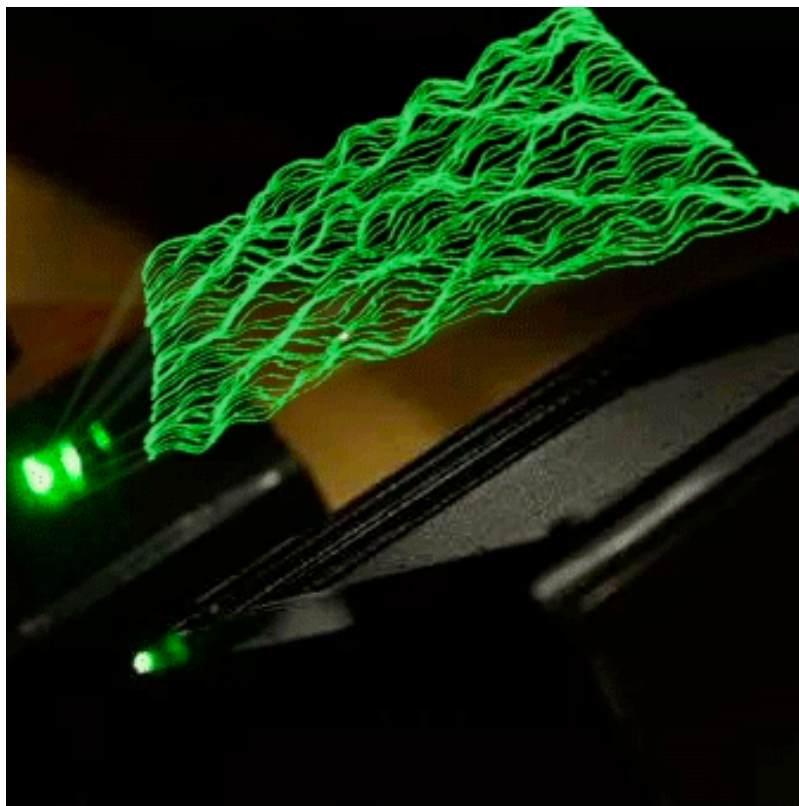
TECHNOLOGIE LASER-PLASMA

Une autre technique hologrammes 3D laser consiste à utiliser la technique de l'accélération **laser-plasma** pour créer des images volumétriques en trois dimensions dans l'espace en utilisant un autre processus. Un laser femtoseconde (d'une durée d'impulsion extrêmement courte de l'ordre de la femtoseconde soit 10^{-15} seconde) est utilisé pour générer les hologrammes. Le faisceau laser est dirigé à travers un modulateur spatial de lumière qui le découpe en une multitude de rayons contrôlés individuellement. Ces rayons laser passent ensuite à travers une série de lentilles et un miroir pour être focalisés avec précision dans un petit volume d'air. **L'énergie concentrée des impulsions laser dans ce volume d'air ionise les molécules d'oxygène et d'azote, créant un plasma lumineux visible.** Un scanner galvanométrique permet de déplacer rapidement ce point de plasma dans l'espace pour former des images 3D complètes. Chaque voxel (pixel 3D) de l'hologramme est

constitué d'un de ces points de plasma lumineux. Une caméra détecte les mouvements pour permettre une interaction tactile avec l'hologramme projeté.

Grâce à cette technique, il est possible de créer des hologrammes 3D visibles sous tous les angles et que l'on peut toucher sans risque de brûlure, offrant ainsi une expérience immersive inédite. Comme pour la technologie SLM, l'augmentation de la résolution et de la taille des **hologrammes 3D laser** nécessitera encore de nombreuses évolutions pour permettre des applications concrètes.

OÙ EN EST LA RECHERCHE ?



Les centres de recherche travaillent actuellement sur l'amélioration de la qualité et de la résolution

De nombreux efforts sont déployés pour améliorer la qualité visuelle et la résolution des hologrammes 3D.

- Développement de techniques de projection volumétrique utilisant des faisceaux laser pour manipuler des particules et créer des images 3D dans l'espace.
- Progrès dans la modélisation mathématique d'objets 3D (nuages de points, algorithmes polygonaux) pour générer du contenu holographique de haute qualité.

