

Rencontres art, science, technique & architecture (RASTA_02)
De l'acquisition à la restitution de données numériques 3D
31 octobre 2002
C2RMF-DMF
6 rue des Pyramides 75 041 Paris

Modeling reality with the latest in 3D technology: “*Virtualisation d'une Crypte Byzantine*”

J-A Beraldin⁽¹⁾, M. Picard⁽¹⁾, S.F. El-Hakim⁽¹⁾, G. Godin⁽¹⁾,
V. Valzano⁽²⁾, et A. Bandiera⁽²⁾

⁽¹⁾ *Institute for Information Technology, National Research Council Canada, Canada*
⁽²⁾ *SIBA Coordination, University of Lecce, Lecce, Italy*



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Aperçu

- Introduction
- Motivations et besoins
- Étapes dans la construction du modèle 3D
- Résultats
- Animation: Film Carpiniana
- Discussion



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Réalité virtualisée

- Intégration de modèles détaillés et réalistes d'objets **réels** dans des environnements **virtuels**



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC · CNRC

<http://siba2.unile.it>



La 'Coordination SIBA' est une structure de l'Université de Lecce qui coordonne, gère et développe les systèmes télématiques pour les besoins didactiques et de recherche de l'université.

De plus, elle coordonne le développement informatisé des bibliothèques de l'Université et des relations avec d'autres Universités et centres de recherches nationaux et internationaux sur divers projets.

SIBA: Services Informatiques des Bibliothèques Universitaires



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC · CNRC



Digital scan back
(max res. 7520x6000 px)



3D Scanner Minolta Vivid 900



Instantaneous digital back
(max res. 3000x2000 px)



3D Soisic Mensi Scanner

Depuis maintenant quelques années, la coordination SIBA développe des méthodologies basées sur les toutes dernières technologies numériques pour la tutelle du patrimoine culturel et de la diffusion de l'information relative à ses biens.



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Laboratoires au SIBA

- Laboratoire pour l'acquisition et le traitement des informations bibliographiques et documentaires
- Laboratoire pour la numérisation et le traitement d'images 2D
- Laboratoire GIS
- Laboratoire pour la numérisation, le traitement et la modélisation 3D
- Laboratoire multimédia avec salle d'enregistrement audio et vidéo
- Laboratoire didactique équipé pour la traduction simultanée
- Laboratoire Server



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



TOD:
Terra d'Otranto Database

3D Database

S.I.B.A. Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNRC

Projets coordonnés des universités de Catania et Lecce: 117,118,121

- Le projet prévoit la numérisation et le traitement de documents bibliographiques et documentaires
- Modélisation d'artefacts provenant de fouilles archéologiques importantes
- La numérisation, le traitement et la modélisation 3D d'environnements, pour la restauration et la reconstruction virtuelle.

<http://siba3.unile.it/ctle/>

S.I.B.A. Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNRC

3D Database Project

Objectives

Acquisition, traitement, restauration virtuelle, et reconstruction tri-dimensionnelle d'objets provenant de fouilles archéologiques, structures architecturales, sites et objets de grande valeur historique et artistique. De plus, la préservation, l'avancement des connaissances et l'accessibilité accrue seront privilégiés par ce projet.



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNR

3D Database Project

3D ARCHAEO



3D BYZANTINE



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNR

3D ARCHAEO

Acquisition, traitement, restauration virtuelle, et reconstruction de modèles tri-dimensionnels de structures et environnements sous-terrains et sub divo d'églises byzantines de la région du Salento.

Création de bases de données comme par exemple 3D **stelae** et **cippus** qui s'adressent aux fouilles des sites archéologiques à Cavallino (LE).



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



3D BYZANTINE

Acquisition, traitement, restauration virtuelle, et reconstruction de modèles tri-dimensionnels de structures et environnements sous-terrains et sub divo d'églises byzantines de la région du *Salento*.

