

# La Stéréoscopie ou la photographie en 3D

Conférence donnée dans le cadre de l'exposition

**GABRIEL LOPPÉ, ITINÉRAIRES PHOTOGRAPHIQUES**

Maison de la Mémoire et du Patrimoine de Chamonix

Pascal Granger

Vice-président du Groupe Stéréoscopique Franco-Suisse de Genève



7 février 2014



## **Table des matières :**

Qu'est-ce que la stéréoscopie ? .....	5
Histoire .....	6
Appareils photos.....	8
Stéréoscopes .....	12
Autres systèmes.....	15
Anaglyphes : .....	15
Réseaux lenticulaires : .....	16
Holographie : .....	17
Autostéréogrammes : .....	17
ChromaDepth : .....	17
Comment faire de la Stéréoscopie ?.....	18
Le montage des photographies en relief : .....	21
Alignement vertical : .....	21
Différences de dimensions : .....	21
Différences trapézoïdales : .....	22
Différences d'expositions : .....	22
Alignement horizontal : .....	22
Jaillissement : .....	23
Comment rattraper tous ces problèmes : .....	24
Restauration d'images stéréoscopiques .....	25



Toutes les images de ce fascicule munies de ce signe, peuvent être vues en relief avec les lunettes anaglyphiques (rouge – cyan)

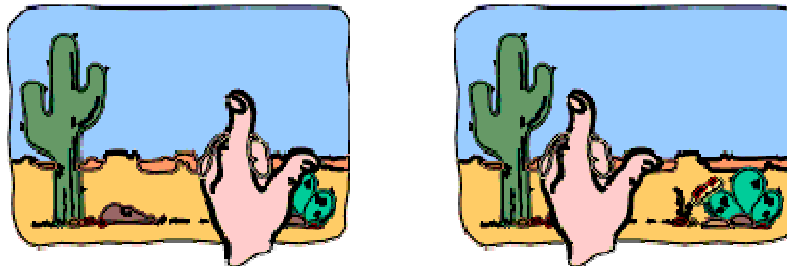
Le Groupe Stéréoscopique Franco-Suisse de Genève organise des séances de projections et des séances techniques à Satigny. Elles sont ouvertes au public.

Pour tous renseignements, vous pouvez visiter le site : [www.stereoscopie.eu](http://www.stereoscopie.eu)  
ou nous contacter par email : [groupe3dgeneve@gmail.com](mailto:groupe3dgeneve@gmail.com)

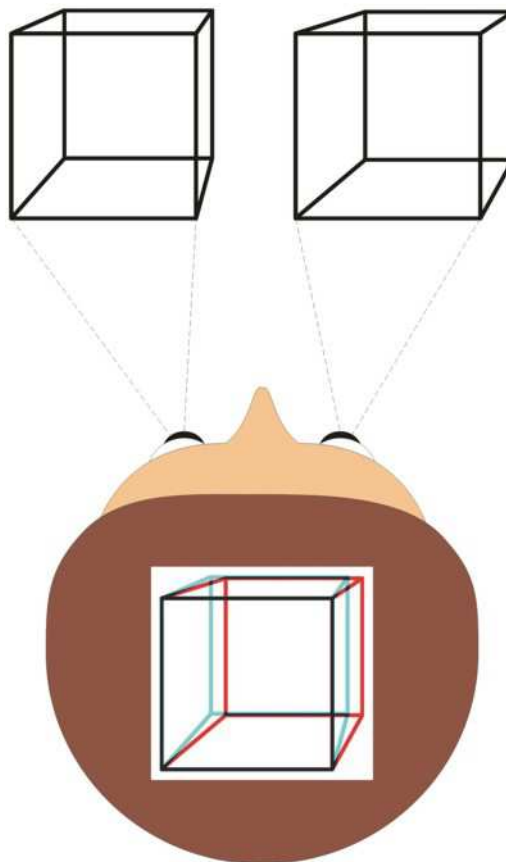
## Qu'est-ce que la stéréoscopie ?

D'après le dictionnaire : nom féminin, qui vient du grec *stereos*, solide, et *skopein*, observer. C'est un procédé qui permet d'obtenir du relief à partir de deux images planes presque identiques.

Petit rappel d'anatomie : nous avons deux yeux séparés d'environ 65mm et qui voient chacun une image légèrement différente. Vous pouvez le vérifier en mettant votre doigt entre vos yeux et le paysage. Regardez ce paysage en fermant un œil après l'autre. Vous aurez l'impression que votre doigt bouge :



Ces deux images sont transférées au cerveau, qui en « fabrique » une troisième en relief.



Principe de la vision stéréoscopique



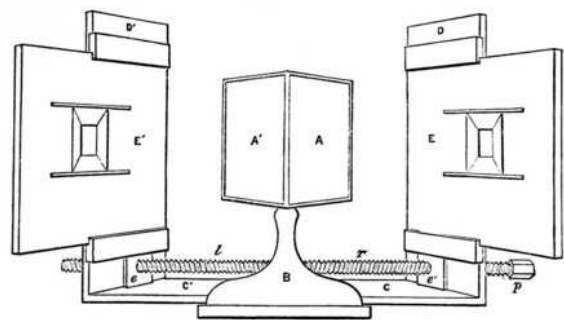
## Histoire

Au 3ème siècle avant J.C., le géomètre grec Euclide, définit ainsi le principe de la vision en 3 dimensions : « Voir le relief, c'est recevoir au moyen de chaque œil l'impression simultanée de deux images dissemblables du même sujet ».

