

# Photogrammétrie et muséologie

## Les Sèvres du musée de Rouen

■ Sébastien VAREA

*Nous présentons dans cet article les solutions techniques que la photogrammétrie et, plus généralement la modélisation 3D, peuvent apporter aux différentes missions qui incombent aux conservateurs de musée incarnés ici par Madame Christine Germain-Donnat, conservatrice du Musée de la Céramique de Rouen.*

*L'ensemble de ces missions sont regroupées dans le terme muséologie qui définit le devoir de conservation et se rapporte aux sciences et techniques qui concourent à la conservation du patrimoine, au classement et à la représentation des œuvres.*

*Ainsi nous nous sommes attachés à la modélisation des œuvres d'art et à la production d'outils d'études et d'informations les concernant.*

*Ce projet de fin d'études est original en ce sens qu'il propose une alternative très abordable aux méthodes d'acquisition basées sur l'utilisation de scanners 3D, onéreux, et qui se sont pas nécessairement adaptées aux besoins.*

### Contexte de l'étude

**Collections XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècle :**

**Les Sèvres du musée de Rouen**

Fournisseur attitré des Palais de la Nation, la Manufacture de Sèvres, relativement protégée par son statut officiel, dut faire face au XIX<sup>e</sup> siècle, à un vent de critiques violentes remettant en cause son fonctionnement voire même sa raison d'être. Pourvoyeuse de cadeaux diplomatiques, de services de table et d'ornements divers pour les différentes administrations, elle revendiquait pourtant un rôle de conseil et d'assistance technique auprès des fabricants français. Une profonde réforme mise en œuvre en 1892, réaffirma son rôle d'enseignement et sa mission éducatrice.

La politique d'envois de pièces anciennes ou contemporaines que Sèvres mena dès lors de manière systématique à destination des musées de province lui permit de montrer ses créations les plus récentes auprès d'un large public et de légitimer son existence.

Le musée de Rouen fut particulièrement bien doté grâce à différents envois, dont les plus importants datent de 1884, 1901 et 1934. Une centaine de pièces plus un ensemble de petits

bustes en biscuit attribué dès 1882 et 1883, forment aujourd'hui la collection des Sèvres du musée de la Céramique. Trois beaux ensembles illustrent, le dernier quart du XIX<sup>e</sup> siècle, la création autour de 1900 et la période entre-deux-guerres. Formes nouvelles empruntées à la nature, décors flammés, cristallisations... les Sèvres du musée de Rouen illustrent magnifiquement le renouveau céramique insufflé à la Manufacture par des directeurs tels que Albert Carrier-Belleuse ou Alexandre Sandier. Le vase des Saisons, parfait hommage à l'esprit du XVIII<sup>e</sup> siècle ou le vase Rulhmann, somptueux manifeste esthétique des années 30, témoignent assez de la créativité et de l'excentricité de Sèvres au tournant des deux siècles. Quant à l'œuvre d'Arthur Massoulé, intitulée Les Raisins, elle conjugue de manière spectaculaire sculpture et céramique.

### Problématique

*Conservées jusqu'alors en réserve, ces œuvres en porcelaine ou en grès n'ont jamais été montrées au public ni documentées.*

*Elles sont aujourd'hui mises à l'honneur dans deux nouvelles salles du musée de la Céramique.*

Installé dans un hôtel particulier du XVII<sup>e</sup> siècle, monument historique, le musée n'est que partiellement aménagé pour accueillir les personnes à mobilité réduite. Ces nouveaux espaces de présentation situés au second étage du musée sont malheureusement difficiles d'accès pour les personnes handicapées.

C'est pourquoi nous nous sommes appliqués à leur mise en valeur : une visite virtuelle des salles assortie d'une base de données concernant les œuvres les plus remarquables de la collection constitue à nos yeux, la meilleure réponse à ce problème. Une borne interactive sera installée au rez-de-chaussée du musée et aisément consultable par tous.

De plus la numérisation de ces œuvres nous a permis d'établir une documentation complète de chaque œuvre et a



Outils d'aide à la muséologie.

assuré la mise en place de nombreux outils d'étude tels que : la création de profils, l'aide à la gestion des espaces de stockage, la production de déroulés (mise à plat des décors) ou encore l'assistance à la projection muséographique (scénographie et mise en espace virtuelles).

## Photogrammétrie et modélisation

### ■ L'aspect qui nous intéresse dans cette section est la modélisation d'objets à partir d'images

Nous proposons une approche basée sur la photogrammétrie rapprochée multi-images associée à des techniques originales de repérage et d'orientation de sorte à reconstruire des objets 3D texturés proches de modèles réels.

### ■ Acquisition des données

#### Mode opératoire

Si aucune connaissance sur l'objet à modéliser n'est disponible, alors la production d'un modèle consiste à construire complètement ce modèle à partir des images de celui-ci. Ainsi passer d'images bidimensionnelles à un modèle tridimensionnel nécessite au moins deux images, la projection 3D-2D entraînant une perte d'informations.