3D Crypts

3D Sub Divo

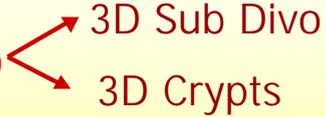


Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Projet "3D Database"

3D ARCHEO

3D BIZANTINO 

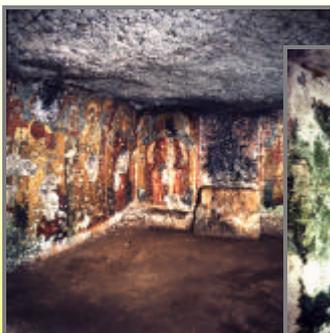


S.I.B.A. Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC - CNR

3D BYZANTINE

Exemples de cryptes dans la région du Salento



Nardò (LE)



Supersano (LE)



Veglie (LE)

S.I.B.A. Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC - CNR

3D BIZANTINO: 3D Crypts

Crypte de *Santa Cristina*, *Carpignano* (Italie):
Vue des 2 entrées menant à la crypte



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC - CNRC

Motivations

Documentation du site en cas de perte

- Modèle 3D complet à haute résolution (forme et couleur) de son état présent
- La vieille colonne présente des faiblesses
- Infiltration d'eau provenant des égouts

Tourisme virtuel et étude à distance

- Interaction sans danger
- *Restauration virtuelle*: fresques et lieu original
- Éducation



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC - CNRC

Applications au patrimoine

Utilisations types

- Archivage
- Rapport d'état
- Réplique
- Restauration
- Rapatriement numérique
- Accès virtuel aux collections

Conservation et diffusion du patrimoine culturel



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Besoins

Contrôle complet du processus

- Acquisition 3D et vérification de l'exactitude
- Modélisation 3D et application de la texture
- Production des coupes, mesures, ortho-photo ..

Du point de vue de l'utilisateur

- Utilisation d'outils commerciaux
- Grande précision et haute résolution géométrique; photo-réalisme
- Les images doivent être éditables sans refaire l'application de la texture, e.g. *restauration virtuelle*



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Quelques photographies



Colonne

**Autel
en style
Baroque**



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



De la préparation au modèle

- Choix des techniques de modélisation: Photogrammétrie, Télémètre laser ...
- *Détermination de la distance de travail, l'incertitude des mesures, résolution!*

Z ~ 2.5 m, s_z ~ 0.4 mm, DX, Dy ~ 5 mm

- Temps d'acquisition: images 2D, images 3D et construction du modèle 3D

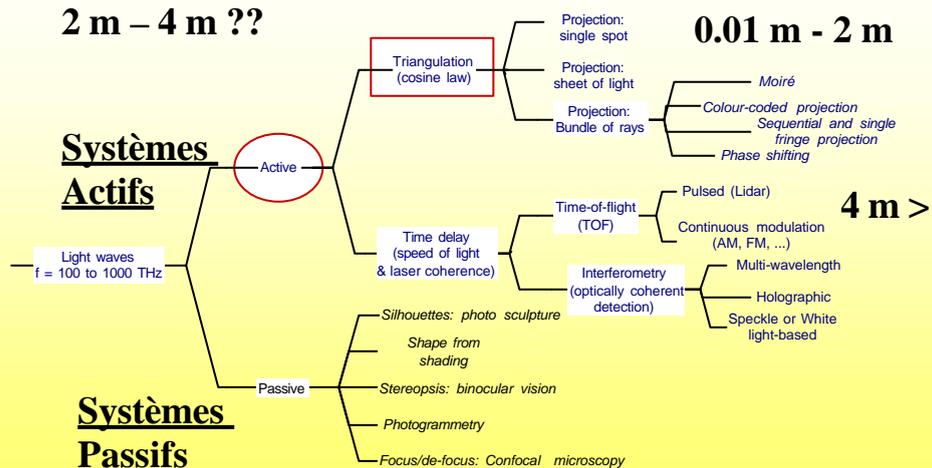


Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Mesure de la forme 3D: avec lumière

2 m – 4 m ??



