



CeROArt

Numéro 1 (2007)

Objets d'art, œuvres d'art

Bernard Tilken

Quand Patrimoine et haute-technologie se rencontrent...

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.



Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le CLEO, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Bernard Tilken, « Quand Patrimoine et haute-technologie se rencontrent... », *CeROArt* [En ligne], 1 | 2007, mis en ligne le 06 août 2008. URL : <http://ceroart.revues.org/index273.html>

DOI : en cours d'attribution

Éditeur : CeROArt asbl

<http://ceroart.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne à l'adresse suivante : <http://ceroart.revues.org/index273.html>

Document généré automatiquement le 02 octobre 2009.

© Tous droits réservés

Bernard Tilkens

Quand Patrimoine et haute-technologie se rencontrent...

- 1 L'archéologie et l'histoire de l'art sont des domaines continuellement confrontés au problème du relevé des objets de leurs études. La conservation et la restauration des œuvres d'art sont à la recherche de moyens pour caractériser l'œuvre dans son état de conservation, sa composition (matériaux, pigments, ...), ses défauts ou leur évolution, ... afin de pouvoir respecter l'œuvre originale, voire la démarche de création de l'auteur, et la transmettre fidèlement à travers le temps.

1. Introduction

- 2 L'archéologie, dans son processus de mise au jour des vestiges du passé, est, par définition, destructrice ; elle est toujours contrainte de détruire le contenant de l'objet qu'elle vise à dégager, sans compter que le contenu ainsi dévoilé est alors soumis à de nouvelles agressions du milieu ambiant, qui risquent dans bien des cas de l'endommager irrémédiablement et ce, sur une période relativement courte. De ce fait, l'archéologie est continuellement confrontée au problème du relevé rapide des objets de son étude.
- 3 Ces relevés ont principalement deux buts: la création d'un format d'enregistrement permettant de publier de la manière la plus fidèle possible l'objet envisagé; et la conservation de celui-ci. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la photographie et le relevé topographique ne permettent pas de remplir idéalement ces deux objectifs car elle ne privilégie toujours qu'un seul plan de vue, réduisant le volume des objets à une image en deux dimensions. Elle introduit presque toujours des déformations (notamment optiques), ne permet pas de notation interprétative ou facilitant sa lecture, et, enfin, les résultats de la photographie traditionnelle s'altèrent avec le temps (pellicule argentique, diapositive et tirage papier). De plus, des analyses métrologiques détaillées sont généralement impossibles à réaliser. On recourt donc habituellement à différentes techniques de dessin au trait plus ou moins fidèles, mais qui ont toutes en commun une faible souplesse dans leur gestion et leur mise en œuvre, ainsi qu'une dépendance inévitable vis-à-vis de la subjectivité de lecture et de rendu d'un opérateur humain.
- 4 De plus, ces opérations de relevés graphiques sont, pour respecter une objectivité minimum, extrêmement lentes, ce qui entraîne souvent une véritable course contre le temps et les dégradations qu'il occasionne aux monuments historiques mis au jour et exposés à la pollution moderne (pollution physico-chimique, pollution touristique, ...). Cette dégradation est représentée sur l'exemple concret suivant.

Elément du temple d'Amenhotep II photographié en 1939



Elément du temple d'Amenhotep II photographié en 1985.



2. Du projet à la société...

- 5 C'est en 1999 que le problème est posé, lors d'une rencontre entre le Dr. Yvon Renotte, responsable et fondateur du laboratoire d'holographie de l'Université de Liège (HOLOLAB) et le Dr. Dimitri Laboury, Égyptologue et Chercheur FNRS. Ce dernier est à la recherche d'une méthode optique efficace pour réaliser le relevé sur site des bas reliefs du mur d'enceinte du temple principal du site de Karnak (Egypte) dont l'université a la concession.
- 6 Après deux ans d'études préliminaires qui ont permis d'évaluer les différentes méthodes existantes, l'équipe de physiciens propose les concepts d'un dispositif innovant, capable de répondre aux différentes contraintes posées par les archéologues.
- 7 Un projet de recherche appliqué de la Région Wallonne (FIRST spin-off de la DGTRE¹ est obtenu conjointement par le Centre Européen d'Archéométrie et HOLOLAB et permet le développement de ce système.
- 8 Fin 2003, alors que le prototype de laboratoire est déjà bien avancé, un dépôt de brevet est réalisé. La société DEIOS s.a. est créée en mars 2004, quelques mois avant une première campagne de mesure au British Museum (août 2004). Les excellents résultats obtenus au cours de cette campagne ont permis de valider complètement le prototype. DEIOS se lance alors dans l'industrialisation du dispositif.