L'objectif devient alors la réalisation de l'extraction de primitives depuis les images : les primitives sont ici les projections, dans les images, des éléments constituant le modèle à construire [FAU 93]. Ces primitives peuvent être des points, des segments ou des entités géométriques plus complexes (courbes, etc.).

Pour réaliser cette extraction de primitives, nous utilisons une technique proche de l'utilisation de cibles placées sur l'objet à modéliser, à la différence qu'ici un ensemble de points lumineux est projeté sur l'objet (nous respectons le principe de non contact avec les œuvres dans un souci de conservation). Il ne s'agit pas ici d'un processus basé sur l'utilisation de lumière structurée<sup>1</sup>. Nous proposons l'acquisition de données sur base passive.

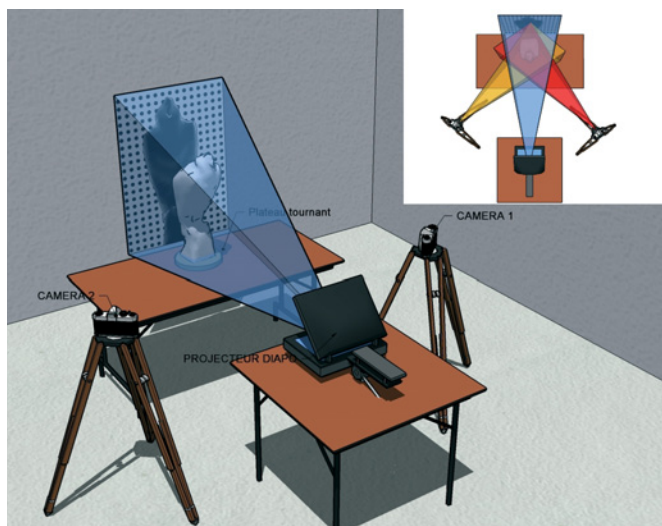


Schéma du dispositif de prise de vue.



#### Couples de photos convergentes issues de l'acquisition.

Notre méthode se base donc sur la stéréovision. Nous captions pour chaque position de l'objet un couple de photos convergentes.

Le processus de prise de vue comprend :

- Un plateau tournant composé d'un ensemble de points ronds noirs déterminés en coordonnées par rapport au centre de ce plateau ;
- Un projecteur de diapositives ;
- Deux diapositives créant un réseau de points lumineux ou sombres ;
- Une caméra munie d'un trépied (deux positions).

Cette technique offre une flexibilité à toute épreuve (simplicité de mise en œuvre et adaptabilité aisée) et un coût réduit.

#### Appariement des points homologues

Il réside un problème essentiel à résoudre : la mise en correspondance entre les deux images des points homologues. Cette méthode doit répondre à deux contraintes duales suivantes. Les deux caméras doivent être suffisamment éloignées l'une de l'autre. En effet, plus l'angle d'intersection augmente et plus la précision de reconstruction est importante. En revanche, dans ce cas, la similarité entre les points caractéristiques diminue et complique donc la phase de mise en correspondance. La configuration des deux caméras est donc un compromis entre le nombre de points caractéristiques à appairer et la précision finale de reconstruction.

Notre mot d'ordre étant de mettre au point une alternative peu coûteuse et de rendre la création de tels modèles rapide et efficace mais aussi sérieuse, nous proposons l'utilisation du logiciel Photomodeler pour simplifier cette mise en correspondance.

La projection de points permet l'extraction de points caractéristiques. Cette extraction est d'autant plus simplifiée que Photomodeler réalise la détection automatique de cibles (Automatic Target Marking).

(1) Ce système utilise la projection de mires codées sur un objet, ainsi en analysant le signal capté et par comparaison avec le signal original, il devient possible d'estimer la géométrie du modèle.[VAL 02]



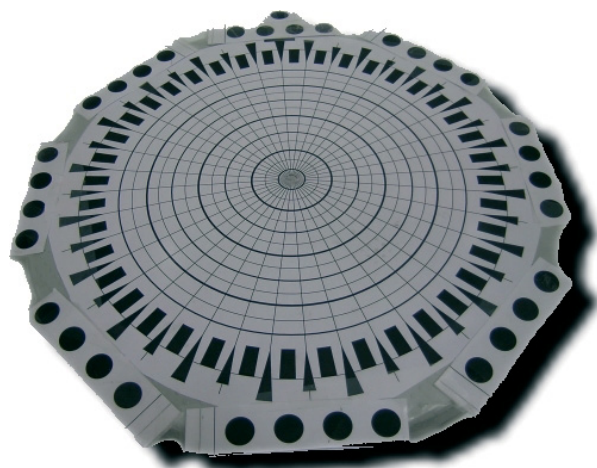
**Point photomodeler centré sur la tache et ellipse pour le marquage sub pixel.**

Cette option permet la création d'un point Photomodeler au centre d'une tache lumineuse ou sombre (dark/light targets). De plus il nous a été possible de réaliser un marquage Sub-pixel. Cet algorithme d'interpolation peut déterminer le centre d'une ellipse avec une précision en dessous du dixième de pixel. De fait, la mesure spatiale 3D obtenue par photogrammétrie est directement liée à cette interpolation sub-pixel. Ainsi la précision globale des mesures 3D peut être multipliée par deux si la détermination du centre des ellipses est réalisée avec une précision de 1/20 de pixel au lieu de 1/10 de pixel.