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Télémètre laser Mensi SOISIC 2000

- ✓ Portée: 0.8 - 10 m
- ✓ incertitude 0.6 mm à 4 m
- ✓ Échantillonnage: 100 pt/sec
- ✓ Résolution minimale: 0.2 mm per meter
- ✓ Champs de vision: 46°
- ✓ Panoramique: 320°

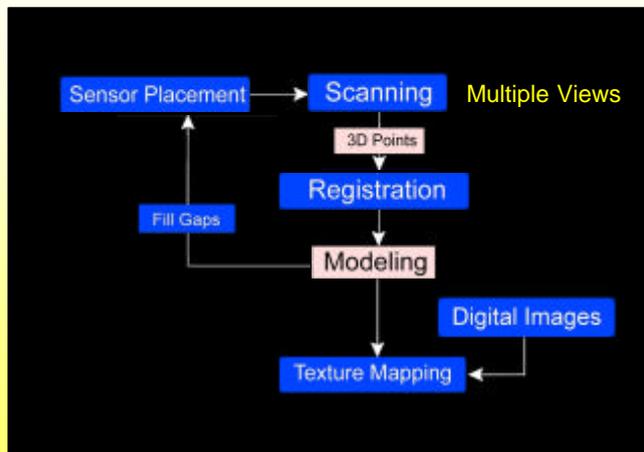
MENSI
hardware



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Modélisation: méthodologie avec collage de photographies



- Interactive
- Automatic

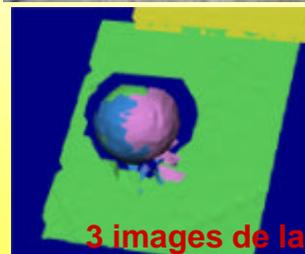
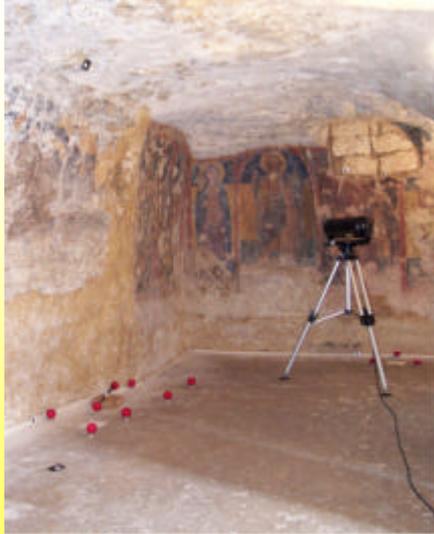
(Registration)
recalage
• sphères
• forme 3D



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Recalage avec sphères



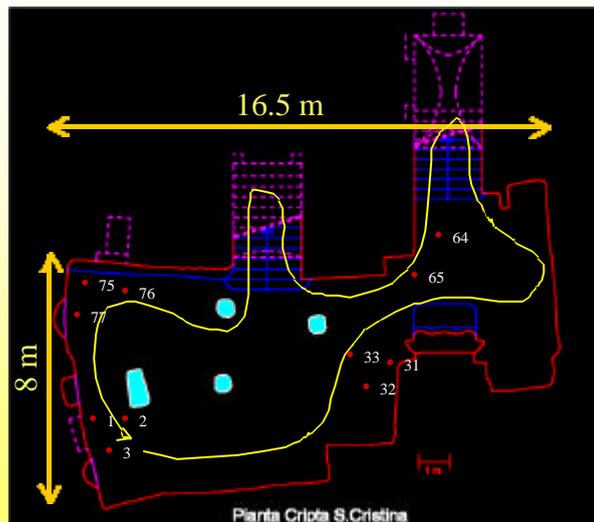
3 images de la même
sphère après alignement



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Emplacement de quelques sphères



• Quelques sphères



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Recalage par assemblage de plusieurs vues: alignement des images

- Sphères
 - SPHERE 1 (départ à la fin) : 16.9 mm
 - SPHERE 2 (départ à la fin) : 16.4 mm
 - SPHERE 3 (départ à la fin) : 18.2 mm
- Basée sur la forme 3D (e.g. algorithme ICP)
 - Intégration globale : 1.2 mm
- Vérification de l'exactitude

image seul

$\sigma = 0.8 \text{ mm}$

$\Delta = + 0.2\%$

Tout le modèle

Théodolite

À déterminer



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CIRC

Problème du 3D en général!

