



patrimonio architettonico architectural heritage

D'une grande valeur historique et culturelle, le patrimoine architectural antique a de grandes potentialités pour le développement durable, mais sa fragilité intrinsèque et les difficultés de sa conservation et sa transmission aux générations futures incitent l'élaboration d'une nouvelle approche traitant les thèmes de connaissance, de conservation, de valorisation et de gestion dans un seul cadre leurs offrant des connaissances communes et d'utiles comparaisons.

Le but du Collier *Patrimoine Architectural* est d'offrir à des approches différentes, un terrain commun de connaissance réciproque et de confrontation profitable.

Architectural Heritage, built-up environment in which a material vestige can be identified, needs to be dealt with employing a systemic and procedural approach. The inherent fragility, the limited devoted resources and the capabilities as a driving force of sustainable development of a site, render the theme rather timely and of considerable social and economic importance; it is vital that the dialogue between the past, present and future is kept alive, providing an absolutely essential basis for reliable and sustainable conservation.

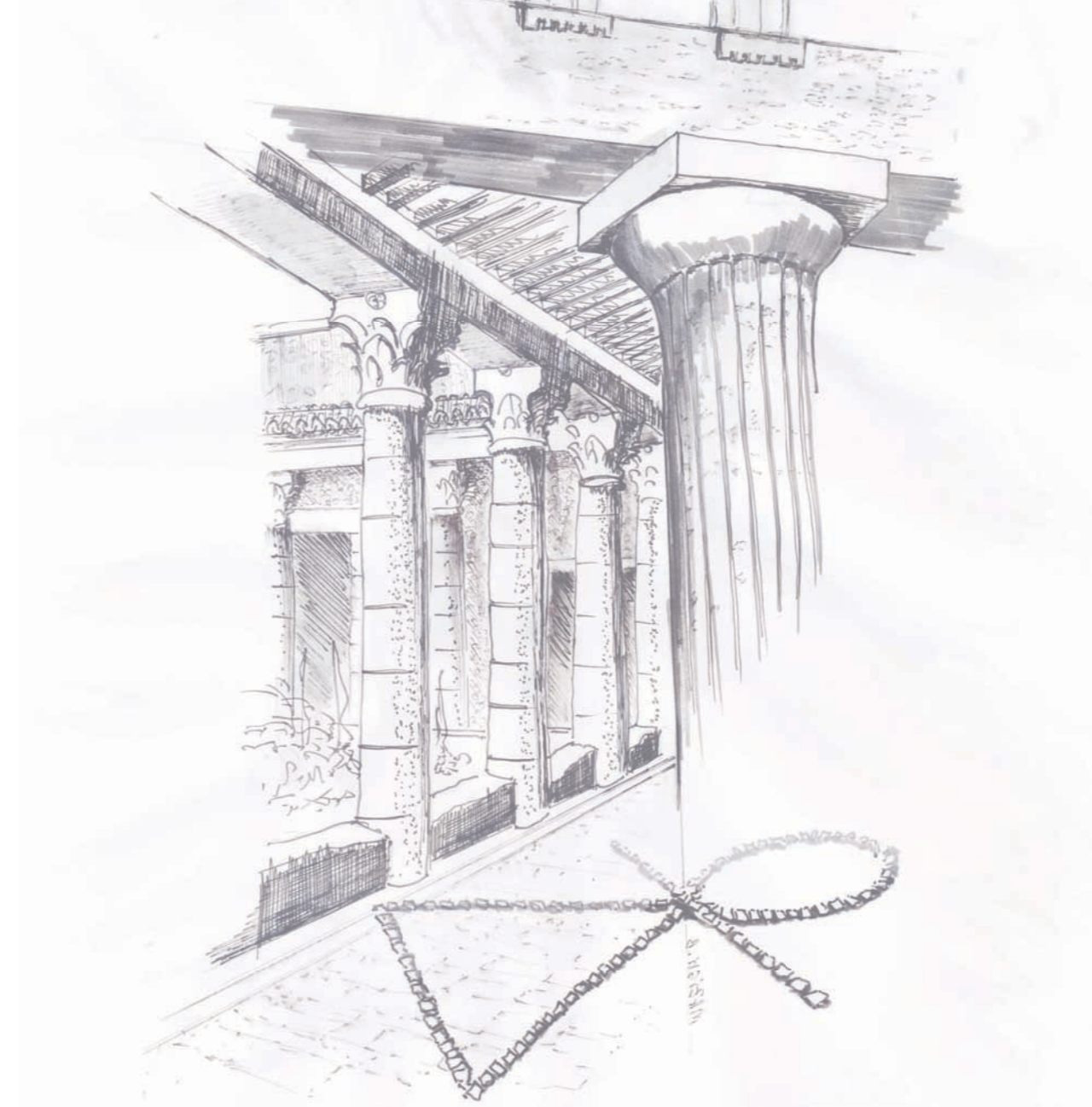
Although every angle is considered (knowledge, conservation, management, fruition, enhancement) this field of study doesn't lend itself to disciplinary delimitations. The main issues raised by the *Architectural Heritage* Series is to provide common ground for exchanging knowledge and fruitfully discussing different approaches.

Il *Patrimonio architettonico*, ambiente costruito con valore storico culturale, pone questioni che richiedono una visione sistemica e processuale. L'intrinseca fragilità, la limitatezza delle risorse dedicate e le potenzialità come volano di sviluppo durevole dei luoghi, rendono il tema attuale e di notevole rilevanza sociale ed economica, purché si riesca a tener vivo il dialogo tra passato, presente e futuro necessario ad una conservazione affidabile e sostenibile.

Attraverso qualsiasi ottica ci si accosti (conoscenza, conservazione, gestione, fruizione, valorizzazione), tale campo di studio non si presta a delimitazioni disciplinari. Scopo della *Collana Patrimonio Architettonico* è offrire ad approcci diversi un terreno comune di conoscenza reciproca e di proficuo confronto.

édité par/a cura di Ahmed Ferjaoui • Maria Luisa Germanà

Architecture domestique punique, hellénistique et romaine. Sauvegarde et mise en valeur Architettura domestica punica, ellenistica e romana. Salvaguardia e valorizzazione



A. Ferjaoui
M. Germanà

2

APER. **Sauvegarde et mise en valeur**
APER. **Salvaguardia e valorizzazione**



The APER Project (*Domestic Punic, Hellenistic and Roman Architecture: conservation and enhancement*) was funded by the European Union as part of the *Italie Tunisie 2007-2013* cross-border cooperation programme. It has gathered together Italian and Tunisian bodies (the lead partner *Polo Didattico di Agrigento* of University of Palermo, with the partner *Consorzio Universitario Provincia di Agrigento* and *Institut National du Patrimoine* and *Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturelle* and the associate organisations of *Parco della Valle dei Templi* of Agrigento, Agrigento's provincial government, the *Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro* of Regione Siciliana and the *École Nationale d'Architecture et Urbanisme* of Tunis). Launched in November 2011 and completed in December 2014, the APER Project has developed training actions for ten young Italian and Tunisian architects and research on Punic, Hellenistic and Roman *domus*, analysing the issues of conservation, management, enhancement and integration in cultural tourism of archaeological sites. Utique, Kerkouane and the *Hellenistic-roman Quartier* of Agrigento have been specifically focused.



Financé par l'Union Européenne dans le cadre de la coopération transfrontalière *Italie Tunisie 2007-2013*, le Projet APER (*Architecture punique hellénistique et romaine. Sauvegarde et mise en valeur*) a réuni des organismes italiens et tunisiens (le bénéficiaire, le *Polo Didattico di Agrigento* de l'Université de Palerme, et ses partenaires le *Consorzio Universitario Provincia di Agrigento*, l'*Institut National du Patrimoine* et l'*Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de la Promotion Culturelle*) et a associé d'autres institutions (le *Parco della Valle dei Templi* d'Agrigento, la Province d'Agrigento, le *Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro della Regione Siciliana* et l'*Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme*). Lancé en novembre 2011 et clôturé en décembre 2014, le Projet APER tout en assurant la formation de dix jeunes architectes italiens et tunisiens, a développé l'étude des demeures puniques, hellénistiques et romaines, approfondi les thèmes de la conservation, la gestion, la valorisation des sites archéologiques et leur intégration dans les circuits touristiques culturels, en prêtant une attention particulière aux sites du *Quartier hellénistique-romain* d'Agrigento, de Kerkouane et d'Utique.