A la fin de cette étape chaque photo présente un nuage de points qui reste à appairer. De nouveau, l'utilisation d'une routine Photomodeler optimise cette étape. Cette optimisation concerne le temps d'appairage et le sécurise. En effet, un appairage manuel est long et soumis à des erreurs. Mais afin que Photomodeler soit capable de réaliser cette mise en correspondance automatique des points homologues, il faut que le couple de photos soit orienté (orientation relative et absolue). Nous proposons pour ce faire l'utilisation d'un plateau diviseur, de notre création, tournant, permettant le repérage dans l'espace et donc l'orientation des photos. Ce plateau diviseur nous est aussi utile lors de la capture de la carte des textures (voir plus loin dans l'article)

La couronne de points présente sur le plateau, nous permet de réaliser l'orientation des photos sans connaître de soucis quand à la détermination de points particuliers ; de plus, grâce à la mise au point d'un système de coordonnées, il devient possible de réaliser un contrôle quant à la qualité de cette orientation.

La fin de l'acquisition des données correspond à la production d'un nuage de points 3D décrivant l'objet à modéliser. La



**Plateau diviseur tournant utilisable pour l'orientation des photos.**



**Exemple d'œuvres ayant subi une acquisition par projection de points : Les Raisins (Massoule), Le Condor (Bachelet), et nuage de points produit.**



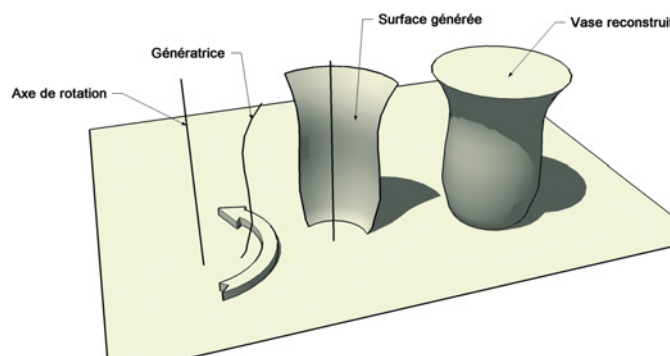
**Trois vases modélisés : Vase Gensoli, Vase Ruhlman, Vase du Creusot.**

méthode ici exposée a été éprouvée pour des objets tels que Le Condor de Bachelet, Les Raisins de Massoule qui présentent des formes sculpturales interdisant l'utilisation de surfaces mathématiques et rendant impossible une généralisation de leur forme.

Mais d'autres œuvres d'arts faisant l'objet de notre numérisation ont des formes particulières, notamment celles qui sont issues d'un procédé de fabrication sous rotation (Vases réalisés par tournage).

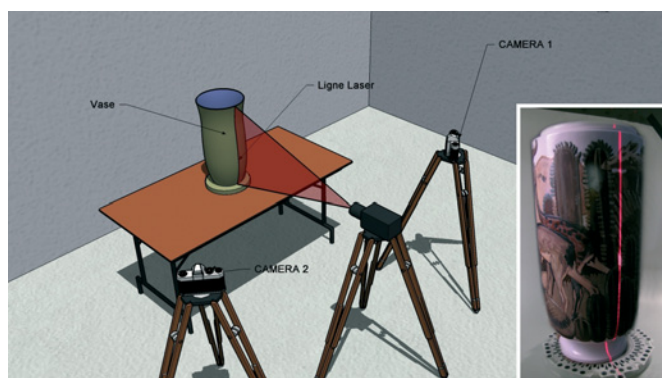
## Méthode d'acquisition propre aux vases

Nous établissons alors pour les vases un processus de reconstruction qui tient compte de leur caractéristique morphologique. Cette technique se base sur le dégagement d'un



**Technique proposée pour la reconstruction des vases.**





**Mode opératoire pour l'acquisition des vases.**

profil du vase (génératrice) et de sa généralisation autour de l'axe de rotation du vase.

Ainsi, et toujours dans un souci de conservation des œuvres, il nous faut extraire un profil caractéristique du vase. Ne pouvant agir directement sur le vase, nous proposons la projection d'une ligne laser (niveau laser calé et bullé) verticale matérialisant le profil voulu.