Possibilité d'Hologrammes interactifs et tactiles

Une avancée majeure réside dans la création d'hologrammes interactifs que l'on peut toucher et avec lesquels on peut interagir :

- Intégration de technologies haptiques permettant de "sentir" les objets holographiques.
- Développement d'hologrammes tactiles grâce à des technologies plasma projetant des motifs de points lumineux 3D.

Participation de l'Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) est de plus en plus utilisée pour améliorer les hologrammes, que ce soit pour la création de contenu 3D personnalisé ou pour permettre des interactions naturelles avec les hologrammes.

Nouvelles applications

Ces avancées technologiques ouvrent la voie à de nouvelles applications immersives dans des domaines comme :

- La médecine (visualisation 3D pour la formation ou l'aide au diagnostic)
- L'éducation et les musées (expériences pédagogiques interactives)
- Le commerce de détail et la publicité (présentations produits ultra-réalistes)
- Les jeux vidéo et la réalité augmentée/virtuelle

Les défis techniques persistent, notamment en termes de puissance de calcul, les hologrammes 3D sont en passe de devenir une technologie mature et accessible, promettant des expériences visuelles révolutionnaires.

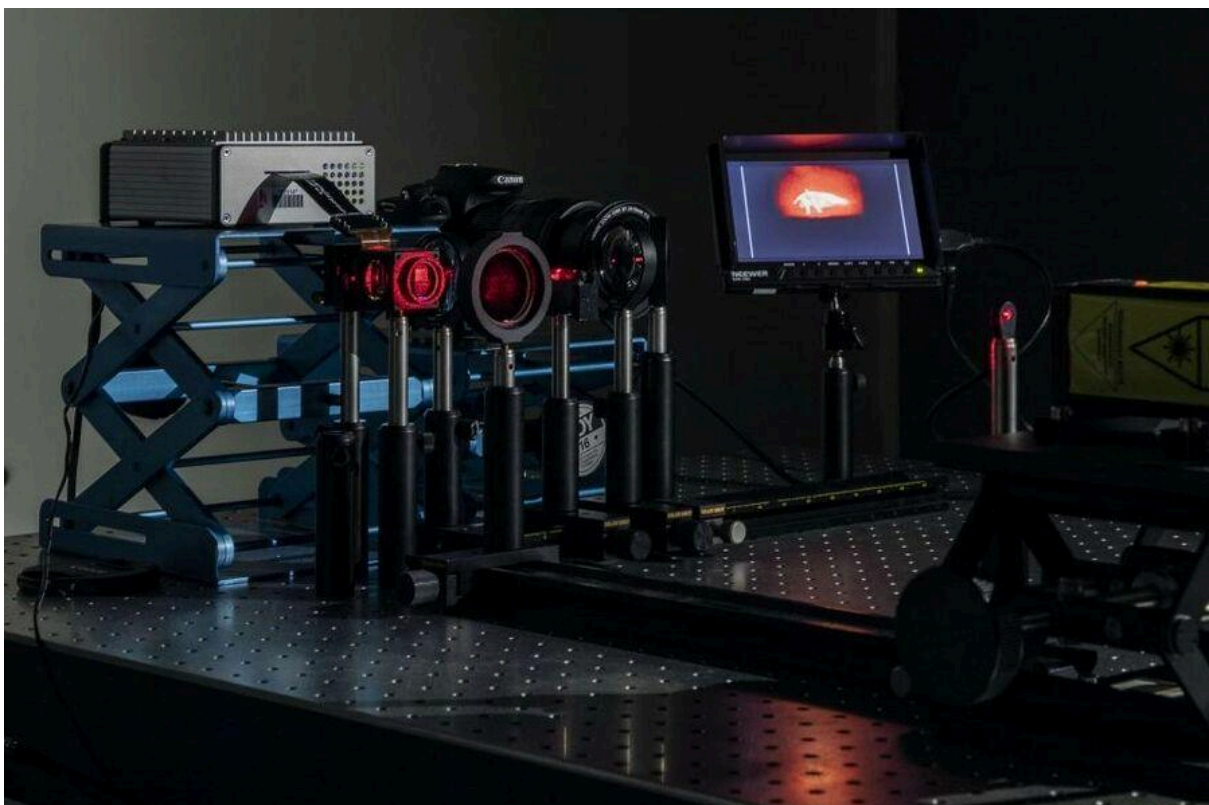
LES EXPERTS EN HOLOGRAMME 3D DANS LE MONDE