Finanziato dall'Unione Europea nell'ambito della cooperazione transfrontaliera *Italie Tunisie 2007-2013*, il Progetto APER (*Architettura domestica punica, ellenistica e romana: salvaguardia e valorizzazione*) ha unito istituzioni italiane e tunisine (il capofila *Polo Didattico di Agrigento* dell'Università di Palermo, con i partner *Consorzio Universitario Provincia di Agrigento*, *Institut National du Patrimoine* e *Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturelle* e gli enti associati *Parco della Valle dei Templi* di Agrigento, Provincia Regionale di Agrigento, *Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro della Regione Siciliana*, *Ecole Nationale d'Architecture et Urbanisme* di Tunisi). Avviato nel novembre 2011 e concluso nel dicembre 2014, il Progetto APER ha sviluppato parallelamente la formazione di dieci giovani architetti italiani e tunisini e lo studio di case puniche ellenistiche e romane, approfondendo i temi della conservazione, gestione e valorizzazione dei siti archeologici e della loro integrazione nei circuiti del turismo culturale, con particolare riferimento a Utique, a Kerkouane e al *Quartiere ellenistico-romano* di Agrigento.

ISBN 978884674050-2

Edition non commerciale / Edizione fuori commercio



Editor: Maria Luisa Germanà
Scientific Committee: Tor Borström, Josep Burch i Pius, Salvatore D'Agostino, Valerio Di Battista, Stefano Della Torre, Carlo Monti, Rabee M. Reffat, Maria Clara Ruggieri Tricoli, Jane Thompson.
Editorial Staff: Carmelo Cipriano, Santina Di Salvo, Angela Katuscia Sterrazza.





Le Programme *Italie Tunisie*[®], dont la gestion conjointe a été confiée à le Dipartimento della Programmazione della Regione Siciliana, entre dans le cadre du Programme Européen de Voisinage (IEVP) développé dans le contexte d'élargissement de l'Union Européenne.

La coopération transfrontalière (CTF) a quatre principaux objectifs : le développement économique et social des pays transfrontaliers, faire face aux défis communs, assurer la sécurité et l'efficacité des frontières, promouvoir la coopération et l'échange humain.

Il Programma Italia Tunisia[®], la cui gestione congiunta è stata affidata al Dipartimento della Programmazione della Regione Siciliana, si iscrive nell'ambito dello Strumento Europeo di Vicinato e Partenariato (SEVP), implementato nel contesto dell'allargamento dell'Unione Europea.

La cooperazione transfrontaliera (CTF) ha quattro obiettivi principali: lo sviluppo economico e sociale dei paesi transfrontalieri, fare fronte a sfide comuni, assicurare la sicurezza e l'efficacia delle frontiere, promuovere la cooperazione e lo scambio.

Projet n° 005 :

A.P.E.R. - Architecture Domestique Punique, Hellénistique et Romaine : sauvegarde et mise en valeur
PRIORITÉ 2. Promotion du développement durable
MESURE 2.3. Valorisation de l'héritage naturel et culturel



CHEF DE FILE :

Università degli Studi di Palermo – C.G.A.A.C. « Polo Didattico di Agrigento » (IT)



PARTENAIRES:

Institut National du Patrimoine (TN)
Agence Nationale de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturelle (TN)
Consorzio Universitario della Provincia di Agrigento (IT)

Le CD attaché fait partie intégrante de ce volume et n'est pas transférable séparément.
Il CD allegato fa parte integrante del presente volume e non è cedibile singolarmente.

Les Éditeurs déclinent toute responsabilité pour le contenu des contributions individuelles.
I Curatori declinano ogni responsabilità relativa ai contenuti dei singoli contributi.

Le présent volume a été réalisé avec l'aide financière de l'Union européenne dans le cadre de l'IEVP CT *Italie Tunisie 2007-2013*[®].
Son contenu relève de la seule responsabilité du Bénéficiaire et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant la position de l'Union européenne ou la position des structures de gestion du Programme.
Il presente volume è stato realizzato grazie all'aiuto finanziario dell'Unione Europea nell'ambito del Programma ENPI CT Italia Tunisia 2007-2013[®].
Il suo contenuto è di esclusiva responsabilità del Beneficiario e non può in nessun caso essere considerato come riflesso della posizione dell'Unione Europea o della posizione delle strutture di gestione del Programma.

Dessin de la couverture par
In copertina disegno di
Bechir Mazig
© Copyright 2014

ISBN 978884674050-2



**Architecture domestique punique, hellénistique et romaine
Sauvegarde et mise en valeur**

***Architettura domestica punica, ellenistica e romana
Salvaguardia e valorizzazione***

édité par / *a cura di*
Ahmed Ferjaoui et Maria Luisa Germanà

Edizioni ETS

Collana Patrimonio Architettonico / Architectural Heritage Series

INDICE

Sfide comuni e obiettivi condivisi per i siti archeologici, tra Sicilia e Tunisia – Maria Luisa Germanà	9
--	---

CONTRIBUTI ISTITUZIONALI

Rettore Università degli Studi di Palermo – <i>Roberto Lagalla</i>	15
Project manager del Progetto APER, <i>Polo Didattico di Agrigento</i> Università di Palermo – <i>Lucio Melazzo</i>	16
Responsabile finanziario del Progetto APER, <i>Polo Didattico di Agrigento</i> Università di Palermo – <i>Ettore Castorina</i>	17
Direttore <i>Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturale</i> – <i>Ridha Kacem</i>	18
Direttore dell' <i>Istitute Nationale du Patrimoine</i> – <i>Nabil Kallala</i>	19
Presidente <i>Consorzio Universitario Provincia di Agrigento (CUPA)</i> – <i>Maria Immordino</i>	20
Direttore Ente <i>Parco della Valle dei Templi</i> di Agrigento – <i>Giuseppe Parello</i>	21
Direttore <i>Centro Regionale Progettazione e Restauro Regione Siciliana</i> – <i>Enza Cilia Platamone</i>	22
Commissario straordinario per la gestione della Provincia regionale di Agrigento – <i>Benito Infurnari</i>	23
Direttore <i>Autorità di Gestione Dipartimento Programmazione Regione Siciliana</i> – <i>Vincenzo Falgares</i>	24

I. PARTE INTRODUTTIVA

Le realizzazioni del Progetto APER (Architettura domestica Punica Ellenistica Romana) – Ahmed Ferjaoui	27
Approccio responsabile al patrimonio architettonico: cooperazione, partecipazione, documentazione – Maria Luisa Germanà	31
Dalla cooperazione transfrontaliera alla cooperazione internazionale – Alberto Sposito	45

II. SALVAGUARDIA E VALORIZZAZIONE: PLURALITÀ DI ASPETTI

II. 1. CONOSCENZA

Vecchi e nuovi rilievi – Fabrizio Agnello	55
Nomina sunt consequentia rerum. Note sull'architettura domestica punica ed ellenistico-romana (Progetto APER) – Sergio Aiosa	65
Contesti e funzioni rituali della musica nell'Occidente punico – Angela Bellia	75
Archeologia preventiva. Una risorsa per la ricerca e la valorizzazione? – Oscar Belvedere	83
Architettura domestica punica a Kerkouane – Mounir Fantar	89
Il sito di Demna Wadi Arremel e il suo complesso oleario. Archeologia e ipotesi di restituzione – Taher Ghalia, Bechir Mazigh	93
Studio comparativo di due case africane di epoca romana – Khaled Karoui	103
La ricostruzione della <i>Domus Africa</i> a El-Jem (l'antica Tysdrus) – Khaled Karoui	133
Prova di restituzione della <i>Casa a doppio peristilio</i> di Kerkouane – Hichem Ksouri	147
Studio di restituzione della <i>Casa della cascata</i> a Utique – Hichem Ksouri	155
Il biodeterioramento dei mosaici: dalla diagnosi alla cura – Rosa Not	167
La ricerca archeologica: area della Plateia I-L e <i>Quartiere ellenistico-romano</i> – Maria Concetta Parello	173

SOMMAIRE

Défis communs et objectifs partagés pour les sites archéologiques, entre la Sicile et la Tunisie – Maria Luisa Germanà	9
---	---