Puis, moyennant l'orientation d'un couple de photos de cette ligne, nous la restituons sous Photomodeler puis la généralisons autour de l'axe de rotation vertical du plateau (où nous avons bien entendu centré le vase auparavant).

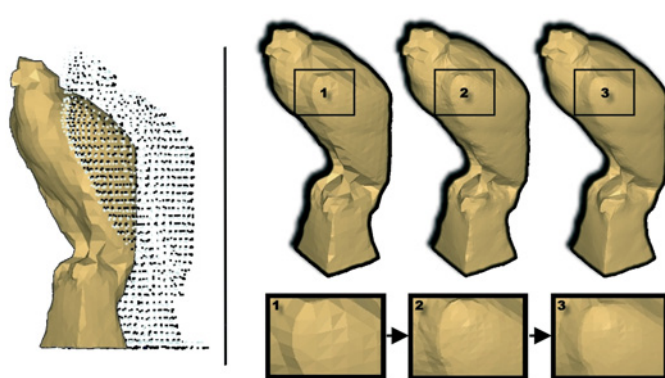
#### **Fin de la modélisation : création d'un modèle surfacique.**

Il s'agit ici de reconstruire un modèle à partir de l'ensemble des données acquises. Cette nouvelle étape précède le placage de texture jusqu'à l'obtention d'un modèle photo-réaliste. La reconstruction de la surface est réalisée par maillage fidèle aux points créés (interpolation). Cette méthode est très couramment utilisée. Elle consiste en la conception d'un maillage triangulé des primitives et en l'obtention de facettes triangulaires. Ce réseau peut être créé manuellement, cependant ce travail peut rapidement devenir fastidieux ! Il existe des logiciels orientés reverse engineering 3D<sup>2</sup> qui permettent la reconstruction de surfaces à partir de nuages de points [AME 98] [MOR 00].

Le logiciel que nous utilisons pour cette étape est 3DReshaper de la société TECHNODIGIT.

En utilisant notre technique, nous n'avons pas besoin de prétraitement des données (nettoyage) puisque tous les points sont supposés appartenir à la surface (à la différence des nuages de points issus des scan3D qui eux fournissent des données accompagnées de "bruit"). La méthode pour traiter ce problème est basée sur un algorithme en deux phases : une triangulation 3D de Delaunay (tétraèdres) est tout d'abord construite à partir du nuage de points, ensuite l'algorithme extrait une surface polygonale en sélectionnant les triangles adéquats de la triangulation 3D à partir de considérations géométriques et topologiques [BOI 02].

(2) Le reverse engineering est en fait la conception inverse, on part d'un produit existant, que l'on va numériser, afin de créer un fichier informatique.



**Modèle surfacique, lissage et densification du maillage.**

L'intérêt de ces algorithmes réside dans le fait que les données entrées ne sont pas détériorées par un ajustement. De plus, l'interpolation permet de densifier le maillage ou encore de l'alléger. Ainsi, une étape de lissage sans rétrécissement de la surface permet d'éliminer des erreurs produites par la procédure de triangulation, puis une étape d'optimisation est appliquée pour supprimer les sommets redondants. L'appréhension de l'ensemble de ces considérations a été simplifiée par l'utilisation du logiciel 3DReshaper.

Les modèles issus de cette nouvelle étape sont les modèles finaux en ce qui concerne la structure géométrique. Cependant, ils présentent toujours une carence en informations photométriques. Les modèles reconstruits sont maintenant prêts à subir l'application de texture.

#### **■ Rendu des textures**

Madame Christine Germain-Donnat a porté tout au long de cette étude une attention particulière quant à la numérisation des œuvres, éprouvant les techniques sur des formes diverses et de plus en plus complexes ou encore insistant sur des détails de modélisation tels que les têtes, les pieds ou encore les mains personnages sculptés.

Mais plus grandes étaient ses exigences concernant le rendu de la texture des différentes œuvres d'arts. En effet le rendu de texture donne une nouvelle dimension au modèle surfacique, le rendant plus similaire au modèle réel, plus abordable à la perception humaine et à l'entendement. Ces modèles texturés peuvent être aisément utilisés à la place des objets réels pour des études aussi bien géométriques que descriptives.

De tels modèles 3D texturés photoréalistes fournissent un grand nombre d'informations additionnelles pour les sujets de recherche à la condition bien sûr que l'application de texture soit réalisée avec précision. Toutes les informations photométriques reconstruites permettent de réaliser des mesures sur des points caractéristiques difficilement identifiables sur un modèle surfacique nu.

Ainsi des effets tels que des décors flammés (issus d'un mode de cuisson particulier : utilisation de sel) ou encore des créations de décors comme le pâte sur pâte (décor en relief) demandent une attention importante quand à leur rendu.

