

# Scanner 3D photogrammétrique

---

## 1 Problématique

Comment générer automatiquement un fichier STL à partir d'un objet réel ?

## 2 Contexte

### 2.1 Le dessin assisté par ordinateur

Le dessin assisté par ordinateur (DAO) est une discipline permettant de produire des dessins techniques avec un logiciel informatique. On le distingue de la synthèse d'image dans la mesure où il ne s'agit pas du calcul de rendu d'un modèle numérique, mais de l'exécution de commandes graphiques (traits, formes diverses...). De ce fait, en DAO, la souris et le clavier remplacent le crayon et les autres instruments du dessinateur.

Les dessins produits sont le plus souvent réalisés en mode vectoriel (traits cohérents), alors que l'image de synthèse est une association de pixels indépendants bitmap. En d'autres termes, les logiciels de DAO attribuent des coordonnées (X,Y pour les plans 2D et X,Y,Z pour les modèles 3D). Chaque élément d'un dessin est appelé entité, et chaque entité contient donc des propriétés de couleur, d'épaisseur, de calque, de type de ligne, etc.

L'intérêt de la DAO est d'abord celui de l'informatique, c'est-à-dire essentiellement un apport de praticabilité dans la gestion des documents, facilitant l'édition de modifications, l'archivage, la reproduction, le transfert de données, etc..

Un des premiers logiciels de DAO est AutoCAD, apparu en 1982 et actuellement toujours une référence dans le monde du bâtiment.

### 2.2 Les modeleurs volumiques

Un logiciel de modélisation tridimensionnelle, ou modeleur 3D, est un logiciel qui sert à créer des scènes 3D, composées de formes complexes, ou objets, en trois dimensions à partir de primitives de bases ou de définition analytique. Les modeleurs 3D sont utilisés aussi bien dans l'industrie en conception assistée par ordinateur que par les infographistes qui réalisent des scènes dédiées aux jeux vidéo, à la réalisation d'animations pour le cinéma et à la création de présentations ou d'environnements de réalité virtuelle.

Les logiciels de modélisation 3D se basent essentiellement sur la manipulation de formes de base. Ces formes de base utilisées peuvent être des cubes, des sphères ou des cônes, mais aussi des courbes de Bézier ou des NURBS, on parle alors de modeleur surfacique, à l'inverse des modeleurs polygonaux. L'utilisateur peut en ajouter ou en enlever à volonté.

Le logiciel propose généralement un ensemble d'outils qui permettent de modéliser les formes de base afin d'obtenir des formes plus complexes, comme une voiture ou un personnage. Ces outils de modélisation peuvent être de simples transformations géométriques, et de la géométrie de construction de solides ou peuvent réaliser des transformations plus complexes, permettant de modifier des morceaux de la forme, de les découper ou de les tordre dans tous les sens. Les logiciels de modélisation 3D peuvent intervenir sur d'autres attributs comme la texture de l'objet, sa couleur, la manière dont il interagit avec la lumière, etc.

Le logiciel de modélisation 3D de référence dans l'Éducation Nationale est SolidWorks.

### 2.3 L'impression 3D

Les premières imprimantes 3D apparaissent aux débuts des années 2000. Cette technique utilise à ses débuts des résines, matériaux non propices à un usage intensif, et ne produit que des prototypes, parfois grandeur nature, son usage ultérieur reste un sujet de recherche et de débat

À partir des années 2010, l'impression 3D se développe grâce à la maîtrise de nouveaux matériaux et sort du champ exclusif du prototypage. L'industrie dentaire et la bijouterie de luxe utilisent cependant déjà l'impression 3D avec succès pour la réalisation de pièces finales, tout comme les industries aéronautique, automobile et cinématographique. Certains utilisateurs d'imprimantes 3D personnelles ou de services d'impression 3D en ligne utilisent aussi déjà quotidiennement des objets imprimés en 3D.

## 2.4 Les scanners 3D

L'étape suivante dans la chaîne de (re)production est le scanner 3D. L'intérêt d'une telle chaîne est évident quand on essaye de réaliser des pièces **pour réparer** des appareils de la vie courante. La réparation prolonge la vie des appareils et évite ainsi l'extraction de nouvelles ressources naturelles. Lorsqu'un appareil tombe en panne, la réparation doit donc toujours faire partie des options à étudier. Faire durer les appareils en les réparant est une façon essentielle de préserver les ressources et permet de réduire l'empreinte environnementale de nos produits. Certaines entreprises (Boulanger) mettent à disposition de leurs clients les fichiers STL de certaines pièces pour pouvoir les imprimer facilement en cas de casse.