CONTRIBUTIONS INSTITUTIONNELLES

Recteur Université de Palerme – <i>Roberto Lagalla</i>	15
Project Manager Projet APER, <i>Polo Didattico di Agrigento</i> Université de Palerme – <i>Lucio Melazzo</i>	16
Responsable financier Projet APER, <i>Polo Didattico di Agrigento</i> Université de Palerme – <i>Ettore Castorina</i>	17
Directeur <i>Agence de Mise en Valeur du Patrimoine et de Promotion Culturale</i> – <i>Ridha Kacem</i>	18
Directeur <i>Istituto Nazionale du Patrimoine</i> – <i>Nabil Kallala</i>	19
Président <i>Consorzio Universitario Provincia di Agrigento (CUPA)</i> – <i>Maria Immordino</i>	20
Directeur <i>Ente Parco della Valle dei Templi</i> de Agrigento – <i>Giuseppe Parello</i>	21
Directeur <i>Centro Regionale Progettazione e Restauro Regione Siciliana</i> – <i>Enza Cilia Platamone</i>	22
Commissaire extraordinaire pour la gestion de la Province d'Agrigento – <i>Benito Infurnari</i>	23
Directeur <i>Autorità di Gestione Dipartimento Programmazione Regione Siciliana</i> – <i>Vincenzo Falgares</i>	24

I. PARTIE INTRODUCTIVE

Les réalisations du Projet APER (Architecture domestique Punique hEllénistique et Romaine) – Ahmed Ferjaoui	27
Approche responsable pour le patrimoine : coopération, participation, documentation – Maria Luisa Germanà	31
Da la coopération transfrontalière à la coopération internationale – Alberto Sposito	45

II. SAUVEGARDE ET MISE EN VALEUR : PLURALITÉ DES ASPECTS

II. 1. CONNAISSANCE

Anciens et nouveaux levés – Fabrizio Agnello	55
<i>Nomina sunt consequentia rerum</i>. Notes sur l'architecture domestique punique et hellénistique-romaine (Project APER) – Sergio Aiosa	65
Contextes et fonctions rituelles de la musique dans l'Occident punique – Angela Bellia	75
Archéologie préventive. Une ressource pour la recherche et la mise en valeur ? – Oscar Belvedere	83
L'architecture domestique punique à Kerkouane – Mounir Fantar	89
Le site de Demna Wadi Arremel et son complexe oleicole. Archeologie et essai de restitution – Taher Ghalia, Bechir Mazigh	93
Etude comparative de deux maisons africaines de l'époque romaine – Khaled Karoui	103
La reconstruction de la <i>Domus Africa</i> d'El Jem (l'antique Tysdrus) – Khaled Karoui	133
Essai de restitution de la <i>Maison a double peristyle</i> de Kerkouane – Hichem Ksouri	147
Etude de restitution de la <i>Maison de la cascade a Utique</i> – Hichem Ksouri	155
La biodétérioration des mosaïques : du diagnostic à la restauration – Rosa Not	167
La recherche archéologique : zone de la Plateia I-L et le <i>Quartier hellénistique-romain</i> – Maria Concetta Parello	173

II. 2. CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE

Musealizzare l'archeologia: alcuni interventi innovativi per presentare le rovine – Aldo R. D. Accardi	183
Superare le barriere nei siti archeologici. Una proposta per il <i>Quartiere ellenistico-romano di Agrigento</i> – Carmelo Cipriano	193
Addio al restauro, benvenuta manutenzione. Esperimenti di conservazione sostenibile ad Ercolano – Ascanio D'Andrea, Paola Pesaresi	203
Valorizzazione, fruizione e musealizzazione: tecnologie innovative per i beni ritrovati – Giuseppe De Giovanni	213
La comunicazione scientifica e didattica del <i>Parco della Valle dei Templi di Agrigento</i> – Maria Serena Rizzo	223
Paesaggio e itinerari culturali. Metodi di valorizzazione del patrimonio archeologico – Angela Katiuscia Sferrazza	229
Coperture di protezione nei siti archeologici: aspetti progettuali e comunicativi – Alessandro Tricoli	239
Tecnologie e strategie per la valorizzazione dei beni culturali e archeologici – Rosa Maria Vitrano	249
Archeologia, paesaggio e società: le sfide dell'innovazione – Giuliano Volpe	259

III. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

<i>Conservation valorisation et gestion des sites archéologiques: les cas des sites du Project APER.E tat actuel et perspective.</i>	
Report sui lavori dell'atelier a Tunisi – Giuliano Volpe	271
Gestire, valorizzare, convivere con l'eredità del passato: Italia-Tunisia – Jane Thompson	287
Rilievi laser scanner e supporti digitali per la documentazione del costruito archeologico: l'esperienza APER ad Agrigento – AA. VV.	297
Il Protocollo di intesa siglato ad Agrigento il giorno 11 marzo 2014 – a cura di Roberto Albergoni	315
Conclusioni	319

CD ALLEGATO

1. Rilievi e ricostruzioni virtuali dei tre casi di studio

2. Risultati delle attività formative

Conservazione e protezione – Wided Arfaoui e Annalisa Lanza Volpe; Gestione e manutenzione programmata – Giorgio Faraci e Chirac Gallala;

Fruizione e accessibilità – Alberto Di Stefano e Karim Nasr Nasri; Comunicazione e museografia – Ahmed Cherife e Santina Di Salvo;

Turismo culturale integrato – Irene Marotta e Hazar Soussi

3. Altre attività

II. 2. CONSERVATION ET MISE EN VALEUR

Muséifier l'archéologie : quelques interventions innovantes pour la présentation des ruines – <i>Aldo R. D. Accardi</i>	183
Abattre les barrières des sites archéologiques. Une proposition pour le Quartier hellénistique-romain d'Agrigente – <i>Carmelo Cipriano</i>	193
Adieu à la restauration, bienvenue à l'entretien. Expériences de conservation durable à Herculaneum – <i>Ascanio D'Andrea, Paola Pesaresi</i>	203
Valorisation, exploitation et musealisation : technologies innovantes pour les biens retrouvés – <i>Giuseppe De Giovanni</i>	213
La communication scientifique et didactique du Parc de la Vallée des Temples d'Agrigente – <i>Maria Serena Rizzo</i>	223
Paysage et itinéraires culturels. Méthodes de valorisation du patrimoine archéologique – <i>Angela Katiuscia Sferrazza</i>	229
Recouvrements de protection dans les sites archéologiques : conception et communication – <i>Alessandro Tricoli</i>	239
Technologies et stratégies pour la promotion du patrimoine culturel et archéologique – <i>Rosa Maria Vitrano</i>	249
Archéologie, paysage et société : les défis de l'innovation – <i>Giuliano Volpe</i>	259

III. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Conservation valorisation et gestion des sites archéologiques: les cas des sites du Project APER. Etat actuel et perspective.	
Rapport sur les travaux de l'atelier de Tunisi – <i>Giuliano Volpe</i>	271
Gérer, mettre en valeur, vivre en harmonie avec l'héritage du passé: Italie-Tunisie – <i>Jane Thompson</i>	287
Levés par scanner laser et supports numériques pour la documentation de l'archéologie : l'expérience APER à Agrigente – <i>AA. VV.</i>	297
Accord de coopération signé à Agrigente sur le 11 Mars 2014 – <i>édité par Roberto Albergoni</i>	315
Conclusions	319

CD ATTACHÈ

1. Levés et modèles des trois études de cas

2. Les résultats des activités de formation

Conservation et protection – *Wided Arfaoui et Annalisa Lanza Volpe* ; Gestion et entretien programmé – *Giorgio Faraci et Chirac Gallala* ;

Fruition et accessibilité – *Alberto Di Stefano et Karim Nasr Nasri* ; Présentation et musealisation – *Ahmed Cherif et Santina Di Salvo* ;

Tourisme culturel intégré – *Irene Marotta et Hazar Soussi*

3. Autres activités

Anciens et nouveaux levés Vecchi e nuovi rilievi

Fabrizio Agnello

Università di Palermo, Dipartimento di Architettura

A partire dalla fine degli anni '80 del secolo scorso la diffusione dei personal computer e i progressi dell'elettronica hanno condotto all'introduzione sul mercato di nuovi strumenti per il rilievo e la rappresentazione dell'architettura. Nel settore del rilievo gli strumenti topografici ottici (teodoliti, tacheometri) sono stati trasformati in *stazioni totali*, corredate di emettitori di raggi infrarossi e laser per la misura delle distanze e di calcolatori interni in grado di memorizzare le coordinate polari dei punti ed eseguirne la trasformazione in coordinate cartesiane. Alla fine degli anni '90 ha preso avvio la commercializzazione dei laser a scansione, dispositivi assimilabili a stazioni totali motorizzate; i laser scanner sono dotati di un emettitore laser e di uno specchio rotante che riflette il raggio facendogli percorrere una traiettoria lungo un piano verticale¹. Nel corso della rotazione sul piano verticale il raggio laser investe le superfici da rilevare e lo strumento provvede a registrare le coordinate polari dei punti, secondo un passo angolare definito dall'operatore. Al termine della traiettoria lo strumento esegue una rotazione intorno all'asse verticale e lo specchio rotante impone una nuova rotazione su un successivo piano verticale. L'insieme dei punti misurati con il laser scanner viene comunemente denominato *nuvola di punti* (Fig. 1). Ovviamente il rilievo di un manufatto antico, così come di un edificio, non può essere compiutamente acquisito da un solo punto di stazione; per questo motivo, sia il rilievo topografico che laser scanning viene condotto spostando gli strumenti su più punti di stazione; opportune procedure eseguite con software dedicati permettono di trasformare le coordinate polari acquisite da ciascun punto di stazione, in coordinate cartesiane riferite ad un'unica terna di assi.