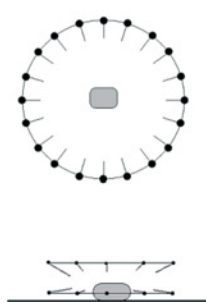
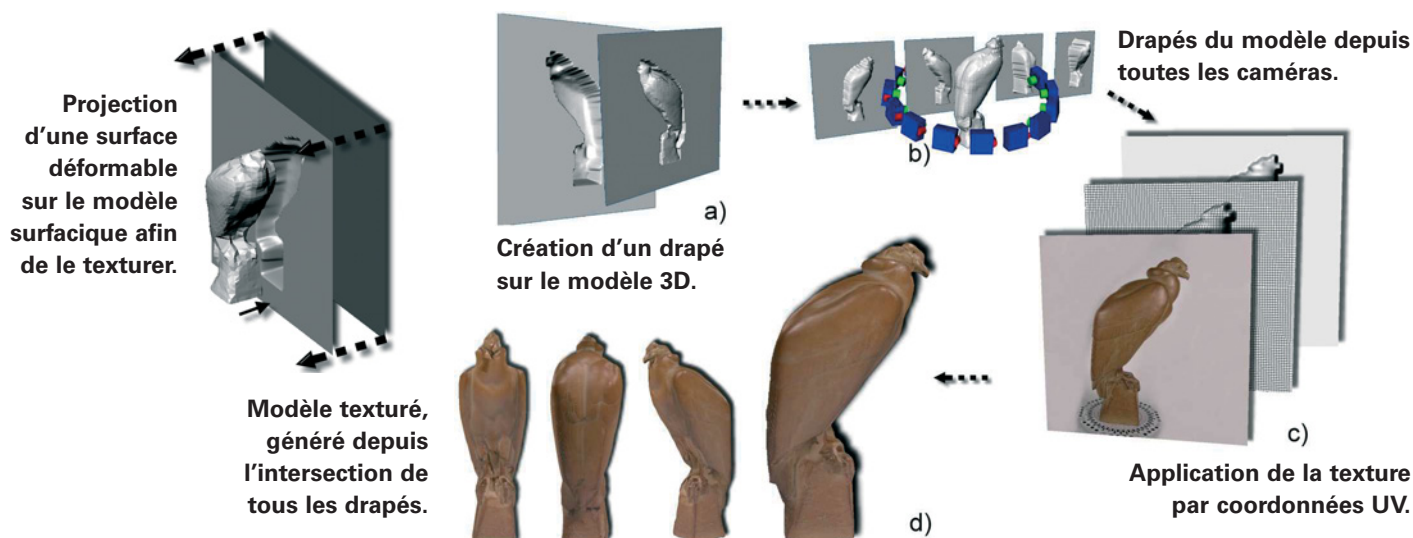


Schéma de prise de vue en anneaux [Eos systems, 03] et séquence d'acquisition pour le Condor de Bachelet.



## Acquisition de la texture

Nous avons établi afin d'acquérir correctement la carte des textures, un processus de prise de vue systématique de l'intégralité des modèles [HAR 00].

Les modèles 3D dépendent aussi de la nature des photos. Il est ainsi essentiel de réaliser une couverture complète des objets à modéliser. Une solution efficace pour réaliser cette couverture est une méthode en anneaux. Nous réutilisons pour l'occasion notre plateau diviseur. Notre méthode d'acquisition consiste donc en un plateau tournant et une caméra fixe. L'éclairage et la caméra étant fixes, la luminosité, le contraste ainsi que la netteté des prises de vues ont été optimisés.

La pièce de musée faisant l'objet d'une acquisition, est placée sur un plateau tournant et une séquence de photos est réalisée à angles fixés : typiquement tous les 18 degrés, ce qui nous donne une séquence de 20 photos.

A partir d'une telle séquence et des données déjà en notre possession (modèle surfacique et position des caméras de prise de vue), nous réalisons l'application de la texture par projection de surfaces déformables issues des points de prise de vue (technique de projection de drapés orientés). Cette technique est basée sur le caméra matching, qui consiste en la création de caméras virtuelles positionnées dans les mêmes conditions d'orientation que les caméras réelles ayant servi à la prise de photos.

Nous nous attelons ainsi au mappage du modèle surfacique depuis tous les points de prise de vue. Chaque drapé est alors texturé par sa photo correspondante et le modèle 3D texturé photoréaliste final provient de l'intersection de toutes les surfaces déformables. Cette dernière étape de rendu de texture achève la partie modélisation de notre étude, nous allons maintenant pouvoir analyser l'ensemble des outils et des apports que nous proposons à Madame Christine Germain-Donnat pour l'aider dans sa mission de conservation.

## Les apports de la photogrammétrie pour la muséologie

### Définition des besoins, des attentes et des réalisations

L'ensemble de nos apports ont été motivés par des constatations et des considérations concernant les tâches et les missions des conservateurs. Le climat de confiance et d'émulation entretenu avec madame Germain-Donnat nous a permis d'établir avec justesse et réactivité l'ensemble des besoins.