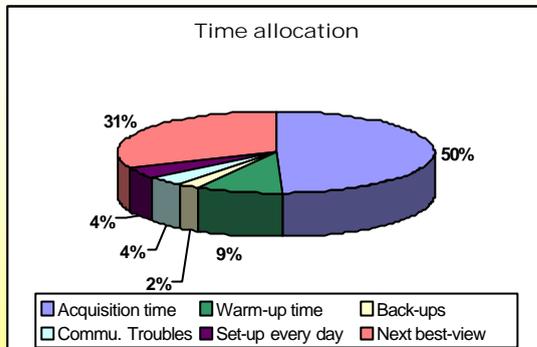
- Il n'existe pas
de procédure de vérification
standardisée
- Comme il y en a en mécanique,
en topographie ...



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CIRC

Temps alloué pour l'acquisition



Totale de 92 heures dans la crypte (20-80 min par image 3D)

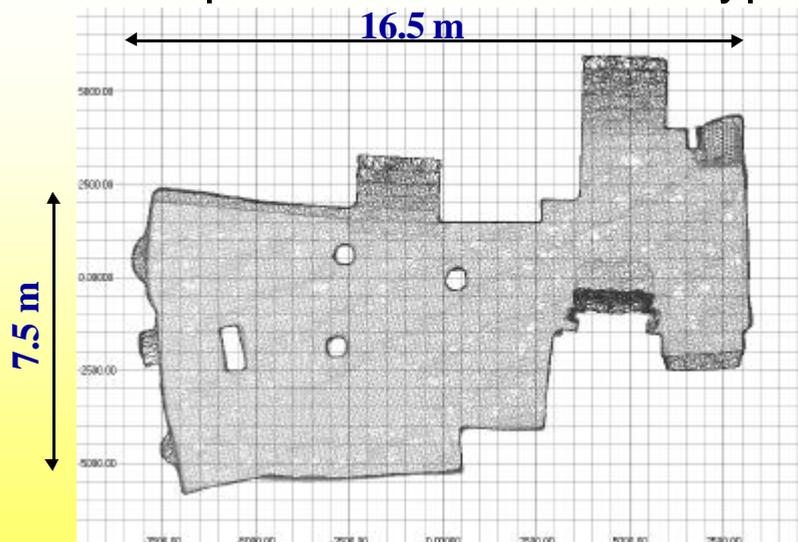
- 50 x images 3D: crypte
- 30 x images 3D: autel
- Résolution spatiale
 - Murs: 5 mm
 - Plafonds et sol: 15 mm
- Incertitude
 - évaluée
 - 0.8 mm @ 2.5 m
 - prédite
 - 0.4 mm @ 2.5 m



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



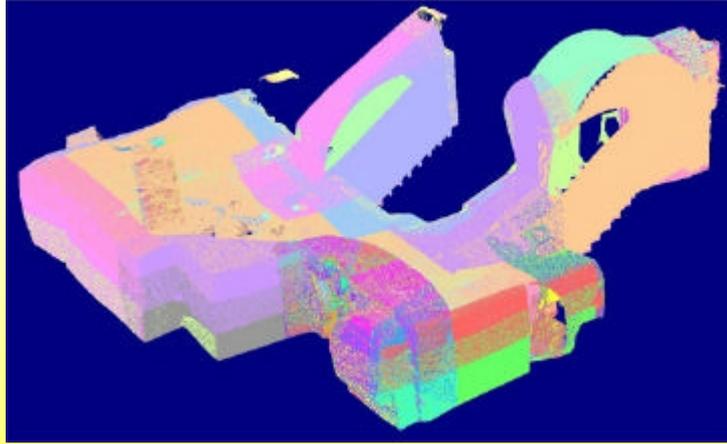
Coupe du modèle de la crypte



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



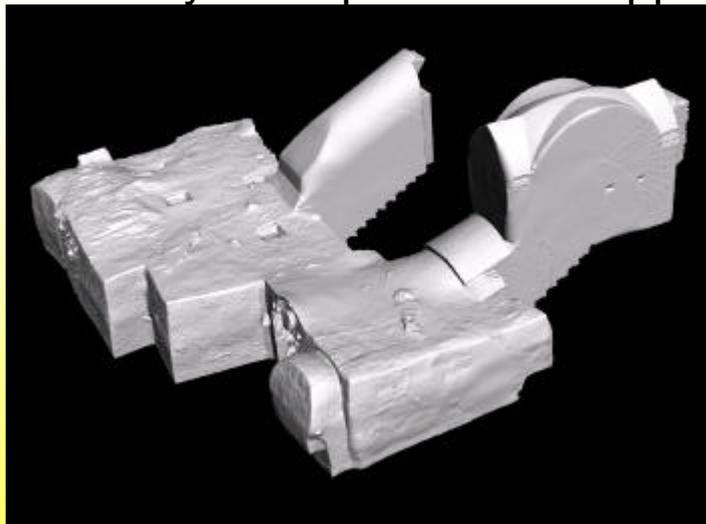
Modèle 3D model de la crypte entière
1 couleur par image 3D