Le scanner 3D fait partie intégrante de l'équipement d'un Fablab d'après l'ADEME.

Plusieurs méthodes permettent de faire des scans en 3D. Nous n'en retiendrons que 2 qui sont à notre portée.

Les **scanners 3D à lumière structurée** projettent un motif lumineux sur le sujet et en observent la déformation. Le motif peut être à une ou deux dimensions.

Dans le cas le plus simple **on projette une ligne** comme motif unidimensionnel. Elle est projetée sur le sujet à l'aide d'un laser. Une caméra légèrement décalée du projecteur, enregistre son éventuelle déformation. Une technique similaire à la triangulation est utilisée pour calculer la distance, et donc la position des points la représentant. Lorsque l'objet tourne, on balaie le champ de vision afin d'enregistrer, une bande à la fois, les informations relatives aux distances.



La **photogrammétrie** est une technique qui consiste à effectuer des mesures dans une scène, en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents. Recopiant la vision stéréoscopique humaine, elle a longtemps exploité celle-ci pour reconstituer le relief de la scène à partir de cette différence de points de vue. Actuellement, elle exploite de plus en plus **les calculs de corrélation entre des images désormais numériques** (photogrammétrie numérique).



## 3 Solution proposée

### 3.1 Le projet

Le projet a pour but de réaliser un scanner 3D pour des objets tenant dans un cube de 30cm d'arête. Ce scanner doit être d'utilisation simple (on presse un bouton et on s'en va...) et économique. On doit aussi pouvoir **surveiller à distance** l'avancement du travail par consultation d'une page Web.

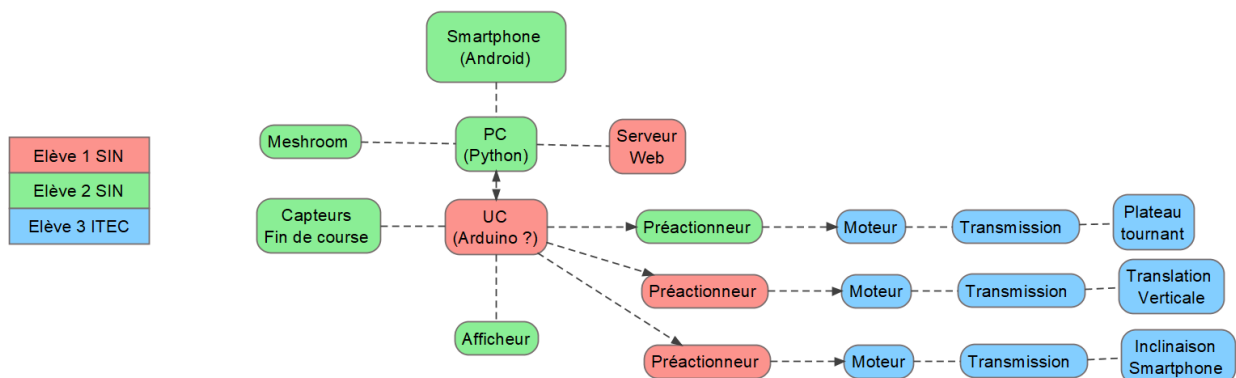
Le principe utilisé est la photogrammétrie. L'appareil photo sera une tablette ou un smartphone sous Android.

L'objet est placé sur un plateau tournant, l'appareil photo sur un support pouvant s'élever et s'incliner. Le logiciel dans l'ordinateur va piloter la prise d'image ainsi que la position de l'appareil et de l'objet. Une fois toutes les photos prises, les photos sont transférés dans l'ordinateur et l'algorithme est exécuté pour produire le fichier STL.

Le positionnement du plateau tournant et de l'appareil photo sera piloté par une carte Arduino qui réagira à une trame envoyée par l'ordinateur par une liaison série. Un retour d'information vers l'ordinateur enverra l'information que l'ensemble est immobile. La communication entre l'ordinateur et le smartphone se fera par Bluetooth et/ou par un cordon USB.

Le plateau tournant et sa motorisation, le support de l'appareil photo et ses actuateurs font l'objet d'une étude de projet en spécialité ITEC.

### 3.2 Répartition proposée



## 4 Liens utiles.

<https://alicevision.org/#meshroom>

<https://www.happy3d.fr/fr/>

<https://www.ademe.fr/encourager-reparation-via-lutilisation-limpression-3d-espaces-fabrication-numerique>

<https://www.youtube.com/watch?v=t2tWACbL5qM>