Ainsi nos contributions ont porté sur :

#### Une meilleure connaissance des collections

La collection XIX<sup>e</sup>/XX<sup>e</sup> siècle du musée de la Céramique est composée d'œuvres en porcelaine ou en grès envoyées par la manufacture de Sèvres entre la fin du XIX<sup>e</sup> et les années

1930. Ces œuvres n'ont jamais été documentées. La photogrammétrie a permis d'établir pour chaque pièce, une fiche signalétique comportant les mensurations du vase (hauteur, largeur, profondeur, diamètre de col, diamètre de base, profil) ainsi que son volume de stockage et donc les dimensions d'une caisse de transport.

Par ailleurs, certains vases comme le vase Rulmann ou le vase Gensoli aux "danseuses cambodgiennes", comportent un décor tournant sur toute leur surface. La réalisation de "déroulés" a permis de confronter pour la première fois de manière aussi précise et détaillée, le dessin préparatoire conçu par l'artiste au décor effectivement réalisé à Sèvres.

- **Une préfiguration muséographique**

Quatre-vingt nouvelles pièces environ seront présentées cet automne au public.

Les réserves du musée de la Céramique sont situées au 6<sup>e</sup> étage du bâtiment, sous les combles.

Les pièces ont été déplacées une fois pour la prise de photographies puis ont réintégré les réserves. Après avoir numérisé les œuvres les plus significatives de la collection ainsi que les deux futures salles d'exposition, la photogrammétrie a permis d'envisager sereinement différents types de présentation muséographiques sans avoir à déplacer à nouveau des pièces souvent lourdes (jusqu'à 100 kg) et fragiles ni faire appel à des manutentionnaires.

Les manipulations des objets ont été considérablement réduites. Il en résulte une plus grande sécurité pour les œuvres, une moindre pénibilité pour le conservateur, un gain de temps, et un gain d'argent (manutentionnaires).

Les difficultés consistant à imaginer l'œuvre dans l'espace, à envisager les circulations du public autour des vitrines ou d'œuvres sur socle ont pu être abordées grâce à ce procédé. L'éclairage, (problèmes de reflet, lumière du soleil), la couleur des salles ont également fait l'objet d'une réflexion anticipée grâce à cette technique.

- **Une visite virtuelle**

La réalisation d'une visite virtuelle des deux nouvelles salles, disponible sur DVD et consultable sur une borne au ré de chaussée du musée, rend la collection accessible au plus grand nombre. Le musée peut également s'exporter hors-murs, dans les centres de loisirs, les maisons de retraite par exemple, et offrir la vision la plus juste de ses collections.

- **La création d'une base de données en 3D**

La base de données en 3D permet à l'amateur comme au scientifique de considérer l'objet de la meilleure manière qui soit, du point de vue des dimensions, du volume, mais aussi de la texture. Le rendu des surfaces et reliefs a été soigné, de façon à donner de l'objet une vision parfaitement illusionniste. Outre le pedigree de l'œuvre, chaque fiche propose des détails et des informations complémentaires : dessin préparatoire, œuvres de comparaison, signature. Les images 3D de la base donnent à la céramique un aspect vivant voire ludique, propre à faciliter l'accès à la connaissance de l'amateur et enrichir la vision du scientifique.

## ■ **Détail sur la création des outils**

### **Des données physiques ...**

Concernant la meilleure connaissance des collections, les œuvres d'art sont des objets de formes compliquées. De plus les informations concernant leurs caractéristiques physiques ne sont que très rarement répertoriées et sont le plus souvent incomplètes ; dans le cadre de la campagne muséologique de cette nouvelle collection, la photogrammétrie s'est présentée comme l'alternative heureuse à une intervention manuelle sur tous les vases.

Du reste, les données extraites peuvent être de plusieurs types : géométriques (points, lignes, surfaces) mais aussi visuelles (photométrie).

La richesse des données physiques des objets numérisés a rasséréiné Madame Germain-Donnat (Conservatrice du Musée de la Céramique de Rouen) dans son choix de faire confiance à la photogrammétrie.

Les exploitations des données et des modèles fournis par photogrammétrie sont nombreuses :

- Les mensurations des œuvres sont disponibles affichant une précision au-delà des besoins des conservateurs (besoins millimétrique pour une précision d'acquisition sub-millimétrique).
- La surface et le volume des objets sont déterminés. Cela permet notamment l'obtention des dimensions de la caisse (boîte) permettant l'emménagement de l'objet. De ce volume, il devient donc possible la gestion et le calcul de l'espace de stockage nécessaire dans les réserves.
- Les recherches concernant l'origine et l'histoire des vases sont facilitées. En effet, les vases sont inventoriés et classés par formes. La génération de coupes transversales et longitudinales permet la création de profils types. Le vase est alors caractérisé.
- Une documentation complète des œuvres est réalisée : photos, mesures ; dynamisant et consolidant la conservation préventive.