En 1484, Léonard de Vinci précise les principes de la vision binoculaire sans toutefois les mettre en application.

Au XVIème siècle, Giovanni Battista Della Porta et Jacopo Chimenti font des dessins composés d'une succession d'épreuves du même sujet, réalisées sous des angles différents. Rien ne permet d'affirmer que ces dessins furent réalisés dans l'intention de faire du relief, mais leur visionnement en permettait la restitution.

La vraie histoire de la stéréoscopie commence en 1832 avec l'Anglais *Charles Wheatstone*. Il étudie des moyens pour observer des dessins en relief. En 1838 il fait breveter le premier « *stéréoscope* ». C'est un appareil muni de deux miroirs dans lesquels on observe les dessins placés aux extrémités du stéréoscope.



*Stéréoscope de Wheatstone*

Quelques temps plus tard, Daguerre (à Paris) et Fox Talbot (à Londres) mettent au point des procédés de photographie. En 1840 Wheatstone demande à Talbot de prendre des photos en relief qu'il visionne ensuite avec son stéréoscope.



*Stéréoscope de Jules Duboscq*

En 1849, un autre Anglais, David Brewster invente un nouveau stéréoscope à lentilles. *Jules Duboscq* de Paris s'occupe de le construire. Il montre son invention lors de l'Exposition Universelle à Londres en 1851. La Reine Victoria s'y intéresse et la stéréoscopie devient à la mode.

A partir de ce moment, les salons se meublent de stéréoscopes de plus en plus beaux, fabriqués en bois précieux et exotiques ou en nacre et ivoire.

Les photographes réalisent des couples stéréo de toutes sortes de sujets : nature, personnes, animaux, cérémonies, etc. En 1862 le principal distributeur de plaques stéréoscopiques en vend plus d'un million.

En 1893, Jules Richard fabrique le *Verascope* : premier appareil photo stéréoscopique rechargeable en plein jour.



*Verascope*

Quand la pellicule 35 mm devient disponible peu avant la dernière guerre mondiale, l'appareil *Stereo Realist* est vendu à plus de cent mille exemplaires.



*StereoRealist*

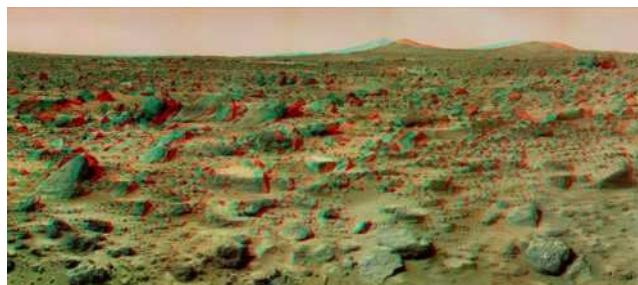


*View-Master*

La stéréoscopie a ensuite un peu disparu. On la trouvait dans des jouets avec les *View-Master*, dans certains cinémas Imax 3D (Musée des transports à Lucerne, Futuroscope à Poitiers où on l'a voit toujours) et elle est aussi utilisée professionnellement.

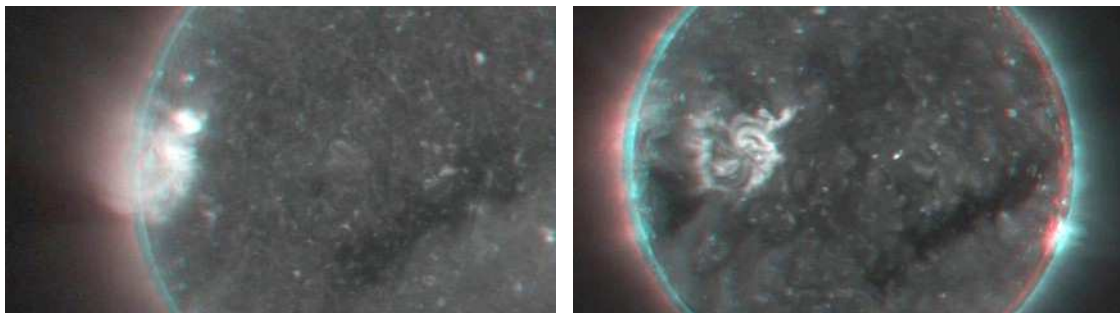
La cartographie, par exemple, est faite en grande partie à l'aide de photos prises d'un avion qui se déplace. Ce système permet de définir les courbes de dénivellations.


La NASA utilise beaucoup la stéréoscopie : des photos ont été prises par les astronautes lors des missions Apollo sur la Lune, des satellites ont photographié des planètes du système solaire en relief, la mission Mars Pathfinder a amené des images du sol martien en 3 dimensions :



*Photo prise sur Mars* 


Depuis 2006, la NASA fait des photographies en relief du soleil. Elle a envoyé deux satellites qui se séparent de la terre dans des directions différentes afin d'avoir un écartement de plus en plus grand en visant le soleil.



*Photos du soleil* 

De nos jours, la 3D est revenue en force grâce au cinéma et principalement par le film « Avatar » de James Cameron :



Avatar 



James Cameron



Caméra 3D professionnelle



## Appareils photos

Le premier appareil stéréoscopique est construit par J.-B. Dancer : pour obtenir des vues en relief, il se sert d'une chambre ordinaire montée sur une planchette. Les deux photographies sont prises successivement, l'une sur la droite, l'autre sur la gauche de la planchette.