Anche la fotogrammetria digitale, evoluzione della fotogrammetria analogica, si è rapidamente evoluta in questi ultimi venti anni. Significativi sviluppi maturati nel corso degli ultimi tre anni e favoriti dalla maggiore capacità di

A compter de la fin des années 80 du siècle dernier, avec l'essor des ordinateurs et les progrès de l'électronique, de nouveaux instruments pour le levé et la représentation de l'architecture ont fait leur apparition sur le marché. Dans le domaine des levés, les instruments topographiques par visée optique (théodolite, tachéomètre) se sont transformés en *stations totales* avec rayon infrarouge et laser pour mesurer les distances, et calculateurs intégrés pour mémoriser les coordonnées polaires des points et les transformer en coordonnées cartésiennes. C'est à la fin des années 90 qu'a commencé la commercialisation des instruments de mesure à balayage laser, des dispositifs similaires à des stations totales motorisées; ces instruments sont équipés d'un laser et d'un miroir pivotant qui reflète le rayon en lui faisant parcourir une trajectoire le long d'un plan vertical¹. Pendant la rotation sur le plan vertical, le rayon laser balaye les surfaces sur lesquelles effectuer le levé et l'instrument enregistre les coordonnées polaires des points selon une résolution angulaire définie par l'opérateur. En fin de trajectoire, l'instrument pivote autour de l'axe vertical et le miroir pivotant impose une nouvelle rotation sur un autre plan vertical. L'ensemble des points mesurés avec le système à balayage laser est appelé *nuage de points* (Fig. 1). Bien entendu le levé d'un ouvrage ancien, ou d'un bâtiment, ne peut ne se faire parfaitement à partir d'un seul point de station; c'est la raison pour laquelle le levé topographique et le levé par balayage laser se font en déplaçant les instruments sur plusieurs points de station; des procédures appropriées réalisées avec des logiciels spécifiques transforment les coordonnées polaires acquises depuis chaque point de station en coordonnées cartésiennes se référant à un seul trièdre.

La photogrammétrie numérique, évolution de la photogrammétrie analogique, a elle aussi rapidement évolué au cours de ces vingt dernières années. Avec les progrès significatifs des trois dernières années, grâce aux plus amples

ABSTRACT - The introduction on the market of new hardware and software for architectural surveying has completely revolutionised operating procedures and conceptual approaches inherited from centuries of tradition. Point clouds acquired with laser scanning and photogrammetric methods are often considered the final result of a survey. The hypothesis put forward is that a survey is always the act of interpretation of an object, conducted either through direct contact with it or with a point cloud that precisely describes its layout.

à la page suivante
alla pagina seguente

1. Acquisition d'un nuage de points : a) positionnement du système de balayage ; b) trajectoire sur plan vertical (rouge) ; c-d) autres trajectoires sur plans verticaux (bleu et vert) ; e) nuage de points (sont surlignés les points obtenus par balayage dans les trajectoires verticales rouge, bleue et verte).

1. Acquisizione di una nuvola di punti: a) posizionamento dello scanner; b) traiettoria su piano verticale (rosso); c-d) ulteriori traiettorie su piani verticali (blu e verde); e) nuvola di punti (in evidenza i punti acquisiti dallo scanner nelle traiettorie verticali rossa, blu e verde).

capacités de calcul des ordinateurs, il est aujourd'hui possible de générer des *nuages de points* à partir de groupes de prises dûment collectées (Fig. 2). La possibilité de capturer avec une certaine rapidité des *nuages de points* qui décrivent précieusement la morphologie et les caractéristiques chromatiques des ouvrages concernés par les levés, a profondément modifié l'approche et les procédures de levé architectural et archéologique. Le levé architectural traditionnel, codifié par une pratique pluriséculaire, présume une observation attentive de l'ouvrage, la réalisation de dessins sur lesquels noter les mesures (appelés *levés préliminaires*) et enfin l'acquisition des mesures. La réalisation des levés préliminaires est l'une des principales étapes du levé; le choix du type de projection (plan, section, axonométrie ou perspective) est nécessaire pour les caractéristiques de l'ouvrage et les finalités du levé, et très souvent, ces levés préliminaires sont des anticipations des dessins définitifs du levé (Fig. 3). Pour la réalisation des levés préliminaires, sont nécessaires: une interprétation critique de la structure formelle de l'ouvrage ; l'identification des principaux éléments de la morphologie, de leur hiérarchie interne, de leur structure géométrique ; le choix des mesures servant à identifier les principaux éléments de la structure formelle et les éventuelles caractéristiques secondaires appropriées aux finalités du levé ; le choix des instruments à utiliser pour acquérir les mesures. Le levé se conclut par la *restitution*, à savoir la rédaction des documents graphiques. Bien entendu la séquence des différentes étapes précédemment illustrée est une simplification; souvent, au cours de la dernière phase de la restitution, des problèmes se posent nécessitant d'autres observations et mesures ; la séquence prend donc un caractère cyclique.

L'introduction des nouveaux instruments de mesure a permis à un groupe toujours plus important de chercheurs et de professionnels d'acquérir rapidement des *nuages de points* documentant la morphologie des surfaces. Bien que ces nuages soient souvent appelés *levés*, il convient de souligner immédiatement qu'il y a une grande différence entre nuage et levé; ce n'est pas par hasard d'ailleurs que des termes comme *acquisition* et *documentation* sont utilisés dans le cadre du processus menant à la définition des nuages. Il est indéniable que les nuages de point sont le résultat d'une mesure, mais nous préférons toutefois souligner ici la différence entre *acquisition* et *mesure*, en attribuant à cette dernière la signification d'opération consciente, précédée par la reconnaissance et la discrétisation de la structure formelle de l'ouvrage. Selon cette acception, nous pourrions définir comme *traditionnels* les levés pour lesquels les mesures effectués *sur place* ont pour

¹ Pour de simples raisons d'exposition, nous préférons ici supposer que le balayage laser est équipé de dispositifs pour la mise à niveau et se trouve donc en position horizontale sur le trépied.

¹ In questa sede, per semplicità di esposizione, si assume che il laser scanner sia dotato di dispositivi per la 'messa in bolla' e si trovi quindi in posizione orizzontale sul treppiede.

calcolo dei computer, permettono oggi di generare *nuvole di punti* da opportuni gruppi di prese (Fig. 2). La possibilità di catturare in tempi relativamente rapidi *nuvole di punti* che descrivono in modo preciso la morfologia e le caratteristiche cromatiche dei manufatti rilevati ha profondamente modificato l'approccio e le procedure del rilevamento architettonico ed archeologico. Il rilevamento architettonico tradizionale, codificato da una pratica plurisecolare, presuppone una attenta osservazione dell'opera, la redazione di disegni sui quali annotare le misure (detti *eidotipi*) e infine l'acquisizione delle misure. La redazione degli *eidotipi* costituisce uno dei momenti salienti del rilievo; la scelta del tipo di proiezione (pianta, sezione, assonometria o prospettiva) è funzionale alle caratteristiche dell'opera e alle finalità del rilievo e molto spesso gli *eidotipi* sono anticipazioni dei disegni di restituzione del rilievo (Fig. 3). La redazione degli *eidotipi* presuppone: una critica interpretazione della struttura formale dell'opera; l'identificazione degli elementi salienti della morfologia, di una loro gerarchia interna, della loro struttura geometrica; la scelta delle misure utili a identificare le componenti principali della struttura formale ed eventuali caratteristiche secondarie congruenti alle finalità per le quali il rilievo è stato commissionato; la scelta degli strumenti da utilizzare per l'acquisizione delle misure. Il rilievo si conclude con la *restituzione*, ovvero la redazione degli elaborati grafici. La sequenza delle fasi così enunciata è ovviamente una semplificazione; spesso accade che nel corso della fase terminale della restituzione emergano questioni che richiedono ulteriori osservazioni e misure; la sequenza assume così un assetto ciclico.

