

# Stéréoscopie, modèle 3D et lenticulaire : les métamorphoses

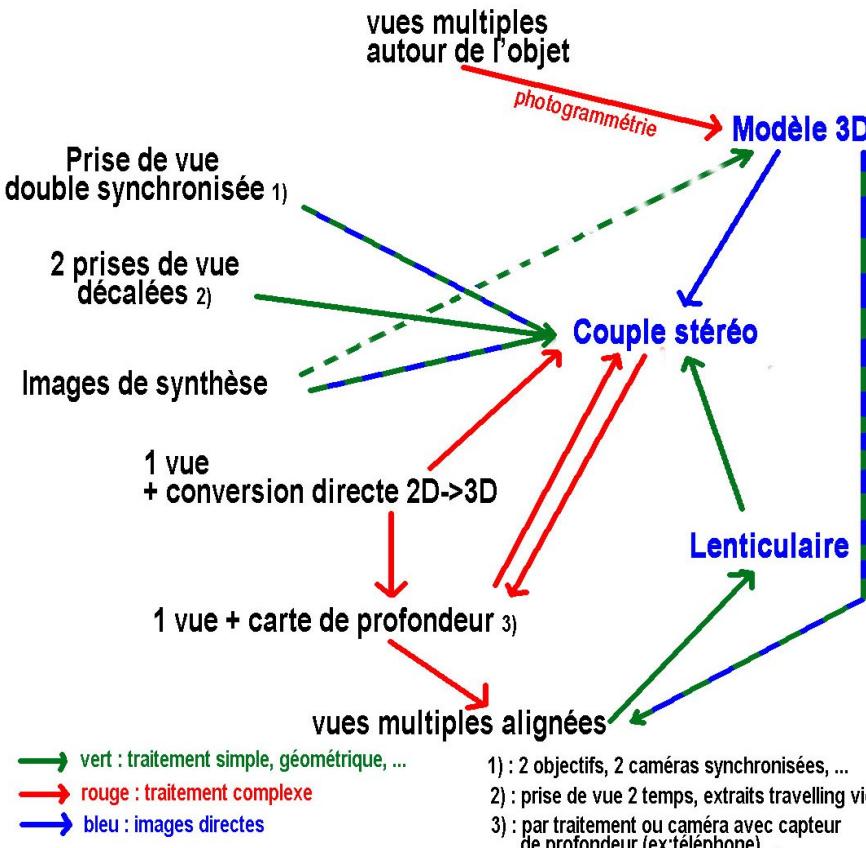
**L**a vision binoculaire du réel a d'abord été reproduite par des couples d'images stéréoscopiques. Par extension, des vues multiples permettent de fournir au spectateur plusieurs couples stéréoscopiques à travers un réseau lenticulaire. Les modèles 3D décrivent numériquement des scènes ou des objets en trois dimensions ; les programmes associés fournissent des images 2D du modèle à partir de n'importe quel point de vue : cela permet de générer facilement deux points de vue pour une vision stéréoscopique binocu-

laire. De plus, des modèles 3D peuvent être créés à partir d'un ensemble de vues multiples prises tout autour de l'objet : c'est la photogrammétrie.

C'est donc la vision binoculaire du relief qui est reproduite par chacun de ces trois types de représentations : couple stéréoscopique, lenticulaire, modèle 3D. Ce sont trois représentations en relief qui peuvent être construites à partir de photos du réel. Il est donc logique que certaines transformations permettent de passer d'une représentation à l'autre :

## Les diverses sources d'images en noir à gauche

## Les 3 représentations en bleu



Les flèches représentent les traitements et transformations.

## **Vue 2D => Couple stéréo**

La **Conversion 2D-3D** fait l'objet d'un groupe de travail animé par José Starck ; voir ses travaux et divers documents sur le site :

<https://www.image-en-relief.org/stereo/component/tags/tag/conversion2d-3d>

## **Modèle 3D => Couple stéréo**

Un modèle 3D peut donner lieu à des images et vidéos stéréoscopiques ; soit par copies d'écran à partir d'une consultation internet, soit directement à partir du modèle lui-même dans un logiciel comme Blender. Voir articles dans les Lettres de décembre 2020 (n°1036, p.4 à 9), de février 2021 (n°1038, p.16-17) et d'octobre 2021 (n°1044 p.13-15) et sur le site « *Rendu Stéréoscopique dans Blender* » :

<https://www.image-en-relief.org/stereo/443-rendu-stereoscopique-dans-blender>

## **Couple stéréo => Lenticulaire**

Un couple stéréo peut servir (dans certaines conditions) à créer une image lenticulaire en calculant une séquence d'images intermédiaires, comme vu notamment à la séance du 10/10/2018 (« *Lenticulaire et autostéréoscopie* » partie « *Création des vues intermédiaires à partir d'une paire stéréo* <sup>1)</sup> » <https://www.image-en-relief.fr/stereo/comment-faire/techniques-specifiques/147-lenticulaire-autostereoscopie> ). Plusieurs techniques existent pour fabriquer numériquement des images de points de vue intermédiaires entre les deux sources de départ ou même en extrapolant.