Partant de l'idée que nous avons deux yeux pour voir le relief, Alexandre Marie Quinet fait breveter en 1853, un appareil comportant deux objectifs.



*Appareil Chevalier*

Vers 1855, l'opticien Charles *Chevalier* adapte deux objectifs sur une chambre classique. La prise de vue se fait en retirant les bouchons des optiques. Pour faciliter la manipulation, ils sont fixés ensemble par une petite poignée.

En 1860, Auguste Bertsch ajoute un obturateur à volets rotatifs couplés commandé par une bielle.

Ces appareils utilisent des plaques de formats 8 x 17 cm, 9 x 18 cm, 6 x 13 cm puis 45 x 107 mm. Ils suivent l'évolution des appareils photos « monoculaires » : la netteté se règle par un soufflet, la vitesse d'obturation est de plus en plus rapide, les diaphragmes deviennent réglables, certains sont équipés d'un niveau à bulle et d'autres ont un viseur Reflex.

L'apparition de la pellicule modifie le format des appareils : ils deviennent moins encombrants et plus légers. On obtient, sur film 35 mm, 26 couples stéréoscopiques 24 x 24 mm, 20 couples 24 x 30 mm ou 18 couples 24 x 36 mm. Certains appareils utilisent le film cinéma 16 mm à simple perforation sur lequel on obtient des couples 16 x 20 mm ou 12 x 20 mm.

En 1938, un nouvel appareil permet de faire 75 paires stéréoscopiques 11 x 12 mm sur film 35 mm. Il s'agit du *View-Master*. Il faut s'équiper d'une découpeuse appropriée car les photos ont une forme spéciale pour pouvoir se fixer dans des disques en carton. Chacun d'eux pouvant contenir sept couples stéréoscopiques.



*View-Master*



*Nimslo à 4 objectifs*

Vers 1980, *Nimslo* sort un appareil qui prend quatre photos en même temps au format 18 x 22 mm. Ces images sont traitées dans des laboratoires spécialisés qui les découpent en lamelles verticales, qui fixent ces dernières dans un ordre précis et qui collent ensuite un réseau lenticulaire (voir p.16) sur cette nouvelle photo. Ces lentilles permettent de restituer le relief sans avoir besoin d'autres accessoires. Le peu de laboratoires équipés a vite fait chuter l'intérêt de ce procédé. Seuls des professionnels l'utilisent encore à titre publicitaire.

Dans les années 1990, *Image Tech* ressort le même appareil, avec seulement trois objectifs, en différents modèles dont un jetable. Il subit le même sort que son prédécesseur. De nos jours et grâce au numérique, il est possible de se procurer des réseaux et de faire soi-même des images.



*ImageTech à 3 objectifs*



*Loreo*

Ensuite, il y a eu de moins en moins de nouveaux appareils stéréoscopiques. Il y a le *Loreo* : assez bon marché mais de qualité moyenne. Il est vendu avec une visionneuse qui permet de voir des photos 9 x 13 ou 10 x 15 cm. Les deux images sont sur le même négatif au format vertical 24 x 18 mm.

Il y a aussi la Maison allemande *RBT*, qui en construit en utilisant deux appareils reflex. Ils sont démontés, coupés, soudés, leurs objectifs sont appairés et munis de barrettes pour les réglages des diaphragmes, de la netteté et des zooms. Ces appareils sont de très bonne qualité mais assez coûteux.



*RBT*



*Objectif double*

Il existe aussi des *objectifs spéciaux* qui se montent sur des appareils Reflex standards. Ils divisent le négatif en deux images 18 x 24 mm en passant par des prismes ou des miroirs.

En 2000, la photo numérique a fait son apparition et permet aussi de faire de la stéréoscopie. Certains « bricoleurs » fixent deux appareils numériques sur une barrette. Ceux-ci doivent être munis d'un système de synchronisation pour les déclencher en même temps.

Il est aussi possible d'utiliser certains appareils numériques Canon et de les synchroniser avec le logiciel *StereoData Maker* (<http://stereo.jp/eng>)



*2 Canon montés ensemble et synchronisés par le logiciel StereoData Maker*

En automne 2009, Fuji sort le premier appareil numérique 3D. Il est muni de deux objectifs séparés de 77mm et a un afficheur à barrières de parallaxes qui permet de voir directement la photo prise en relief et sans lunettes. Il s'agit du FinePix REAL 3D W1. En 2010, Fuji sort un nouveau modèle : le *FinePix REAL 3D W3*.



*Fuji W3*



*Lumix 3D1 de Panasonic*

D'autres marques sortent des appareils numériques ou des caméras 3D, mais l'écartement entre les objectifs est souvent trop serré (30 à 40mm au lieu des 65mm de moyenne pour nos yeux). Ces appareils sont destinés à des prises de vues où les sujets ne sont pas trop éloignés : portrait ou petit groupe de personnes par exemple.

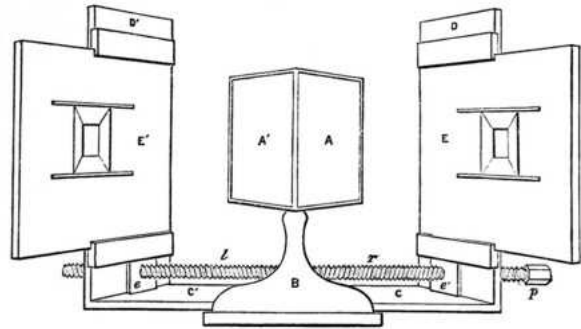


*Panasonic HDC-Z10000*

## Stéréoscopes

Ce sont des visionneuses qui permettent à chaque œil de ne voir que l'image qui lui est destinée (image gauche à l'œil gauche, image droite à l'œil droit) afin de reconstituer l'image en relief. Il en existe plusieurs types différents : à miroirs, à lentilles ou à prismes.