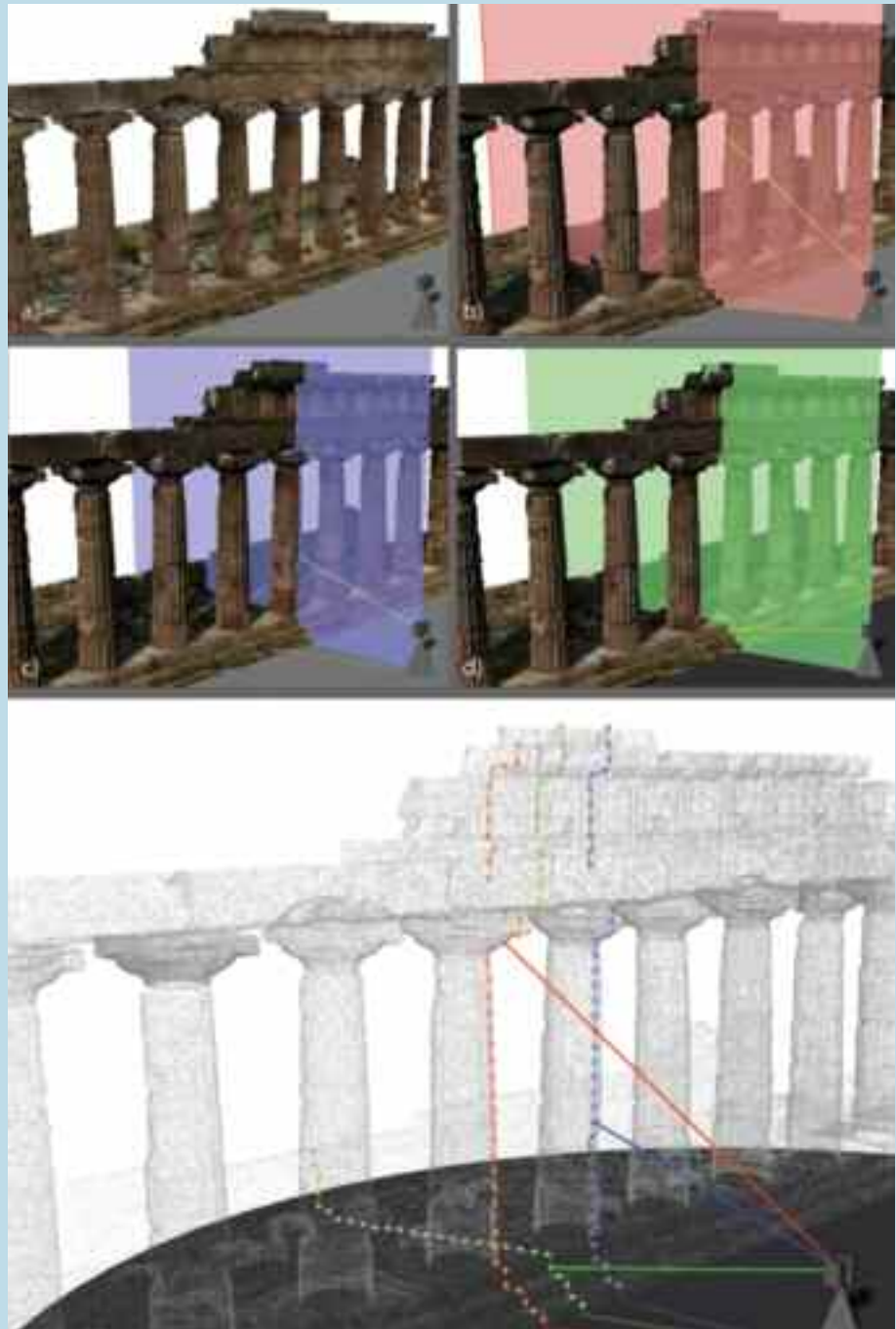
L'introduzione dei nuovi strumenti per la misura ha reso accessibile ad un gruppo sempre più ampio di studiosi e di professionisti la possibilità di acquisire in modo rapido *nuvole di punti* che documentano la morfologia delle superfici. Tali nuvole vengono spesso chiamate *rilievi*, ma va subito osservato che le nuvole sono qualcosa di diverso da un rilievo; non a caso, trattando del processo che conduce alla definizione delle nuvole, si usano termini come *acquisizione* e *documentazione*. Benché sia innegabile che le nuvole di punti siano il prodotto di una misura, in questa sede si preferisce sottolineare la differenza tra *acquisizione* e *misura*, assegnando a quest'ultima il significato di operazione consapevole, preceduta dal riconoscimento e dalla discretizzazione della struttura formale dell'opera. Secondo questa accezione potremmo definire *tradizionali* i rilievi nei quali le misure effettuate *in situ* sono finalizzate a determinare distanze, angoli e posizioni spaziali di punti salienti dell'opera, indipendentemente dal grado di contenuto tecno-

logico degli strumenti utilizzati. Le misure estratte con metodi topografici o con tecniche di restituzione fotogrammetrica stereoscopica, così come la misura di una distanza con un distanziometro laser, possono essere accomunate, secondo questa ipotesi, alle misure eseguite con gli strumenti ereditati dalla tradizione (longimetro, asta telescopica, triplometro, livella, calibro, filo a piombo, profilometro, ecc.).

Laddove il rilievo sul campo sia invece finalizzato alla creazione di un simulacro digitale dell'opera e le misure, anziché sul manufatto, vengano eseguite sul suo analogo digitale, siamo in presenza di una mutazione radicale dell'approccio e delle procedure, che impone l'obbligo di riconoscere la cesura tra un prima e un dopo, tra un rilievo tradizionale e una nuova forma di rilievo, per la quale non è ancora stata trovata una definizione univoca. Tale separazione è stata sancita nella letteratura scientifica dalla creazione del termine *rilevamento*, introdotto proprio per indicare la mera acquisizione dei dati metrici che conduce alla definizione del simulacro digitale, in contrapposizione al termine *rilievo*, con il quale si continua ad indicare il processo di conoscenza fondato su misure.

In sintesi potremmo affermare che, con l'utilizzo delle tecniche finalizzate alla costruzione di nuvole di punti o di mesh per via semiautomatica (tecniche laser scanning e fotogrammetria digitale), il *rilievo* abbia inizio solo dopo che il *rilevamento* abbia condotto alla definizione della copia digitale. Alla categoria dei *nuovi* rilievi possono essere ascritti anche i fotopiani e gli ortofotopiani; tali prodotti digitali, utilizzati già da diversi anni, possono essere considerati simulacri digitali bidimensionali (si tratta di immagini) dell'opera. Nella pratica dei *nuovi* rilievi, le fasi del rilievo tradizionale vengono ad applicarsi non più sul sito, ma in laboratorio, e non più sull'opera ma sulla sua copia digitale.

I nuovi rilievi portano con sé vantaggi e controindicazioni, dei quali occorre avere consapevolezza. La rapidità con cui è oggi possibile giungere alla definizione della copia digitale appare uno dei punti di forza di tali metodi, poiché riduce notevolmente i tempi di permanenza *in situ* e il numero di operatori necessario all'acquisizione dei dati. Proprio in tale rapidità va tuttavia ravvisata una delle principali controindicazioni: la ridotta permanenza sul posto, e la cura necessaria alla corretta applicazione e alla ottimizzazione delle procedure di acquisizione, distolgono lo sguardo dall'opera; il lavoro sul sito si conclude senza che l'opera sia stata osservata con la dovuta attenzione. Pur riconoscendo alla copia digitale la capacità di riprodurre in modo relativamente fedele le caratteristiche geometriche



2. Méthodes photogrammétriques : a) acquisition d'un nuage de points par méthodes photogrammétriques : en haut, la séquence des prises et en bas le nuage de points associé aux photogrammes, dont la position est indiquée par des rectangles bleu ciel ; b) vue du modèle en modalité wire-frame, ombragée et texturée.