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CMRC

Modèle 3D model de la crypte entière
Vue synthétique de enveloppe



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CMRC

Texture

- Mensi: exporte des nuages de points 3D sans information d'intensité en registre avec le 3D.
- Nikon D1x
- Avec calibrage de la lentille
- Résolution des images: 3008 x 1960
- Lampes flash: Xe



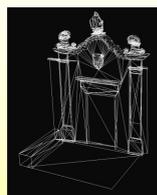
Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNRC

Entrées à la crypte créées grâce à la photogrammétrie



a)



b)

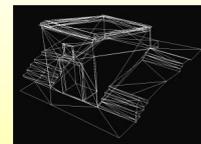


c)

- Entrée principale:
- Photographie,
 - fils de fer,
 - modèle avec texture.



a)



b)



c)

- Deuxième entrée:
- Photographie,
 - Fils de fer,
 - Modèle avec texture.



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNRC

Collage des photographies sur le modèle 3D section par section



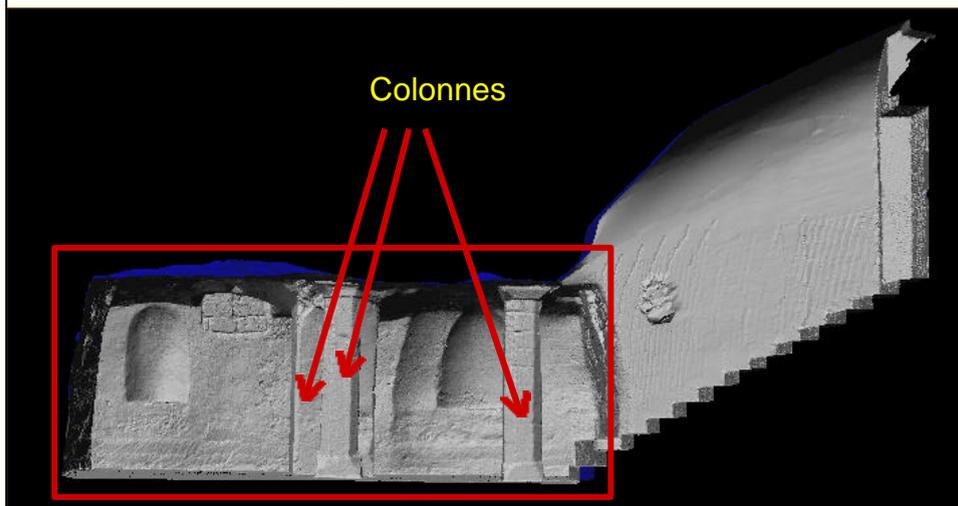
B&N, Couleur, IR, UV



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Coupe du modèle 3D



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce



Orthophoto generated from 3D model



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

ARC-CARC



Restauration virtuelle: exemple simple



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

ARC-CNR



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

ARC-CNR

Conclusion

- Temps d'acquisition et de modélisation
 - Prédicible
- Recalage avec objets géométriques et/ou données 3D
- Couleur:
 - Utile pour la restauration virtuelle
 - Collage de photographies (Texture mapping)
 - Doit permettre aux non-experts d'effectuer les travaux
 - Doit consentir le *mapping UV, IR, Photo-historiques*



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNR

Conclusions

- Pertinence de l'imagerie 3D
- Adoption par le milieu
- Perspectives de recherche
 - Qualité de la mesure et normalisation (*standard*)
 - Amélioration des systèmes
 - Réduction des temps lors de la modélisation 3D
 - Particularités des matériaux
 - Modélisation de réflectance
 - Méthodes d'analyse avancées
 - Nouvelles applications



Coordinamento SIBA
Università degli Studi di Lecce

NRC-CNR