Le premier, inventé en 1838 par Charles *Wheatstone*, est muni de deux miroirs à 45° qui reflètent les images placées à chaque extrémité du stéréoscope. En regardant dans ces miroirs, une nouvelle image se forme en relief face à l'utilisateur.



*Stéréoscope de Wheatstone*



*Cartographie*

Ce système est toujours utilisé de nos jours, principalement pour la *cartographie*, mais avec deux miroirs en plus. Ceux-ci permettent de voir de grandes images l'une à côté de l'autre.

En 1849, Sir David Brewster fait breveter un *stéréoscope à lentilles*. Les photos sont installées côte à côte, mais leur largeur ne doit pas dépasser l'écart entre les yeux. Le format 6 x 13 cm (dimension totale des 2 images) est celui qui convient le mieux.



*Stéréoscope à lentilles*

Ce type de visionneuse est souvent fabriqué soit avec un fond en verre dépoli mobile, soit avec une partie du dessus qui s'ouvre. Ceci permet de regarder des photos en verre ou imprimées sur carton. Nous utilisons aussi ce type de stéréoscope pour visionner les diapositives ou les photos papier. Ils sont généralement assez petits et même parfois pliables.



En 1859, Oliver Wendell *Holmes* met au point un stéréoscope plus léger et meilleur marché que tous les autres modèles de l'époque. Il est muni de deux prismes qui permettent de regarder des images d'un format 9 x 18 cm au total. L'utilisateur ne peut voir avec chaque œil que l'image appropriée car une paroi verticale de séparation interdit à son regard de s'égarer. De plus, son front prend appui sur une sorte d'ocillère qui lui permet d'être stable et de ne pas avoir de lumières parasites dans les yeux.



*Stéréoscope de Holmes*

De nos jours, c'est-à-dire à l'ère du numérique, il existe des visionneuses qui permettent de regarder les images 3D sur les écrans d'ordinateurs (le *Pokescope* par exemple).



*Pokescope*



*Lunettes actives Nvidia avec écran Samsung*

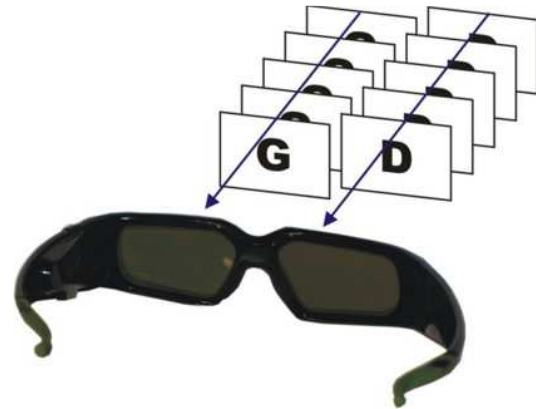
Différentes marques d'écrans proposent des modèles capables de travailler directement en relief. Ils sont utilisables avec des lunettes actives de chez *Nvidia*. Certaines marques proposent aussi des écrans utilisables avec des lunettes passives.

Pour une plus grande quantité de spectateurs, il est possible de faire de la projection en utilisant des projecteurs de données et des lunettes passives.

En 2010, une norme de haute-définition 3D (HD-3D) a été décidée et certains fabricants font des téléviseurs capables de gérer la 3D. Des disques Blu-ray sortent en 3D et sont utilisables sur ces téléviseurs.

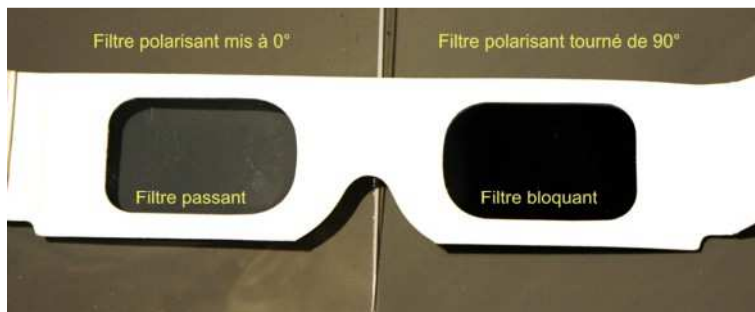
Les lunettes utilisées sont soit actives, soit passives.

Lunettes actives : elles sont équipées de petits écrans LCD qui sont soit transparents soit complètement opaques, en synchronisation avec les images gauche et droite diffusées alternativement. Elles ont une petite électronique embarquée avec une pile ou un accumulateur qu'il faut recharger.



*Lunettes actives (ou à LCD)*

Lunettes passives : ce sont des lunettes simples avec des filtres polarisants.



*Lunettes passives (ou polarisantes)*

Elles sont aussi utilisées pour la projection. Des filtres polarisants décalés de  $90^\circ$  l'un par rapport à l'autre, sont placés devant les projecteurs. Ils cachent l'image gauche à l'œil droit et l'image droite à l'œil gauche.

Pour les télévisions, la tendance actuelle va vers les lunettes passives. Elles sont généralement plus légères que les actives et demandent moins d'entretien.