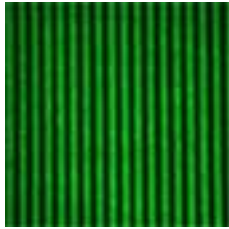
- 9 Depuis fin 2005, DEIOS multiplie les contacts commerciaux et élargit progressivement ses domaines d'activités en proposant ses services et ses produits aux secteurs industriels et médicaux.

3. Description du produit actuel ; IFP 1

a) Principe

- 10 Le système IFP1 développé par la société DEIOS² permet de réaliser des mesures optiques, tridimensionnelles, de formes et de volumes, basées sur le principe de la «projection de lumière structurée». Une trame de lumière Laser, produite par un procédé interférentiel (Figure 1), est projetée sur l'objet à étudier (Figure 2).

Fig.1 ; Trame résultant de l'interférence laser



- 11 Elle est caractérisée par une variation sinusoïdale monotone de l'éclairement, de telle sorte qu'une phase, représentant l'argument de cette fonction, peut être associée à chaque rayon projeté. La linéarité et la périodicité des franges sont altérées par le relief de l'objet (Figure 2).

Fig. 2 ; Trame déformée par le relief de l'objet

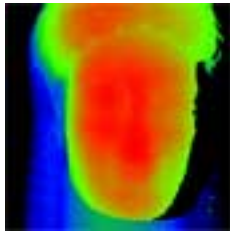


- 12 Une caméra CCD, munie d'un filtre fréquentiel adapté à la longueur d'onde du laser, recueille quatre images de cette trame déformée. Entre chaque acquisition, la trame subit une translation d'un quart de période. L'analyse comparative de la luminosité de chaque pixel entre les différentes images fournit, en chaque point du champ mesuré, une mesure indépendante du déphasage de la sinusoïde (Figure 3).

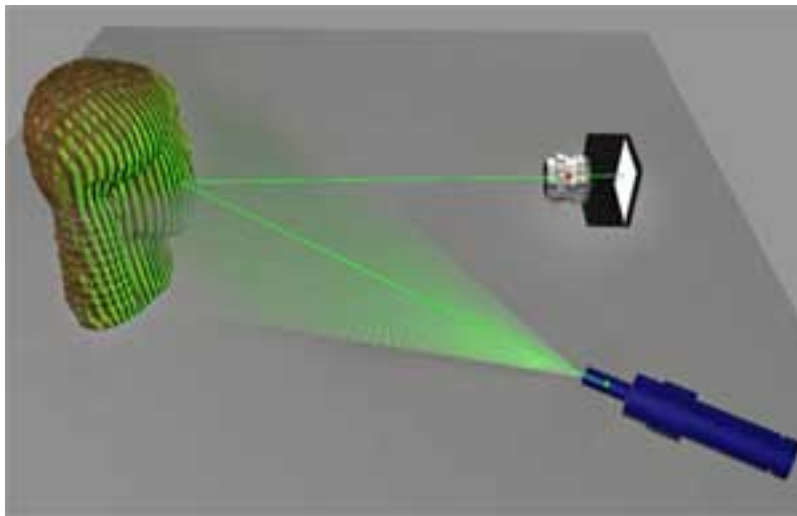
Fig. 3 ; Carte des déphasages



- 13 Ce déphasage, associé à la déformation de la trame, permet de quantifier la distance « z » de chaque point par rapport à un plan de référence perpendiculaire à l'axe optique de la caméra (figure 4).

Fig.4 ; Carte des distances

- 14 Les coordonnées x et y du point en question sont calculées sur base du facteur de grandissement de l'objectif utilisé. Enfin, une fois le nuage de points (x,y,z) obtenu, il peut être exploité afin de réaliser des rendus 3D ; images fixes (Figure 5), des animations. Cela peut donner lieu également à des intégrations dans des visites virtuelles où l'utilisateur choisit, lui-même, son parcours en temps réel.