- La technique de carte de profondeur est étudiée dans le groupe conversion 2D-3D, et il y a deux fonctions ad hoc dans SPM (*Edit > Depth map > Create depth-map from stereo pair*, puis *Edit > Depth map > Create multiple image from 2D + Depth map*).

- On peut aussi procéder par interpolation, ainsi le producteur de lenticulaires *Pop3-Dart* propose un logiciel « *fSeq software* » : <https://www.pop3dart.com/fseq-software>

- On peut aussi utiliser des techniques dérivées du morphing, comme le logiciel proposé par le producteur de réseaux lenticu-

laire « *dplentiful.com* » : *StereoMorpher Plus* <sup>2)</sup> qui peut aussi générer des vues extérieures pour élargir le champ de visualisation.

Il est conseillé de partir d'un couple ayant une base plutôt grande par rapport à un couple "normal", et d'équilibrer le couple stéréoscopique entre parallaxe positive et négative. Dans tous les cas, le calcul des images intermédiaires implique de "deviner" les informations manquantes (un fond uni ou presque est préférable). Aussi, la plupart du temps, il reste des artefacts qu'il faut reprendre en retouche : travail d'artiste qui prend du temps.

## **Modèle 3D => Lenticulaire : Un essai personnel**

Comme un modèle 3D permet de générer une vue de n'importe quel point de vue, il est possible de générer une séquence d'images sources d'un lenticulaire. Après avoir créé des modèles 3D à partir de photogrammétrie (<https://sketchfab.com/LagardeF>) j'en ai tiré des lenticulaires, poursuivant les explorations citées dans la Lettre n°1044 d'octobre 2021 p.15.

Cela nécessite du matériel, des consommables, et surtout du temps d'apprentissage de logiciels et de procédés de fabrication.

- Le matériel : un bon ordinateur, une imprimante suffisamment fiable et précise, un « laminateur » pour l'application de la photo sur le réseau.

- Les consommables : réseau lenticulaire et adhésif double face, papier photo et encre (ne pas hésiter à faire plusieurs essais d'images entrelacées examinées sous le réseau avant assemblage). Remarque : le fournisseur utilisé, dplentiful, ne produit pas de réseau préencollé ; par ailleurs l'impression directe sur le réseau lenticulaire est possible avec une imprimante à plat professionnelle... à prix professionnel.

- Les logiciels : photogrammétrie – traitement de modèle 3D – entrelacement.

Le modèle 3D a été créé par photogrammétrie avec un logiciel spécifique et exporté (modèle et texture).

La série d'images est réalisée par Blender, logiciel de traitement de modèles 3D. Le modèle 3D avec sa texture est importé puis il est mis en scène avec des éclai-

rages ; on peut facilement créer un fond et un socle : un fond texturé doit être très proche car la profondeur du lenticulaire est limitée, un fond uni peut être assez éloigné afin d'éviter les ombres.

Une « animation » minimaliste consiste à faire tourner une caméra visant le sujet autour d'un point centré sur le sujet. L'animation permet de contrôler l'angle total balayé et le nombre de pas<sup>3)</sup>. On peut régler la dimension de l'image résultat en pixels (hauteur et largeur). La position du centre de rotation dans l'objet permet d'équilibrer parallaxes positive et négative.

Cette « animation » fournit une série d'images parfaitement superposables de taille voulue.

L'image finale est réalisée par entrelacement de la série précédente avec un logiciel spécifique (il en existe des gratuits). Il faut paramétrier l'entrelacement en fonction du couple réseau/imprimante ; paramètre issu du calibrage avec une mire imprimée.

L'encollage photo entrelacée/réseau est une procédure délicate. Le film adhésif est d'abord collé sur la partie lisse du réseau (sans générer de bulles !). L'image entrelacée est positionnée très précisément sur le réseau grâce aux repères visuels sur les bords générés par le logiciel d'entrelacement, positionnement qu'il faut maintenir dans l'opération de collage de l'image sur le

réseau par la deuxième face de l'adhésif.

Au final, j'ai produit une douzaine de lenticulaires de sculptures jusqu'au format 27×18cm, mais aussi carré 19×19cm ou plus petit sur papier A4 avec un peu de marge pour le positionnement et l'encollage. Le réseau utilisé est du 50 lpi ; le paramètre de calibration pour mon imprimante Epson XP-970 est très proche, à 50.01. La résolution de 720 dpi permet d'utiliser jusqu'à 14 images pour ce type de réseau de 50 lpi.