2. Metodi fotogrammetrici: a) acquisizione di una nuvola di punti con metodi fotogrammetrici: in alto la sequenza delle prese e in basso la nuvola di punti associata ai fotogrammi, la cui posizione è indicata da rettangoli azzurri; b) veduta del modello in modalità wire-frame, ombreggiata e texturizzata.

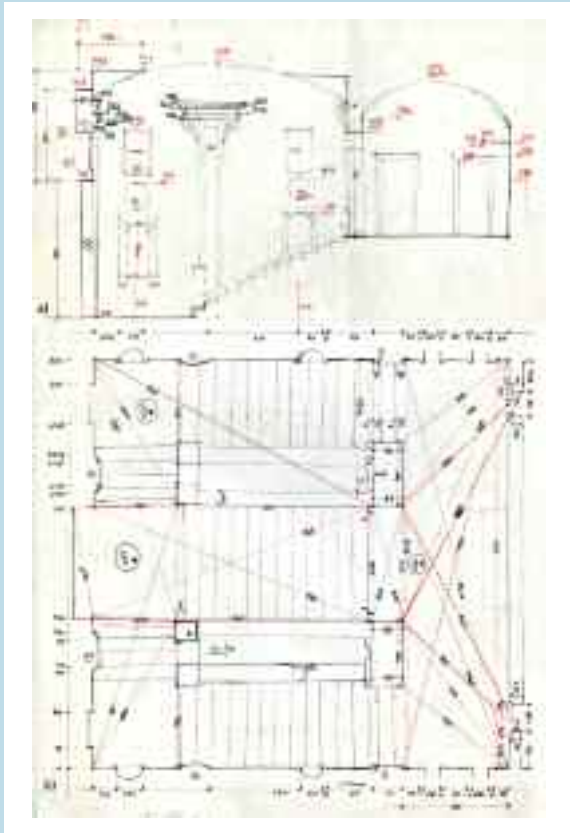


à la page suivante
alla pagina seguente

3. Méthodes directes. Levés préliminaires pour le levé de l'escalier de l'Oratorio dei Bianchi de Palerme : a) Section ; b) Plan (dessins de l'auteur).

3. Metodi diretti. Eidotipi per il rilievo della scala dell'Oratorio dei Bianchi di Palermo: a) Sezione; b) Pianta (disegni dell'autore).





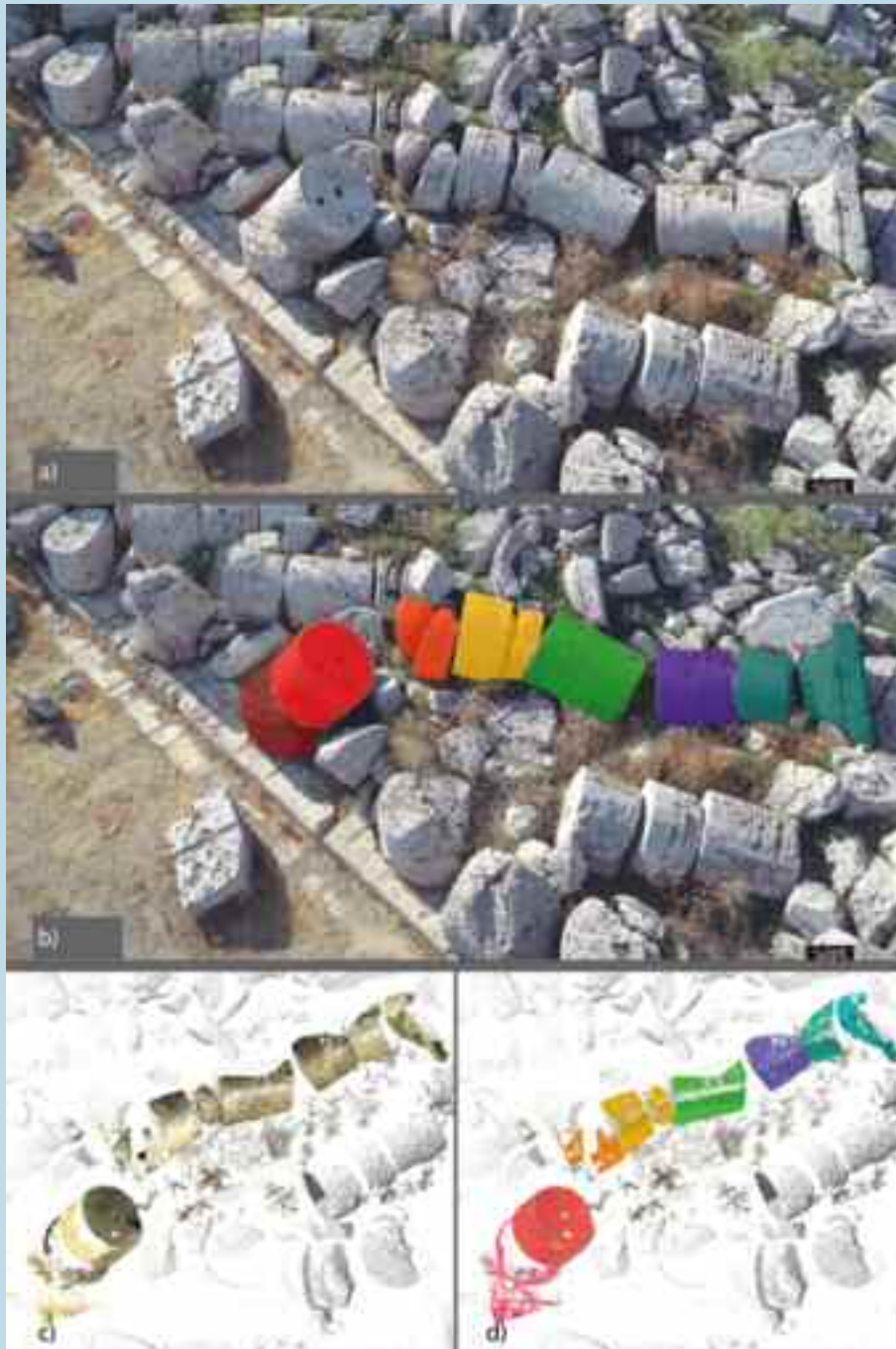
e cromatiche del manufatto, la riduzione o la negazione del contatto *fisico* con l'opera rappresenta uno dei rischi dei quali occorre tener conto, sia nella pratica operativa che nell'attività di formazione accademica sui temi del rilievo.

Alle controindicazioni fanno da contrappunto alcuni vantaggi del lavoro di analisi su *copie* digitali, fra i quali: la possibilità di analizzare in dettaglio la morfologia di frammenti erratici e proporre la ricomposizione spaziale; l'indagine accurata delle condizioni di degrado delle superfici e delle componenti geometriche dei degradi strutturali; la *estensibilità* dei prodotti digitali, che consente di aggiornare i modelli in base a nuove informazioni acquisite nel tempo e collegare spazialmente ad essi gli esiti di indagini diagnostiche; la possibilità di utilizzare i modelli digitali per simulazioni tese ad analizzare il loro comportamento strutturale. Tali vantaggi, ben noti agli operatori del settore, sono spesso ignorati dal ben più ampio gruppo di tecnici e di studiosi che a diverso titolo si occupano di beni culturali. Il lavoro

but de déterminer distances, angles et positions spatiales des principaux points de l'ouvrage, indépendamment du contenu technologique des instruments utilisés. Les mesures obtenues avec des méthodes topographiques ou des techniques de restitution photogrammétrique stéréoscopique, tout comme la mesure d'une distance avec un télémètre laser, peuvent, selon cette hypothèse, être assimilées aux mesures effectuées avec les instruments traditionnels (mètre ruban, tige télescopique, mètre pliant, niveau à bulle, calibre, fil à plomb, profilomètre, etc.).