Figure 5 ; Rendu 3D des résultats**Schéma de synthèse du principe de relevé 3D sans contact par DEIOS s.a**

Exploitant une technologie brevetée, cette installation répond à une série d'aspects qui sont rarement rencontrés par d'autres dispositifs. En voici quelques uns :

- La lumière laser, monochromatique permet d'effectuer des mesures dans un environnement à forte luminosité ambiante. Ceci permet un travail sur site, même ensoleillé. La concurrence est toujours limitée à un éclairage ambiant de 350 à 500 lux (ambiance de laboratoire dans la pénombre ou d'un bureau peu éclairé) alors qu'une journée ensoleillée en été, au niveau de la Belgique, correspond à 10.000 lux.
- Notre système est également insensible aux éventuels reflets directs sur l'objet. Cette première nous permet de travailler aussi sur des objets métalliques, en porcelaine ou en céramique contrairement aux autres systèmes.
- Une bonne précision est obtenue (de 0.05 mm à 0.5 mm par prise de vue) permettant ainsi une analyse fine du relief ou de ses variations.

- Le système permet d'obtenir une information chromatique associée à chaque point de l'objet (acquisition d'une image couleur supplémentaire) qui complète le relevé tridimensionnel en lui adjoignant sa texture réelle (Figure 5).
- La manière de produire la trame laser nous offre une liberté de positionnement de l'appareil vis-à-vis de l'objet, dans une gamme comprise entre 15 cm et 3 m selon les conditions. Outre la grande souplesse d'utilisation, cela permet d'étudier une grande variété d'objets, de tailles diverses tout en conservant une excellente précision.
- Le processus de numérisation développé permet aussi une digitalisation réellement sans contact. En effet, bon nombre de systèmes, même optiques, doivent utiliser des repères (gommettes) placés sur l'objet quand ce dernier est de grande taille ou quand il doit être numérisé sous tous ses angles. Il est évident que cette méthodologie est rejetée lorsqu'on travaille sur des œuvres d'art, par nature, fragiles.
- Enfin, aucune calibration n'est nécessaire lors de la mise en place, sur site, de l'installation. Outre un gain de temps important pour être opérationnel, cela assure la qualité des résultats dès la première acquisition, sans nécessiter des ajustements de la part de l'utilisateur.

b) Mise en oeuvre

- 15 Le dispositif IFP1 comporte plusieurs éléments distincts. L'appareil de mesure proprement dit est constitué d'un bloc de projection et d'une caméra, réunis par une embase. L'ensemble prend place sur un pied photo traditionnel. Cet appareil est accompagné d'une valise d'alimentation, faisant office d'interface entre l'ordinateur portable et le système de mesure. Une seconde valise, de transport, dans laquelle prennent place les différents éléments complète le dispositif, termine le dispositif.

Le dispositif avant et après montage



4. Quelques réalisations en images

a) Conservation et analyses scientifiques

Tête d'Aménophis II

- 16 Dans cet exemple, plusieurs prises de vue permettent d'obtenir un objet visualisable à 360°. Une copie numérique, conforme à l'originale, est obtenue. Elle peut alors être visualisée, analysée partout dans le monde, sans prendre le moindre risque pour l'original.

Relevé 3D d'une tête de Aménophis II (Louvre). Différentes prises de vue sont nécessaires (gauche) et fusionnée pour donner un seul objet 3D (droite)



La texture réelle est alors ajoutée.



Bas-relief issu de la tombe de Rahotep (British Museum)

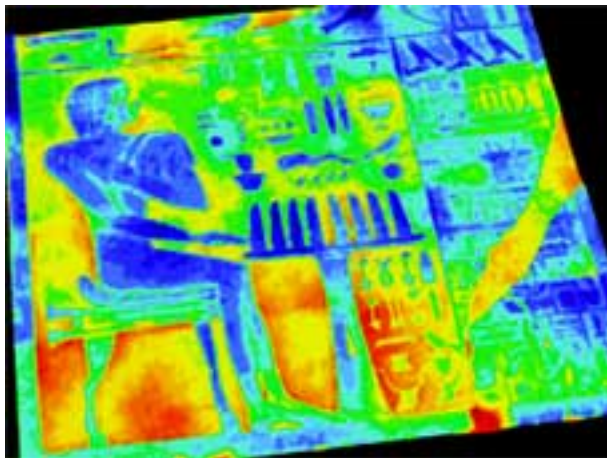
Photographie du bas-relief



Relevé 3D réalisé par DEIOS (Août 2004 au British Museum)