## Autres systèmes

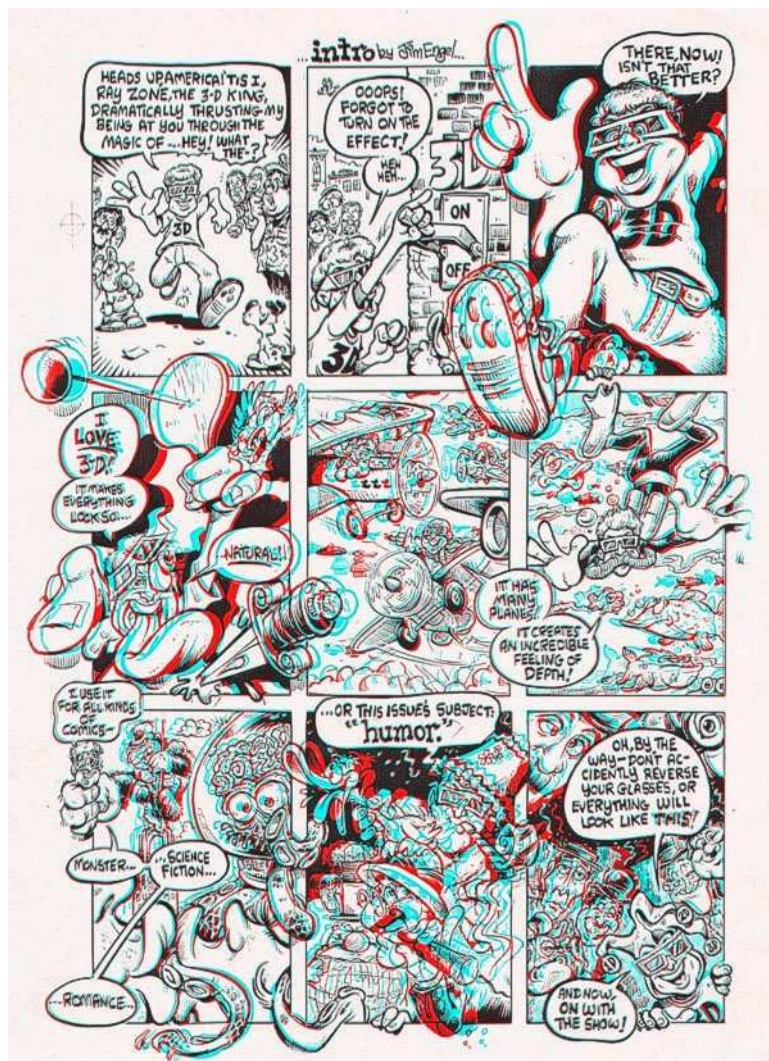
### Anaglyphes :

En 1858, Charles d'Almeida fait connaître un autre mode de restitution du relief : les *anaglyphes*. Au moyen de deux projecteurs équipés de filtres rouge et vert, il superpose des photographies stéréoscopiques sur un écran. Les spectateurs regardent avec des lunettes munies de verres de mêmes couleurs.



*Lunettes anaglyphiques*

En 1891 Louis Ducos De Hauron utilise les anaglyphes en imprimant les images d'un couple stéréoscopique l'une sur l'autre sur un papier. Cette invention permet de publier les images en relief dans les journaux (*bandes dessinées*, publicités, etc.).



*Bande dessinée en anaglyphes*

En 1935, Louis Lumière améliore la colorimétrie des filtres et utilise les anaglyphes pour le cinéma. A partir de 1950, le cinéma anaglyphique est remplacé par la lumière polarisée et permet ainsi la projection de films couleurs en relief.



## Réseaux lenticulaires :

Un écran de plastique composé d'une série de lentilles rondes ou longitudinales, fixé sur une série de photos qui ont été spécialement développées, permet de voir le relief sans utiliser de lunettes ou autres visionneuses. Dans les années 1970-1980, des cartes postales étaient fabriquées avec ce système.

De nos jours, les *réseaux lenticulaires* réapparaissent pour des expositions, des supports publicitaires ou autres. Il est aussi possible de faire soi-même ses propres impressions en achetant des plaques lenticulaires et en utilisant des logiciels adéquats.

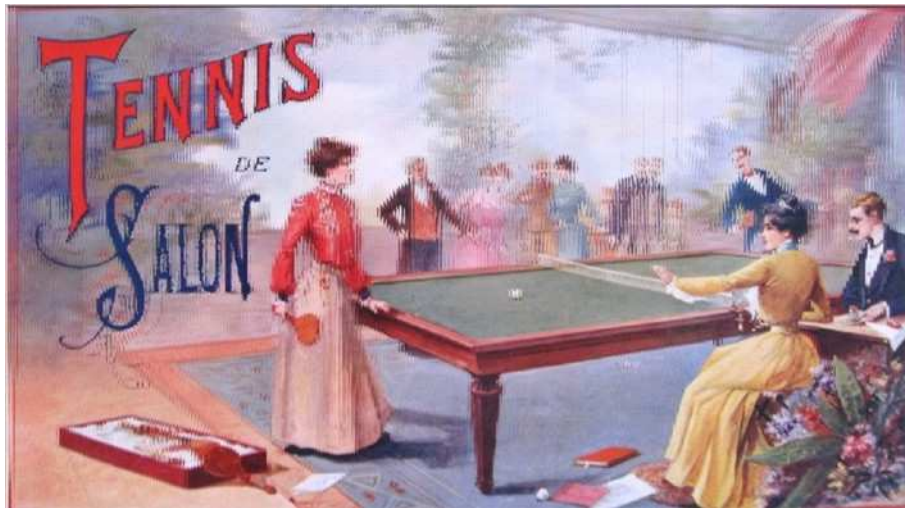
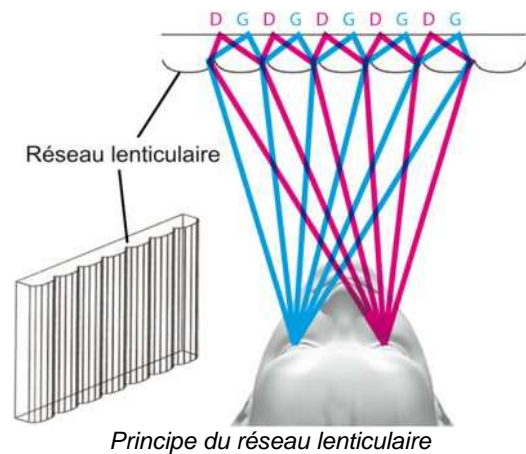