Les entreprises privées jouent un rôle important dans le développement et la fabrication d'hologrammes laser 3D pour une gamme variée d'applications commerciales, industrielles et artistiques. De plus en plus d'entreprises se spécialisent dans la fabrication d'hologrammes laser 3D.

1. **Eon Reality** : Eon Reality est une entreprise internationale qui développe des solutions de réalité virtuelle et de réalité augmentée, y compris des hologrammes laser 3D pour diverses applications industrielles et éducatives.
2. **RealView Imaging** : RealView Imaging est une société basée en Israël qui se concentre sur le développement de systèmes d'imagerie médicale holographiques pour des applications cliniques et chirurgicales.
3. **HoloTech Switzerland AG** : Cette société suisse est spécialisée dans la fabrication d'hologrammes et de solutions de projection holographique, y compris des hologrammes laser 3D pour des applications commerciales et artistiques.
4. **Light Field Lab** : Light Field Lab est une entreprise américaine qui travaille sur la création d'écrans holographiques volumétriques utilisant la technologie laser pour produire des images 3D réalistes.
5. **SeeReal Technologies** : SeeReal Technologies est une entreprise autrichienne qui développe des écrans holographiques à haute résolution pour diverses applications, y compris la visualisation architecturale, la publicité et la réalité virtuelle.
6. **Holovect** : Affichage vectoriel holographique

TOUR D'HORIZON DES AUTRES TECHNOLOGIES D'HOLOGRAMMES 3D

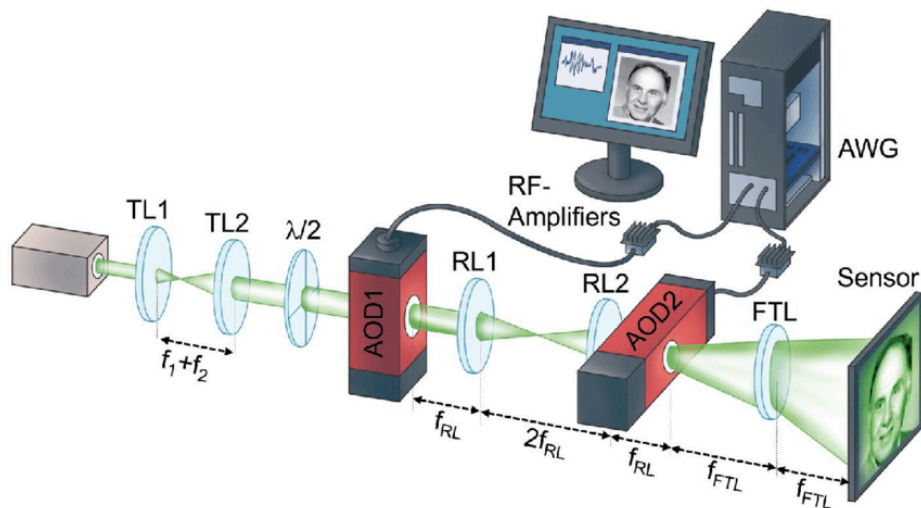


Les hologrammes laser tridimensionnels utilisent une technologie de pointe pour créer des images 3D réalistes qui semblent flotter dans l'air. La technologie sous-jacente implique généralement l'utilisation de lasers pour créer des motifs d'interférence lumineuse complexes, qui sont enregistrés sur un support photosensible.

1. **Interférométrie laser** : Cette technique utilise des lasers pour créer des motifs d'interférence entre la lumière réfléchie par un objet et une lumière de référence. Les zones d'interférence enregistrées sur un support photosensible forment un motif holographique qui, lorsqu'il est éclairé par un laser approprié, produit une image 3D.