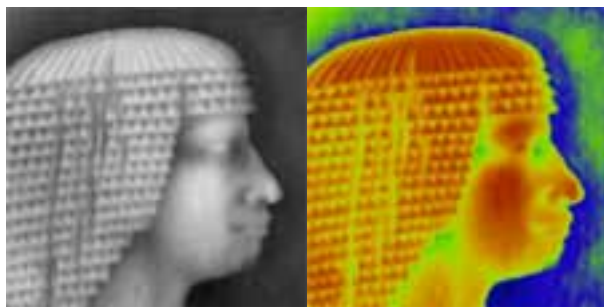


Représentation, en fausses couleurs, de la profondeur de gravure (rouge ; loin de l'observateur ; bleu ; proche de l'observateur)



- 17 Le résultat du bas-relief ci-dessus (114.3 cm x 83.8 cm) a été obtenu au travers de la vitre de protection placée devant l'œuvre. Il se trouve dans une salle éclairée à la fois par de la lumière artificielle et de la lumière solaire, au travers d'une verrière. Ces conditions décrivent à elles seules les contraintes que nous devons respecter.
- 18 Lors de l'analyse métrologique, un détail intéressant apparaît. Si l'on se concentre sur la tête du Prince Rahotep, on s'aperçoit que le bas relief est particulièrement gravé autour du visage par rapport au fond général. Ceci se voit particulièrement bien sur l'image en fausses couleurs ci-dessous. La couleur bleue traduit une gravure plus marquée par rapport au fond (couleur verte).
- 19 Cette caractéristique est intentionnelle et imperceptible à l'œil (quelques dixièmes de millimètre d'écart entre les deux niveaux de profondeur) mais a pour effet de générer une auréole lumineuse autour du visage du Prince pour l'observateur (la lumière est en effet réfléchi différemment). Cela permet aussi d'éviter au sculpteur de travailler l'ensemble de l'œuvre pour produire un fond plan.

Détails du visage ; les parties profondes sont en bleu, celles sortantes en rouge.



Bas/Moyen/Haut reliefs extérieurs (Cathédrale de Tournai)

- 20 Ce travail a été réalisé pour la DGATLP (Région Wallonne). Le but était de démontrer la faisabilité et la complémentarité entre deux techniques ; la photogrammétrie (permettant de modéliser l'ensemble de la cathédrale) et notre système (permettant de relever les détails). Ces deux résultats sont par la suite rassemblés dans un même modèle en 3D.

Différents résultats (bas, moyen et haut reliefs) obtenus en extérieur, en plein soleil, sur la statuaire de la Cathédrale de Tournai



Pièces mérovingiennes

- 21 Des pièces mérovingiennes ont été trouvées lors de fouilles opérées par la DGATLP. Une d'elles nous a été confiée et nous a permis de montrer les possibilités de la technique de numérisation 3D sur des pièces de petites tailles (2 cm de diamètre), avec un faible relief (quelques millimètres) et de surcroît métalliques et donc réfléchissantes.
- 22 Les deux illustrations du bas présentent les deux faces photographiées de la pièce. Les deux illustrations supérieures présentent elles les rendus 3D, sans ajout de texture (photographie). Il ne s'agit que de la forme géométrique pure.
- 23 On constate que bon nombre de détails sont repris sur le rendu, avec une finesse, voire une lisibilité importante. Certains détails sont estompés ou manquants ; cela résulte bien souvent de détails de couleurs ou des effets d'ombrage qui rendent lisibles des informations qui ne sont pas dues au relief lui-même.