En revanche, là où le levé sur le terrain a pour but de créer une simulation numérique de l'ouvrage et là où les mesures, au lieu d'être faites sur l'ouvrage sont prises sur un modèle numérique, nous sommes alors en présence d'une approche et de procédures radicalement différentes avec l'obligation de faire une différence entre l'avant et l'après, entre un levé traditionnel et une nouvelle forme de levé, pour laquelle une définition univoque n'a pas encore été trouvée. Cette distinction a été confirmée dans la littérature scientifique avec la création du terme *relèvement*, introduit justement pour indiquer la simple acquisition de données métriques pour la définition de la simulation numérique, en opposition au terme *levé* qui continue d'indiquer le processus de connaissance fondé sur les mesures. En résumé, nous pourrions donc affirmer qu'avec l'utilisation des techniques visant à réaliser les nuages de points ou mesh de façon semi-automatique (techniques par balayage scanner et photogrammétrie numérique), le *levé* ne commence qu'après que le *relèvement* ayant permis de définir la copie numérique. Dans la catégorie des *nouveaux* levés, il est possible d'ajouter également les photoplans et les orthophotoplans ; ces produits numériques, déjà utilisés depuis plusieurs années, peuvent être considérés comme des simulations numériques bidimensionnelles (il s'agit d'images) de l'ouvrage. Dans la pratique des *nouveaux* levés, les phases du levé traditionnel ne sont plus appliquées sur place mais en laboratoire, ni sur l'ouvrage mais sur sa copie numérique.

Les nouveaux levés ont des avantages et des inconvénients qu'il convient de connaître. La rapidité avec laquelle il est aujourd'hui possible de définir la copie numérique est sans nul doute l'un des principaux atouts de ces méthodes puisqu'elle permet de réduire de façon significative les délais de séjour *sur place* et le nombre d'opérateurs nécessaires pour collecter toutes les données. Toutefois cette rapidité présente l'un des principaux inconvénients: le séjour sur place réduit au strict minimum et le soin nécessaire pour une application correcte et l'optimisation des procédures de collecte des données, détournent le regard

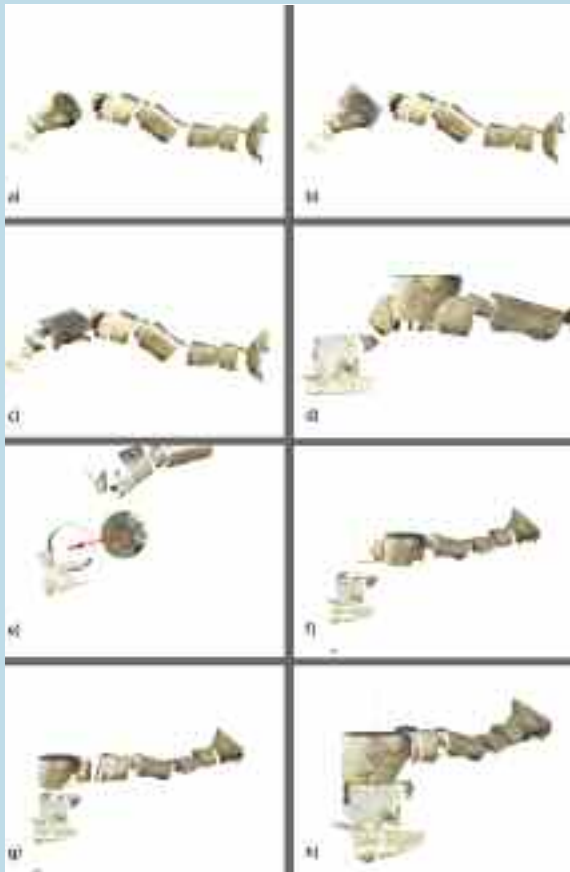


su *copie* digitali richiede ancor oggi specifiche competenze sull'utilizzo di software di modellazione digitale e di elaborazione e gestione delle nuvole di punti; aspetti generazionali e una persistente *resistenza* nell'aggiornamento dei percorsi formativi in ambito accademico, fanno sì che tali competenze rimangano ancor oggi patrimonio di un ristretto gruppo di operatori specializzati. Per questo motivo le valenze euristiche dei *nuovi* rilievi continuano ad essere sottovalutate; talvolta dalla sottovalutazione si passa alla critica, avanzando la tesi che gli operatori specializzati nei nuovi metodi del rilievo siano utilizzatori esperti di una tecnologia, incapaci di leggere e interpretare la complessità delle opere rilevate. Si assiste così ad una sorta di rinnovata *querelle des anciens et des modernes* che ha non poco ostacolato la diffusione dei *nuovi* rilievi.

Il rinnovamento generazionale del corpo docente potrà certamente agevolare, in un futuro non lontano, una riforma dei piani di studio accademici finalizzata all'introduzione delle *nuove* tecniche di rilievo nei corsi di studio in Architettura, Archeologia o Restauro. Anche allora rimarranno esclusi dalla possibilità di utilizzare *copie* digitali tutti quegli studiosi che non sono stati formati sulle tecniche del rilievo, quali ad esempio gli storici dell'arte e il vasto pubblico di cittadini che per passione o curiosità desiderano approfondire la propria conoscenza dei beni culturali.

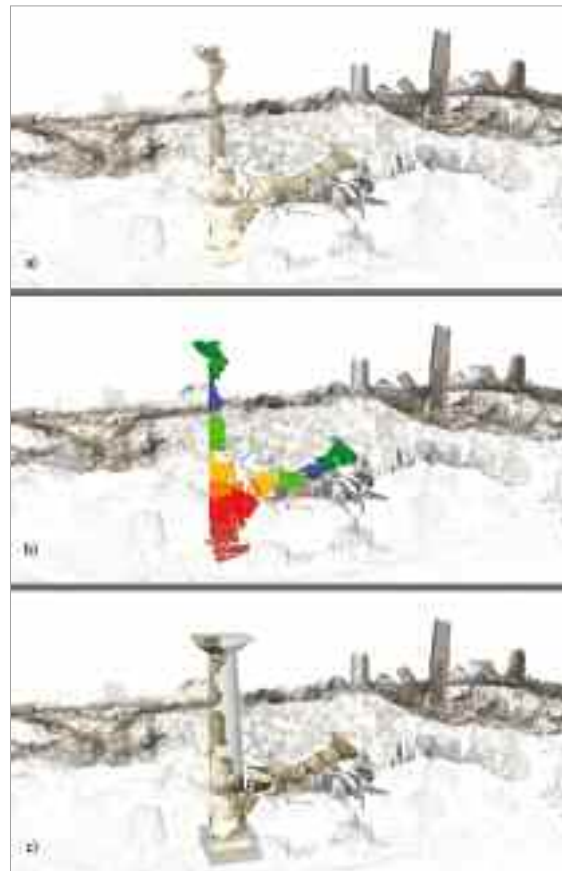
La consapevolezza degli ostacoli che ad oggi impediscono un'ampia diffusione dello studio su *copie* digitali è stata ben avvertita dal ristretto gruppo degli specialisti del settore, che da qualche tempo hanno indirizzato sforzi crescenti allo sviluppo di software che consentano la visualizzazione, annotazione e interrogazione delle copie digitali in un ambiente ormai diffusamente familiare, come quello dei motori di ricerca in rete (Google Chrome, Internet explorer, Firefox), con un'interfaccia semplice e con pochi comandi di facile gestione. Fra le più recenti esperienze si segnala l'applicazione sviluppata da Autodesk per la visualizzazione delle copie digitali prodotte dal *3D Digitization Program Office* del museo Smithsonian di Washington (<http://3d.si.edu/>). L'applicazione consente la visualizzazione della copia, l'estrazione di misure e di sezioni, la generazione di viste secondo piani cartesiani, la consultazione di informazioni collegate a parti specifiche del modello, la cattura di viste e la condivisione di osservazioni e annotazioni tramite i *social network* (Facebook, etc.).

Lo sviluppo e la diffusione di questo tipo di applicazioni consentirà l'avvio di una dimensione collaborativa nelle attività di studio e in quelle finalizzate alla conservazione; la possibilità di consultare informazioni e di aggiungerne ulteriori potrà condurre alla definizione di una sorta di



Wikipedia dei beni culturali basata su copie digitali; le informazioni sullo stato degli studi o sulle problematiche legate alla conservazione potranno essere consultate da un vasto gruppo di studiosi e tecnici, che potranno arricchire le conoscenze sull'opera grazie alla possibilità di commentare informazioni e aggiungere contenuti a quelle già inserite. Anche la Comunità Europea ha acquisito la consapevolezza delle opportunità offerte dal lavoro collaborativo su copie digitali e il programma *Horizon 2020* ha recentemente dedicato alcune misure allo sviluppo di strumenti per la visualizzazione e l'interrogazione di copie digitali.