### **Un peu d'aide concernant les préfigurations scénographiques...**

Pour apporter notre aide à la scénographie, nous nous basons sur l'utilisation de modèles virtuels en lieu et place des modèles réels.

Nous avons créé le mobilier nécessaire à notre préfiguration grâce au logiciel Photomodeler et nous réutilisons les modèles 3D créés. Le processus de modélisation s'appuie sur la même théorie que précédemment. Une préfiguration que nous présentons ici est la réalisation d'une scénographie concernant une vitrine. Nous permettons au conservateur de matérialiser plusieurs aménagements de la vitrine et d'imaginer plusieurs mises en couleurs. Pour placer les objets dans la vitrine, nous utilisons une application VRML. Une fois leur place déterminée, nous générons une image permettant d'archiver et de conserver le travail effectué. En utilisant cette technique, nous avons créé des espaces de circulation : réflexion sur le placement des œuvres imposantes.







Caractérisation du volume de stockage et de la caisse de transport, dégagement des profils caractéristiques, sections et coupes.

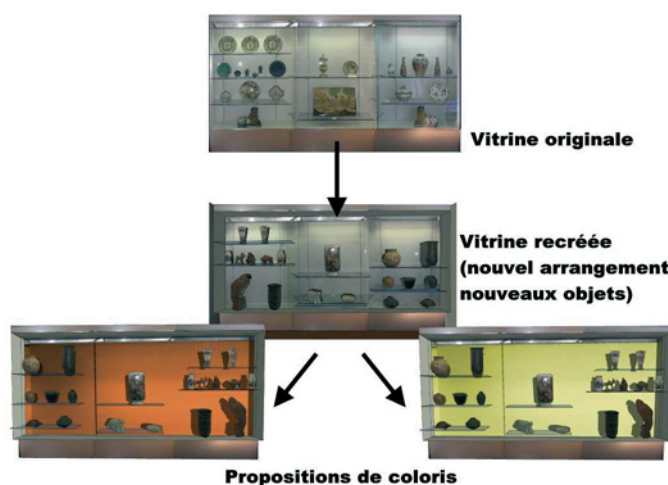
■ ■ ■ Nous avons permis au conservateur d'observer l'impact de la lumière du jour sur les vitrines ainsi que les éventuels reflets en fonction de l'heure de la journée (Figure 16 : Impacts des rayons du soleil sur les vitrines). Ces différents paradigmes sont réalisés grâce à la mise en coordonnées relatives des salles du musée par rapport au soleil et à la définition d'un jeu de lumières (système solaire).

## Concernant la base de données 3d...

Nous proposons une base de données 3D selon un modèle de type réseau (données fixes). La base a été créée par programmation HTML, et est consultable comme un site Web. Différents liens hypertextes permettent à l'utilisateur de réaliser sa recherche. Nous proposons ainsi plusieurs modes de consultation : accès aux fiches des objets par classement thématique (Artiste, date, couleur ...), par visionnage de l'ensemble des miniatures ou par visite guidée (proposition de la découverte d'un artiste ou d'une oeuvre). Les fiches des objets sont toutes créées selon un gabarit type et sont éditables. De plus il est possible d'y ajouter de nouveaux objets. La valeur ajoutée de notre base réside en la présence d'une fenêtre VRML permettant la consultation du modèle 3D de l'oeuvre, l'affichage des profils créés et l'accès à des outils d'études tels que les déroulés des décors filant (mise à plat des décors).

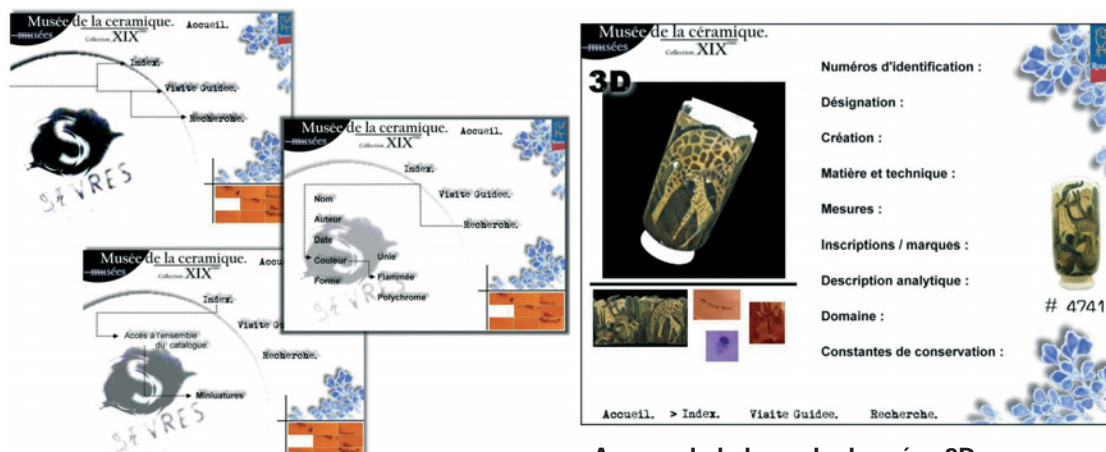
## Production de déroulés

Les déroulés sont les surfaces mises à plat des vases. Afin de les créer, nous tirons parti de notre méthode d'acquisition et