Pièces de monnaies mérovingiennes (photographie en bas) et relevé 3D (en haut).*Analyse de traces d'outils – Charpente de la cathédrale St Paul de Liège*

- 24 Bien au-delà de la numérisation à des fins uniquement de conservation digitale, des analyses scientifiques, des études métrologiques permettent la vérification et/ou la compréhension de certaines hypothèses de recherche.
- 25 La première démarche en ce sens a été réalisée avec le Centre Européen d'Archéométrie afin de détecter et caractériser les traces d'outils sur des poutres en bois.

Illustration 1 ; photographie d'un morceau de bois de charpente

- 26 L'illustration ci-dessus (illustration 1) est la photographie (classique) d'un morceau de poutre. Les nervures, les détails du bois apparaissent mais peu de structures sont identifiables aisément. Ceci s'explique par le fait que l'œil humain est particulièrement sensible aux effets de textures, de couleur. Ceux-ci sont des sources d'informations dans bon nombre de cas, mais sont aussi des sources de « bruit » quand on cherche à détecter des détails fins ou uniquement liés au relief. C'est le cas ici.
- 27 Sur l'illustration suivante (illustration 2), nous ne représentons que le relief (en niveau de gris). Il n'y a plus aucune information issue de la couleur ou de la texture du bois. Selon le niveau de gris (noir étant les zones profondes, blanc les zones sortantes), il est plus aisé de se représenter les coups, les dénivellations dans le bois.

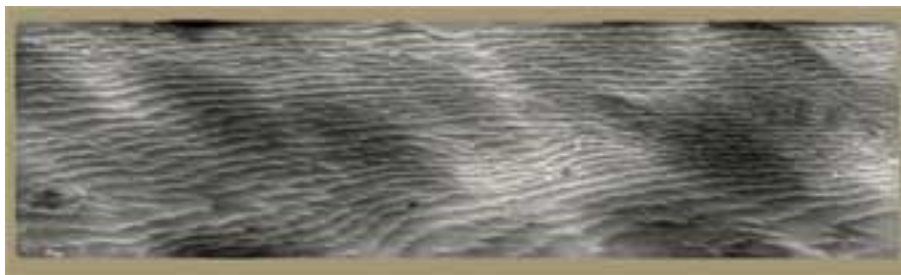
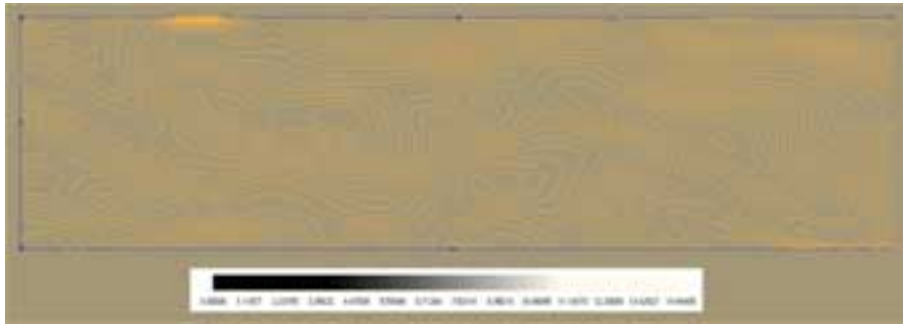
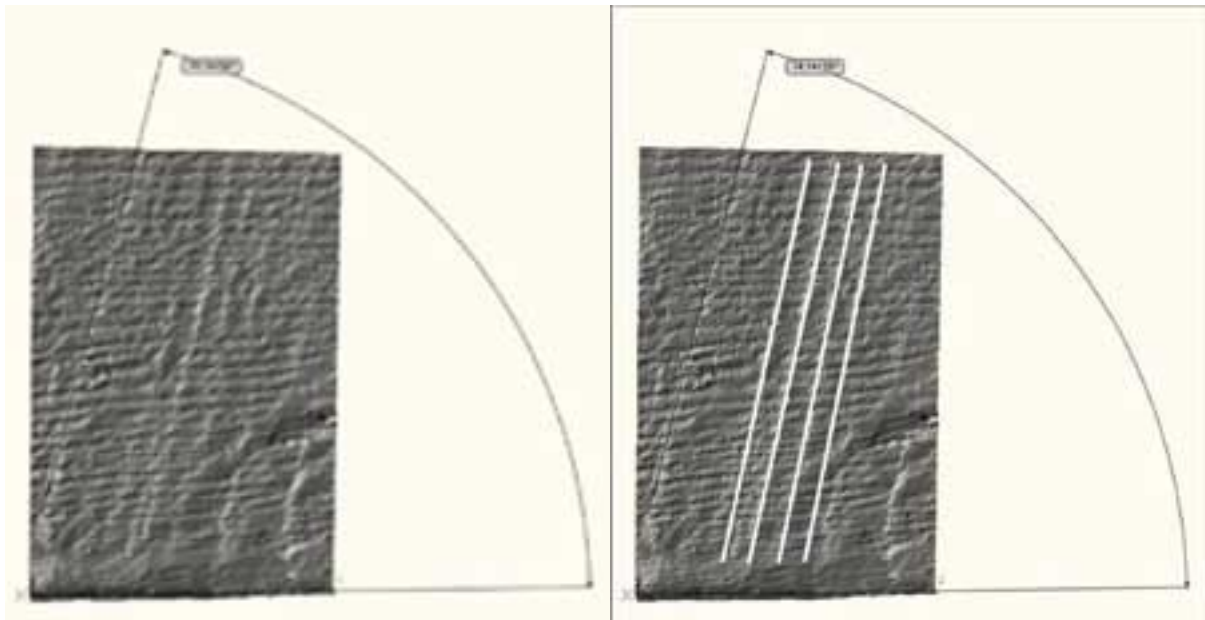
Illustration 2 ; représentation du relief en niveaux de gris