Le site comprend des informations complémentaires dans des pages sur :

- la modélisation 3D : « Logiciels, formats de fichiers, lexique - modélisation 3D », « Blender - Prise en main », « Blender : récupérer un modèle créé par photogrammétrie », « Blender et animation ». <https://www.image-en-relief.org/stereo/component/tags/tag/modeles-3d>

- le lenticulaire : « Logiciels, fournisseurs, formation-documentation pour Lenticulaire » et « Une réalisation de lenticulaires à partir de modèles 3D ». <https://www.image-en-relief.org/stereo/component/tags/tag/lenticulaire>

Pour boucler la boucle, il est techniquement possible de photographier en stéréo l'image lenticulaire, comme ci-joint à titre de démonstration : amusant malgré la perte de qualité !



*"Paula" : photo stéréo prise sur un lenticulaire réalisé à partir d'un modèle 3D créé par photogrammétrie - Image : François Lagarde*

Remarque : il est possible d'obtenir un lenticulaire à partir de modèle 3D beaucoup plus simplement. D'une part, certains logiciels de création de modèles 3D par photogrammétrie sont susceptibles de créer directement la série d'images pour lenticulaire sans passer par *Blender*. Ensuite, certains fournisseurs (ex : *Pop3Dart*) proposent de créer une image lenticulaire à partir d'une séquence d'images adaptées.

### Complément 1 : Couple stéréo à partir d'un lenticulaire

Un couple stéréo pris sur un lenticu-

laire ne rend pas bien compte de l'effet du lenticulaire ; bien souvent les marques des lenticules sont discernables ; dans ce cas elles désarçonnent l'alignement automatique de SPM : dans l'exemple ci-dessous, il a fallu procéder à un alignement manuel de deux calques dans Photoshop.

Exemple : Jeu [je] d'été, un selfie (autoportrait) lenticulaire. Mon plexus solaire sert d'axe de rotation pour ma perche à selfie qui fournit une vidéo, un échantillon d'images est directement fourni à l'entre-laceur ; il a fallu quelques essais pour la prise de vue et le choix de l'échantillon.



*Selfie : couple stéréo pris sur un lenticulaire créé à partir d'une vidéo prise en selfie.  
Image : François Lagarde*

### Complément 2, utilisations multiples d'un modèle 3D « rapide » : couple stéréo, publication web et lenticulaire.

Exemple : Le Mercure de Vesunna (Périgueux) a été pris rapidement au cours d'une visite familiale (vues multiples). Cela a donné lieu à un modèle 3D publié sur Sketchfab : <https://skfb.ly/owR06>, mais aussi à un lenticulaire – souvenir pour un membre de la famille, et à un « rendu » stéréoscopique directement à partir du modèle, en accentuant la profondeur (pas de 1/30° !). Voir résultat page suivante.

Bilan : l'ensemble de ces opérations - créer et traiter des modèles 3D pour servir

de sources de lenticulaires et les réaliser - sont à la portée d'un amateur. J'ai commencé la modélisation 3D par photogrammétrie au printemps 2021, et entamé le lenticulaire au printemps 2022 ; certes ma marge de progression est importante (eu-phémisme), surtout si l'on se compare aux experts.

L'apprentissage de *Blender* est difficile, mais ce logiciel permet aussi de réaliser toutes sortes de vidéos en stéréoscopie, ce qui pourrait être une prochaine étape.

Par ailleurs, pour la publication, Sketchfab ne semble pas fournir directement une présentation stéréoscopique ; par contre la bibliothèque *Threejs* (Javascript utilisé pour



*Mercurie dit de la cité, Vesunna Périgueux ; avec caducée aux serpents entrelacés, bourse, bouc, coq et tortue – couple stéréoscopique rendu par « blender » d'un modèle 3D réalisé par photogrammétrie sur rapide prise de vues multiples lors d'une visite - Photo : François Lagarde*

les modèles 3D sur le web) permet des « effets » stéréoscopiques (anaglyphe, côte à côté, entrelac pour écran lenticulaire). Il semble possible de compléter les trois premières utilisations (couple stéréo, publication web de modèles et lenticulaire) par la création de vidéo stéréo et la publication Web stéréoscopique de modèles ; voir un premier essai de présentation de modèles en 3D stéréo (côte à côté) sur un site web personnel :

<http://www.flagarde.fr/modeles3D/index.php>

**François Lagarde**

initial, réalisé par Jean-Marc Hénault ; la réalisation du lenticulaire à partir de cette série de vues par la société *Pop3Dart* de Yitzhak Weissman. Dans l'autre cas, l'ensemble avait été réalisé par Henri Clément.

<sup>2)</sup> La documentation de *StereomorpherPlus* indique que le logiciel utilise le principe de base des applications de morphing habituelles avec la détermination de formes identiques dans les images gauche et droite et leur transformation de la forme gauche en forme droite.

[https://stereomorpher-plus.  
software.informer.com/2.8/](https://stereomorpher-plus.software.informer.com/2.8/)

<sup>3)</sup> Par défaut, l'animation est progressive avec démarrage lent puis accélération... il faut la rendre linéaire par paramétrage.

<sup>1)</sup> Dans un cas étudié il y avait eu deux étapes : l'obtention de 12 ou 24 vues à partir du couple