## Mise en espace d'une vitrine (position des objets et travail sur les couleurs).

de modélisation. Nous rappelons que la méthode d'acquisition consiste en la prise de vingt photos autour de l'objet et en la création de la surface du vase. Ainsi le vase, c'est à dire sa surface, se trouve décomposé en vingt sections. Nous calculons alors vingt orthophotos. Chaque orthophoto est composée d'une partie centrale propre à elle et de deux parties latérales réalisant la jonction avec la photo précédente et la photo suivante. Puis le déroulé est créé en accolant toutes les orthophotos extraites les unes aux autres à l'aide d'un logiciel de retouche d'images.



Aperçu de la base de données 3D.



Le vase Rulhman, son dessin préparatoire, et son déroulé

Cette production de déroulé permet au visiteur comme au scientifique d'appréhender le décor dans son ensemble, en effet le plus souvent les vases sont présentés en vitrine et ne permettent pas l'observation de tout le décor.

## Conclusion

Notre étude devait s'atteler à montrer quels pouvaient être les apports de la photogrammétrie et plus largement ceux de la modélisation 3D à la muséologie, en particulier sur leurs capacités à générer des modèles 3D photoréalistes et à proposer des outils d'aide au travail des conservateurs.

Ainsi nous avons présenté une approche de la modélisation 3D se basant sur la photogrammétrie rapprochée et utilisant deux procédés : projection de cibles lumineuses, extraction de primitives dans le but d'une généralisation. L'extraction des primitives a été simplifiée par l'utilisation du logiciel Photomodeler. Et nous avons proposé une solution originale pour le placage des textures (Drapés).

Puis, nous nous sommes axés sur la valorisation de l'ensemble de ces modèles 3D, afin de proposer des solutions techniques pour la conservation préventive, la scénographie, la gestion des collections et le partage de données.

Ainsi, nous pouvons affirmer que la photogrammétrie rapprochée a su être efficace et satisfaisante mais aussi bon marché pour l'acquisition des données. En effet, il nous faut comparer cette technique avec l'utilisation de scanners 3D par exemple. Ces nouveaux produits (Leica HDS, Trimble GS Mensi) sont onéreux à l'achat mais ils présentent de très bons résultats concernant l'acquisition (précision, densité).

Dans notre cas, l'utilisation d'un tel matériel n'était pas envisageable, d'autant plus que ces appareils ne fournissent pas de modèles surfaciques mais un nuage de points. Ce dernier doit encore subir les mêmes traitements que nous avons décrits.

Finalement, notre approche de la numérisation 3D a été testée sur quatre-vingt œuvres d'art et a permis la création de profils (caractérisation des œuvres), la mise en ligne d'une visite virtuelle, la réalisation d'une base de données 3D de la collection ou encore la production de déroulés et la reconstruction de pièces

manquantes. Nous pouvons dire que ce projet n'en est qu'à ses balbutiements vue l'ampleur de la mission de conservation. ●

## Références

- [AME 98] Amenta N., Bern M., Kamvysselis M., [1998], *A New Voronoi-Based Surface Reconstruction Algorithm*, ACM Computer Graphics (Proceedings SIGGRAPH), p. 415-421.
- [BOI 02] Boissonnat J.D., Cazals F., [2002], *Smooth Surface Reconstruction via Natural Neighbour Interpolation of Distance Functions*, Computational Geometry - Theory and Application, 22(1).
- [Eos systems, 03] Eos systems, Inc., [2003], *Photomodeler Pro User's Manual*, Version 5, Vancouver, B.C., Canada.
- [FAU 93] O. Faugeras, [1993], *Three dimensional computer vision : a geometric viewpoint*, MIT press.
- [HAR 00] Hartley R., Zisserman A., [2000], *Multiple View Geometry in Computer Vision*, Cambridge University Press, juin 2000.
- [MOR 00] Morris D., Kanade T., [2000], *Image-Consistent Surface Triangulation*, Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Hilton Head Island, South Carolina, USA.

## Contact

Sébastien VAREA  
ttvarea@yahoo.fr

## ABSTRACT

*This paper reports an approach based on multi images photogrammetry for 3D Modeling and reshaping and proposes original technique for orientation and target location. We apply this new technique for preventive conservation and muséology. Our 3D modeling approach has been extensively tested with nearly 80 objets. We also propose to help curator's works with the creation of a 3D Data Bas, a virtual visit and study tools (unrolled).*