Illustration 3 ; représentation du relief en courbes de niveau



- 28 La représentation du relief peut également être réalisée sous forme de courbes de niveau (illustration 3) telle une carte d'état major. Sur un autre échantillon du même type, nous avons cherché à identifier et caractériser les traces d'outils, de scie dans ce cas-ci.
- 29 Sur l'illustration suivante, nous avons représenté le relief en niveaux de gris. Les traces d'outils apparaissent plus clairement.

Métriologie sur les résultats 3D obtenus



- 30 Sur ces résultats, on peut analyser deux paramètres ;
- 31 - l'angle que fait la ligne de découpe, les traces, avec le bord de la poutre, soit 74.14° - la répétition de ces traces afin d'évaluer leur fréquence
- 32 De ces informations, on peut alors extraire différentes pistes quant à la méthodologie de la découpe ; outils utilisés, variante d'outils employée, position de l'artisan lors du travail, ... Nous avons ensuite réalisé des études analogues sur des renforts métalliques dans la charpente de la cathédrale St Paul.

Travail sur site dans la charpente de la cathédrale St Paul (Liège)



- 33 Les résultats ont été présentés dans le cadre du colloque organisé par le Centre Européen d'Archéométrie (« Les toits de l'Europe – Mise en oeuvre d'une méthodologie partagée pour l'étude, la conservation et la mise en valeur des toitures historiques » 16-22 avril 2007) et ont été intégrés dans une modélisation 3D, avec visite virtuelle de toute la charpente comme le représente les illustrations suivantes.

Modélisation 3D de toute la charpente de la cathédrale (gauche), relevés 3D (droite).



- 34 Ces résultats ont montré que différentes techniques de production métallurgique avaient existé sur l'ensemble du chantier. L'objectif avoué est de les mettre en relation avec les différentes époques de construction au travers de la datation effectuée par dendrochronologie sur la charpente.

Bâton d'Ishango (Musées d'Afrique Centrale de Tervuren)