Image lenticulaire sans le réseau



Résultat en anaglyphe 



## Holographie :

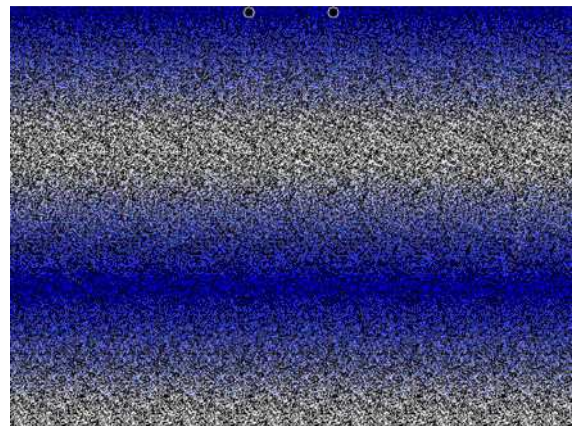


Holoaramme 

C'est une technique qui met en œuvre les interférences lumineuses. Il faut utiliser un laser car il n'émet qu'une seule longueur d'ondes. Son faisceau est séparé en deux : un va directement toucher une plaque sensible et l'autre est étalé sur l'objet à holographier. Ce dernier renvoie le faisceau sur la même plaque. Les différences d'ondes entre les deux rayons permettent, après développement, de retrouver l'objet en relief sur la plaque.

## Autostéréogrammes :

Dans les années 1990, une grosse folie nous envahit : des images qui ne représentent pas grand chose à première vue, mais où apparaissent des objets en trois dimensions si nous nous y attardons un peu. Elles sont fabriquées par ordinateur. Nous utilisons deux images : une en dégradé du noir au blanc qui représente l'objet et une autre qui sert de trame en étant répétée plusieurs fois et mélangée à la première. En regardant l'auto-stéréogramme de tout près puis en s'en éloignant doucement, l'objet apparaît en relief. Aujourd'hui, il n'existe plus de programme pour pouvoir faire ces stéréogrammes !



Autostéréogramme où **3D** apparaît en relief

## ChromaDepth :

Ce procédé utilise des lunettes à filtres séparateurs de longueurs d'ondes. Les images ne sont pas très réalistes car les couleurs doivent être travaillées spécialement et sont assez vives. Les couleurs chaudes sont en avant et les froides en arrière.



Peinture en ChromaDepth

## Comment faire de la Stéréoscopie ?

Pour faire de la photographie en relief, il suffit de prendre deux photos légèrement décalées. Chaque œil regarde ensuite l'image qui lui correspond et le cerveau reconstitue le relief.

La méthode la plus simple est de prendre un appareil photo numérique standard, de bien se caler sur les pieds, de faire une première photo en prenant appui sur une jambe, puis, sans bouger les pieds, de prendre appui sur l'autre jambe et de faire la deuxième photo. Cette méthode impose de ne prendre en photo que des objets statiques. Ceux en mouvements ne seront pas au même endroit sur les deux images et donc impossible à regarder en relief.



*Prendre appui sur une jambe  
et faire une première photo*



*Prendre appui sur l'autre jambe  
et faire une deuxième photo*

Si vous avez la possibilité d'avoir deux mêmes appareils photo, fixez-les l'un à côté de l'autre sur une petite planche, bricolez un système qui permette de déclencher les deux appareils en même temps et prenez les photos. Il existe des systèmes de synchronisation tels que le logiciel *StereoData Maker* (<http://stereo.jpn.org>) qui fonctionnent avec certains appareils.



*2 Canon montés ensemble et synchronisés par le logiciel StereoData Maker*

Vous pouvez aussi acquérir un appareil muni de deux objectifs et qui est fait pour la stéréoscopie, tel que le *Fuji W3*.



*Fuji W3 à 2 objectifs*

Par ces méthodes, c'est-à-dire en ayant un écartement entre les deux prises de vues à peu près équivalent à celui des yeux (environ 65mm), le relief sera le même que celui que nous voyons dans la réalité.

Dans la réalité, plus les sujets sont éloignés, moins ils ont du relief. Lorsque nous regardons un paysage de montagnes, elles paraissent plates. Pour accentuer le relief, il suffit de plus écarter les appareils photos. Les montagnes apparaîtront en relief en leur donnant un effet de maquette. Nous appelons ceci « l'hyperstéréoscopie ».