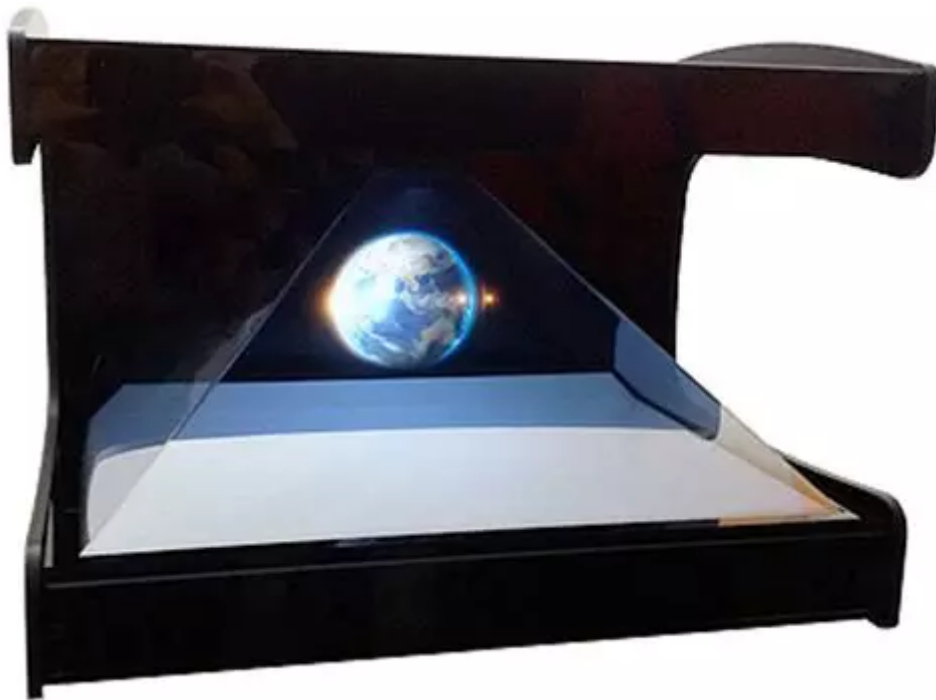
2. **Modulation acousto-optique** : Cette méthode modifie les propriétés de la lumière à l'aide d'ondes sonores pour créer des modèles d'interférence complexes nécessaires à la formation d'hologrammes 3D.



3. **Holographie numérique** : Cette approche utilise des algorithmes informatiques sophistiqués pour calculer et générer des modèles d'interférence qui sont ensuite projetés sur un support photosensible à l'aide de lasers.



4. **Holographie par transmission** : Cette technique implique la projection d'une image holographique tridimensionnelle sur un écran transparent, créant ainsi l'illusion d'un objet réel flottant dans l'espace.



5. **Holographie par réflexion** : Dans cette méthode, l'image holographique est réfléchiée par un miroir transparent ou semi-transparent, permettant aux spectateurs de voir l'image à partir de différents angles.



Ces technologies, combinées à des avancées dans les domaines de la photonique, de l'optique et de l'informatique, permettent de créer des hologrammes laser tridimensionnels impressionnants utilisés dans diverses applications, telles que la publicité, le divertissement, la médecine et la recherche scientifique.

Références :

<https://hologramme.org>

<https://www.holovisio.fr>

<https://www.growly.io/diy-laser-based-holographic-display>

<https://www.kickstarter.com/projects/2029950924/holovect-holographic-vector-display>

https://www.youtube.com/watch?v=-ltgnznKqc&ab_channel=KOGIT

<https://www.3demotion.net/service-hologramme/>

<https://hisians.wp.imt.fr/hisians/interferometrie/>

<http://www.actinnovation.com/innovation-technologie/hologrammes-flottants-7714.html>

<https://www.actinnovation.com/innovation-technologie/hologramme-nouvelle-technologie-permet-de-projeter-de-la-vraie-3d-dans-les-airs-3747.html>

<http://www.actinnovation.com/innovation-technologie/hologramme-aerial-3d-images-air-7204.html>

<http://www.burton-jp.com/en/>