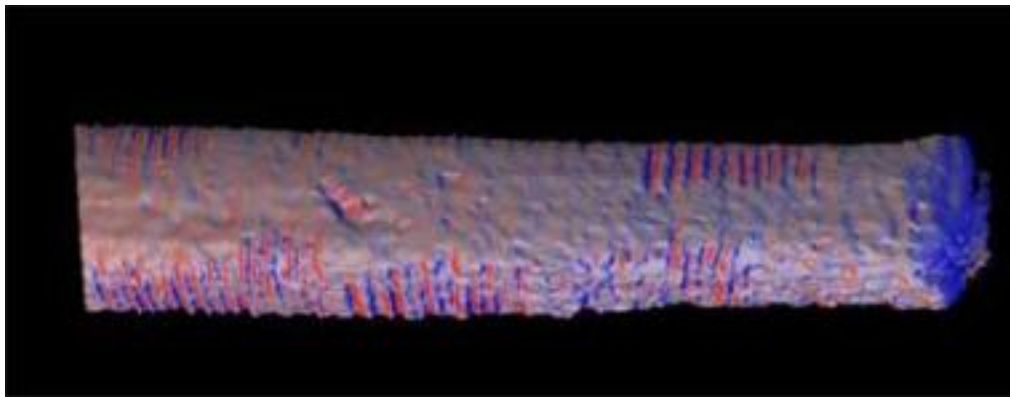
- 35 Le bâton d'Ishango est une pièce d'environ 15-20 cm de long. Il serait la première représentation, le premier ancêtre de la calculatrice moderne. Ce bâton servait d'aide au calcul au travers des entailles qu'il comporte, un peu comme un boulier.
- 36 Pour vérifier cette hypothèse, l'idée suivie était de repérer les entailles, très fines et d'analyser leur périodicité. Le but était de démontrer une régularité dans ces traces, démontrant ainsi l'intentionnalité et la fonctionnalité comme outil.

Illustration 1 ; relevé 3D des deux faces du bâton et recollage de la photo sur l'objet 3D obtenu



- 37 Sur la seconde illustration, nous avons représenté uniquement les résultats 3D obtenus en ajoutant une échelle de couleurs en fonction des courbures de l'objet. Les courbures colorées en bleu permettent d'identifier aisément les entailles et d'en voir la succession régulière. Des analyses plus fines ont permis d'abonder dans le sens de l'hypothèse en quantifiant la profondeur et la fréquence de ces entailles. Elles ne sont en effet pas réalisées ou distribuées au hasard.

Illustration 2 ; mise en évidence des entailles via la mesure des rayons de courbure.



- 38 Tous ces exemples ont pour but d'illustrer la diversité des applications possibles au travers du relevé 3D. Nous pourrions encore évoquer l'analyse de peinture, la création de carte d'identité numérique pour les œuvres d'art, la mesure d'usure, de déformation de toiles ou de supports en bois, ...

b) Les perspectives développées par Deios

- 39 Deios n'arrête pas sa démarche avec cet outil. En effet, d'autres systèmes, complémentaires au relevé 3D, sont à l'étude actuellement ; la colorimétrie de terrain (l'analyse multispectrale) et la détection des défauts (la shearographie).
- 40 Seule l'analyse multispectrale sera évoquée ici afin à la fois de rester cohérent dans le type d'outil employé mais aussi de ne pas multiplier les concepts techniques ou les gammes de mesure.

- 41 L'analyse multispectrale est un complément de premier plan au relevé 3D. Il s'agit d'un module qui s'adapte au système IFP 1, au niveau de la caméra, comme le montre la figure suivante.

Système de relevé 3D accompagné du module d'analyse multispectrale (boîtier bleu) et d'un système d'éclairage.



- 42 Ce développement est réalisé dans le cadre d'un projet de la Politique Scientifique fédérale réunissant, entre autres, les Musées Royaux du Cinquantenaire, de Tervuren et des Sciences Naturelles.
- 43 Combiné à un système d'éclairage permettant de disposer d'une source lumineuse blanche, le système permet d'obtenir une analyse spectrale pour chaque point de l'image (3D ou classique) ; chaque point l'image ou pixel est donc caractérisé par un spectre allant de 400 à 720 nm (spectre visible) avec une résolution de 10 nm.
- 44 Cette analyse permet de caractériser les couleurs bien plus précisément que le format RGB (Red-Green-Blue) utilisé en informatique. Il permet de créer, d'identifier et de reconnaître des signatures basées sur la couleur de parties d'objet.
- 45 Cette caractérisation est insensible aux problèmes éventuels de manque de luminosité. En effet, en temps normal, une zone plus sombre pourrait paraître, par son code RGB, identique à une autre plus claire alors que les couleurs sont différentes.
- 46 Deux couleurs peuvent avoir le même code RGB sans pour autant avoir la même signature spectrale. Par l'analyse multispectrale, elles seront différenciées.