*Paysage en vue réelle*



*Paysage en hyperstéréoscopie*





A l'inverse, si nous voulons photographier un objet très petit, l'écartement doit être très faible. Ainsi un insecte pourra paraître énorme sur une photo. C'est « la macrostéréoscopie ».



*Insecte en macrostéréoscopie* 

Nous avons une règle qui permet de définir le meilleur écartement entre les prises de vues en fonction de la distance du sujet à photographier. Elle s'appelle « la règle du trentième ». Ceci signifie que l'écartement entre les appareils correspond au  $\frac{1}{30}$ <sup>ème</sup> de la distance entre le sujet et l'appareil photo.

Par exemple : une fleur se situant à 30cm de l'appareil donne un écartement entre les appareils de :  $\frac{1}{30} \times 30\text{cm} = 1\text{cm}$

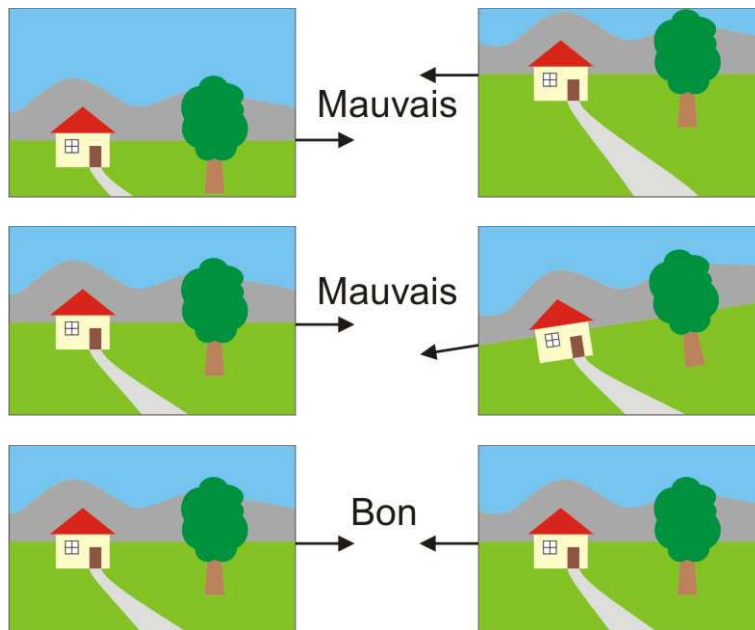
Une montagne se trouvant à 300m donne un écartement de :  $\frac{1}{30} \times 300\text{m} = 10\text{m}$

## Le montage des photographies en relief :

*Il est impératif de monter les photographies en 3D afin que notre cerveau n'ait pas trop à « travailler » au risque de nous donner des maux de tête !*

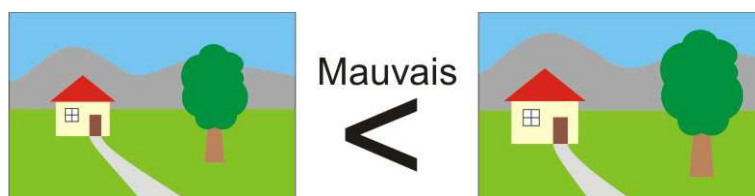
### **Alignement vertical :**

Il faut impérativement qu'il soit au même niveau et droit sur les images gauche et droite :



### **Différences de dimensions :**

Ce défaut peut être dû à une focale différente entre deux appareils ou deux prises de vues, ou à une distance différente « appareil/sujet photographié » lors d'une prise de vue en deux temps :



### Différences trapézoïdales :

Ce défaut peut être dû à un déplacement entre l'appareil et le sujet photographié lors d'une prise de vue en deux temps :



Mauvais



### Différences d'expositions :

Il ne doit pas y avoir de différences d'expositions entre les images gauche et droite :



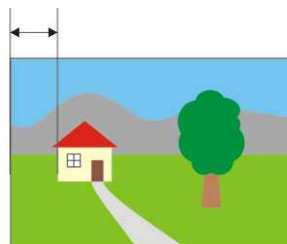
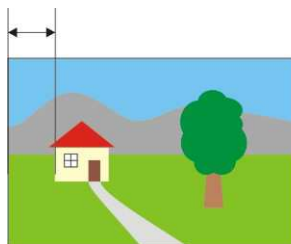
Mauvais



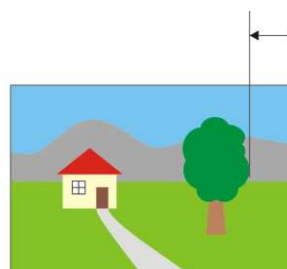
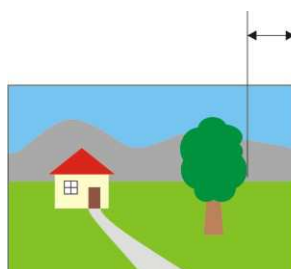
### Alignement horizontal :

Cet alignement permet de choisir quels points seront en avant, en arrière ou au niveau de l'écran et c'est ce que nous appelons « la fenêtre stéréoscopique » :

1) La distance « bord de l'image/maison » est la même sur les images gauche et droite, donc la maison se trouve au niveau de l'écran et l'arbre en avant :

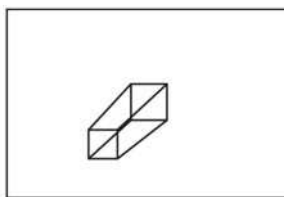
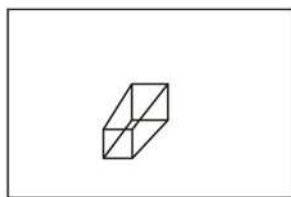