c) Une approche complémentaire ; la valorisation économique

- 47 En plus de la digitalisation des œuvres d'art, différents moyens de valoriser les résultats obtenus sont possible, tant pour la diffusion (multimédia, internet, bornes interactives, ...) que économique par la production de produits dérivés (copies conformes à l'originale, dans toutes les tailles souhaitées).
- 48 Cette possibilité permet aux musées de générer des rentrées financières importantes (la vente de copies d'œuvres représente 50 % du chiffre d'affaires du Musée du Louvre).
- 49 Une chaîne complète, allant de la digitalisation 3D à la reproduction de très haute qualité a été mise sur pied et validée tant technologiquement qu'artistiquement (par différents musées).
- 50 Toutes les sociétés ou compétences existent en Région Wallonne et sont associées actuellement pour favoriser ce type de valorisation.

Reproductions 3D, visite et musées virtuels ou gravure dans des cubes de verre mais aussi films multimédias et images de synthèse sont quelques exemples des possibilités dorénavant accessibles.



5. Conclusion

- 51 Les exemples illustrés dans cet article ont été choisis afin d'illustrer la diversité, l'étendue
des applications possibles, des œuvres pouvant être numérisées ou analysées mais aussi des
conditions de travail rencontrées.
- 52 L'objectif de cette présentation était de montrer que la technologie moderne peut être un
appoint important dans les méthodes de conservation et de restauration des œuvres d'art,
ouvrant de nouvelles perspectives quant à la compréhension d'une œuvre et de ses mécanismes
d'altération, quant à sa diffusion au grand public ou son analyse historique.
- 53 Les outils décrits peuvent être orientés vers l'investigation, l'analyse, la recherche
d'informations mais aussi la diffusion et l'accessibilité du Patrimoine et ce dans un souci
permanent de fidélité et de protection de l'œuvre.
- 54 Il est évident que ces démarches de recherche tout comme les évolutions des dispositifs de
relevé et d'analyse nécessitent impérativement une collaboration continue et multidisciplinaire
entre différents acteurs. C'est cette philosophie qui est suivie par Deios pour l'établissement
de ses systèmes et ce afin de répondre aux besoins réels des utilisateurs.
- 55 Ces démarches et partenariats augurent d'une nouvelle dynamique entre le secteur du
Patrimoine et les sciences de l'ingénieur.

Notes

- 1 DGTRE : Division Générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie, de la Région Wallonne
2 IFP 1 : nom de notre système pour Interferometric Fringes Projection
-

Pour citer cet article

Référence électronique

Bernard Tilkens, « Quand Patrimoine et haute-technologie se rencontrent... », *CeROArt* [En ligne], 1 | 2007, mis en ligne le 06 août 2008. URL : <http://ceroart.revues.org/index273.html>

Bernard Tilkens

Bernard Tilkens a obtenu sa licence en Sciences Physiques en 1994, son DEA/Master en optoélectronique en 1995 et sa thèse de doctorat en 2003, de l'Université de Liège (Belgique). Il a réalisé ses recherches au sein du laboratoire HOLOLAB (Institut de Physique de l'ULg). Depuis

2004, il est l'administrateur délégué de la société DEIOS s.a., société dont l'activité est basée sur la métrologie optique et le développement de solutions optiques sur mesure.

Deios S.A.

Liege Science Park - Spatiopole

Rue des Chasseurs Ardennais 4 (WSL)

B-4031 Angleur

<http://www.deios.com/>

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumé / Abstract

Les technologies modernes en optique interviennent de plus en plus dans les méthodes de conservation et de restauration des œuvres d'art. L'investigation, la diffusion et l'accessibilité du Patrimoine se trouvent dotés de nouveaux moyens pour remplir leurs missions. Les exemples de cet article tentent d'illustrer les potentialités des outils développés par la société Deios et appliqués à des cas concrets.

Mots clés : patrimoine, science, laser, technique, métrologie, charpente, œuvre d'art, numismatique, archéologie, épigraphie, mesure optique, numérisation, architecture, modélisation, moulage

New Optical technologies are more and more often used in methods of conservation and restoration of works of art. Investigation, broadcasting and accessibility to Cultural Heritage have now new systems to complete their missions. The following examples will try to illustrate potentialities of the devices developed by Deios. They are coming from real applications.