2) La distance « bord de l'image/arbre » est la même sur les images gauche et droite, donc l'arbre se trouve au niveau de l'écran et la maison en arrière :

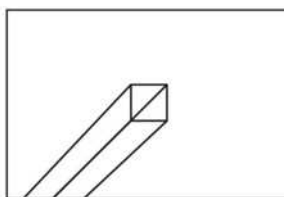
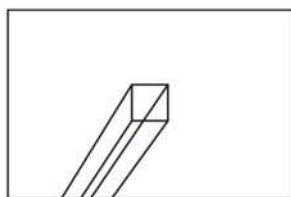


### Jaillissement :

Selon le principe ci-dessus, nous pouvons faire jaillir un objet en avant de l'écran. Pour qu'un jaillissement soit accepté par le cerveau, l'objet ne doit pas toucher les bords de l'écran :



Exemple de ce qu'il ne faut pas faire :

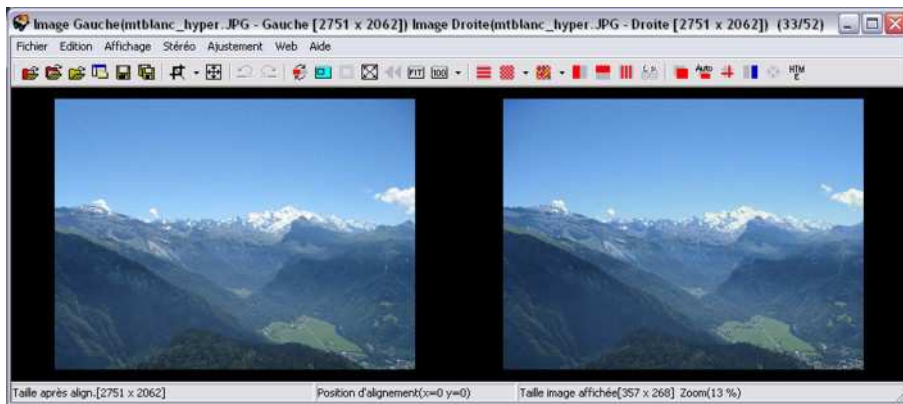


Exemple de jaillissement



### Comment rattraper tous ces problèmes :

En utilisant simplement un logiciel de montage tel que « *StereoPhoto Maker* » (téléchargeable gratuitement à l'adresse Internet : <http://stereo.jp/>).



*Logiciel StereoPhoto Maker*

Ce logiciel permet de rattraper tous les défauts évoqués ci-dessus et d'enregistrer l'image finale dans n'importe quel format compatible 3D.

Il permet aussi de recadrer les images, d'insérer un texte, de faire un diaporama, de créer un fichier pour un site internet, etc.

C'est un logiciel très complet et facile à utiliser.



## Restauration d'images stéréoscopiques

Les anciennes photos stéréoscopiques sont souvent en couple sur des plaques de verre (images gauche et droite sur la même plaque). Elles peuvent avoir subi des vieillissements différents qui procurent des gênes lors du visionnement en relief.



*Plaques de verre*

Afin de pouvoir les regarder sans difficulté, il faut impérativement les restaurer.

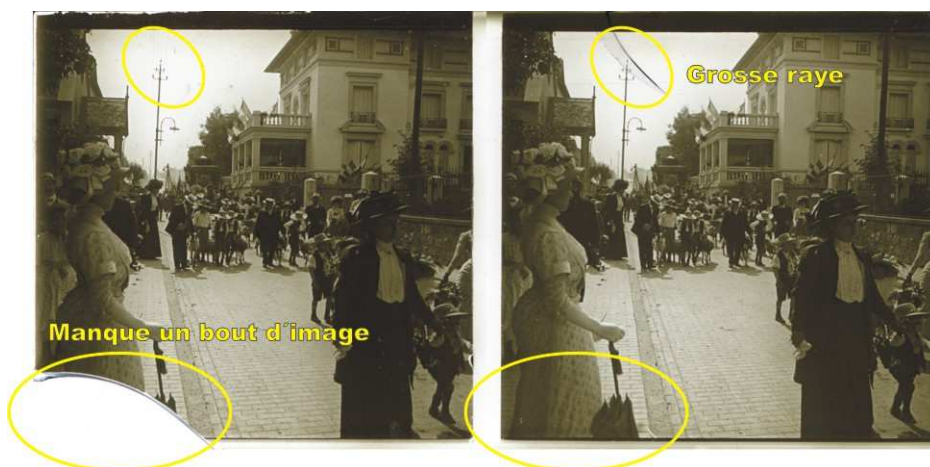
Il faut d'abord aligner les photos comme indiqué dans « le montage des photographies en relief » (voir p.21).

Pour des petits défauts, tels que des points ou des petites rayes, il suffit d'utiliser un logiciel de photo (Photoshop par exemple).



*Points rattrapables avec l'outil de clonage sur Photoshop*

Pour de plus gros défauts, grosses rayes ou manque d'une partie d'image, il faut utiliser le logiciel StereoPhoto Maker.



*Ces défauts sont rattrapables avec StereoData Maker*

Comme ce logiciel est fait pour la stéréoscopie, il convient mieux pour enlever ces défauts.

C'est un travail assez long car il faut déplacer l'image à réparer par rapport à celle qui est bonne, par petits bouts en fonction du relief.



*Image non restaurée*



*Image restaurée*



\*\*\*\*\*