Al fine di chiarire in modo più esplicito le opportunità offerte dai nuovi rilievi nelle attività finalizzate allo studio e alla conservazione dei beni archeologici, vengono di seguito presentate le ricomposizioni spaziali di una colonna del *Tempio G* di Selinunte e del telamone del *Tempio di Zeus*



de l'ouvrage; le travail sur le terrain se conclut sans que l'ouvrage ait été observé avec toute l'attention qui lui est due. Tout en reconnaissant à la copie numérique la capacité de reproduire de façon relativement fidèle les caractéristiques géométriques et chromatiques de l'ouvrage, la diminution ou l'absence de contact *physique* avec l'ouvrage représente un des risques dont il faut tenir compte, tant dans la pratique opérationnelle que dans la formation académique sur les levés.

Ces inconvénients contrastent avec certains avantages du travail d'analyse sur *copies* numériques, parmi lesquels: la possibilité d'analyser en détail la morphologie de fragments erratiques et d'en proposer la reconstitution spatiale; l'étude approfondie des conditions de dégradation des surfaces et des éléments géométriques des dégradations structurelles; l'*extensibilité* des produits numériques

4. Recombosition d'une colonne du temple G de Selinunte : a) photo de la colonne prise depuis une plateforme élévatrice ; b) identification des tambours sur la photo ; c) nuage de points texturé obtenu par balayage laser ; d) identification des tambours sur le nuage de points.

4. Ricomposizione di una colonna del tempio G di Selinunte: a) foto della colonna acquisita da un cestello elevatore; b) individuazione dei rocchi sulla foto; c) nuvola di punti texturizzata acquisita con laser scanner; d) individuazione dei rocchi sulla nuvola di punti.

5. Procédé de recombosition de la colonne : a) le nuage de points ; b) identification du plan d'attente du deuxième tambour ; c) rotation du tambour qui confère l'emplacement horizontal au plan d'attente ; d-e) sections horizontales à proximité du plan d'attente du premier tambour et du plan de pose du deuxième ; f) vecteur de déplacement qui mène au centre de la circonférence du deuxième tambour sur l'axe vertical du premier ; g) alignement du deuxième tambour ; h) rapprochement du plan de pose du deuxième tambour sur le plan d'attente du premier.

5. Processo di ricomposizione della colonna: a) la nuvola di punti; b) individuazione del piano di attesa del secondo rocchio; c) rotazione del rocchio che conferisce giacitura orizzontale al piano di attesa; d-e) sezioni orizzontali in prossimità del piano di attesa del primo rocchio e del piano di posa del secondo; f) vettore di spostamento che porta il centro della circonferenza del secondo rocchio sull'asse verticale del primo; g) allineamento del secondo rocchio; h) accostamento del piano di posa del secondo rocchio sul piano di attesa del primo.

6. Images de la colonne recomposée : a) nuage de points texturé ; b) tambours colorés avant et après anastilose ; c) détermination de la surface de la colonne érigée.

6. Immagini della colonna ricomposta: a) nuvola di punti texturizzata ; b) rocchi colorati prima e dopo l'anastilosi; c) determinazione della superficie della colonna eretta.

7. Relocalisation spatiale du télamon du Temple de Zeus à Agrigente : a) levé par méthodes photogrammétriques du télamon conservé au musée archéologique Pietro Griffo d'Agrigente ; b) vues du mesh extrait du nuage de points ; c) relocalisation et identification de la correspondance entre les blocs du télamon et les couches du mur fermant l'écartement entre les colonnes.

7. Ricollocazione spaziale del telamone del Tempio di Zeus ad Agrigento: a) rilievo con metodi fotogrammetrici del telamone custodito presso il museo archeologico Pietro Griffo di Agrigento; b) viste della mesh estratta dalla nuvola di punti; c) ricollocazione e individuazione della corrispondenza fra i blocchi del telamone e i filari del muro che chiude l'intercolumnio.



permettant d'actualiser les modèles sur la base de nouvelles informations collectées au fil du temps et de les relier spatialement avec les résultats d'enquêtes diagnostiques; la possibilité d'utiliser les modèles numériques pour des simulations visant à analyser leur comportement structurel.

Ces avantages, bien connus des professionnels du secteur, sont souvent ignorés par l'ensemble plus vaste de techniciens et de chercheurs qui, à différent titre, s'occupent de biens culturels. Leur travail sur *copies* numériques nécessite aujourd'hui encore des compétences spécifiques en matière d'utilisation de logiciels de modélisation numérique et d'élaboration et gestion des nuages de points; en raison de certains aspects générationnels et d'une *résistance* persistante à réviser les itinéraires de formation en milieu académique, ces compétences demeurent aujourd'hui encore patrimoine d'un groupe restreint d'opérateurs spécialisés. C'est la raison pour laquelle, les valeurs heuristiques des *nouveaux* levés restent sous-évaluées; parfois la sous-évaluation fait place à la critique en soulevant l'hypothèse que les opérateurs spécialisés dans les nouvelles méthodes de levé sont des utilisateurs experts d'une technologie,

ad Agrigento, elaborate a seguito di rilievi *in situ* con metodi laser scanning e fotogrammetrici eseguiti dal Laboratorio di Computer Grafica del Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo.

I frammenti del *Tempio G*² di Selinunte e del *Tempio di Zeus*³ ad Agrigento, con i suoi giganteschi telamoni, hanno per secoli stimolato l'attenzione degli studiosi, come attestato da una vasta bibliografia e da un altrettanto ricco repertorio iconografico. Il rilievo con laser scanner ha consentito un puntuale esame della morfologia dei frammenti che ha condotto alla formulazione delle proposte di ricomposizione.

Il *Tempio G* di Selinunte si presenta oggi come una cava all'aperto (Fig. 4), un insieme imponente di frammenti di una gigantesca opera mai giunta a compimento, come attestano i fusti delle colonne che non hanno mai raggiunto la fase terminale di definizione con la realizzazione delle scanalature. Il rilievo dei tamburi di alcune colonne del fronte sud del *Tempio G* è stato indirizzato alla loro ricomposizione e alla determinazione dell'altezza della colonna. L'analisi in laboratorio della nuvola di punti ha consentito di determinare la giacitura dei piani di posa e di attesa dei



singoli tamburi e di eseguire le rotazioni utili ad assegnare loro una giacitura orizzontale; si è quindi potuto procedere a sezionare i tamburi con piani orizzontali, determinando una sequenza di circonferenze; dall'accostamento fra le circonferenze estratte in prossimità del piano di attesa di un rocchio con quelle estratte dal piano di posa del rocchio successivo, è stato possibile procedere al riallineamento dei rocchi del fusto ed infine del capitello (Fig. 5-6).

Procedure analoghe sono state utilizzate per la ricomposizione del telamone del *Tempio di Zeus* ad Agrigento. Il rilievo del telamone è stato confrontato con alcune delle ipotesi ricostruttive proposte dagli studiosi; l'assenza dei blocchi corrispondenti ai piedi è stata colmata integrando il modello estratto dal rilievo con informazioni desunte da studi condotti da archeologi. La ricollocazione spaziale ha tenuto conto sia di aspetti dimensionali che di aspetti strutturali.

Dallo studio condotto è emerso che il telamone dovesse avere soltanto funzione decorativa, poiché l'analisi statica ha condotto alla conclusione che la statua potesse reggersi in posizione eretta solo grazie all'ancoraggio dei blocchi alle pareti che chiudevano gli intercolumni (Fig. 7).

incapables de lire et d'interpréter la complexité des ouvrages concernés. On assiste ainsi et de nouveau à une espèce de *querelle des anciens et des modernes* ayant énormément freiné la divulgation des *nouveaux levés*.

Le renouvellement générationnel du corps enseignant pourra certainement, à court terme, faciliter une réforme des programmes d'études académiques visant à introduire les *nouvelles techniques* de levé dans les facultés d'Architecture, Archéologie ou Restauration. Mais là encore, ne pourront utiliser les *copies* numériques, les chercheurs n'ayant reçu aucune formation sur les techniques de levé, comme par exemple les historiens de l'art et le vaste public de personnes qui, par passion ou curiosité, souhaite approfondir leurs connaissances sur les biens culturels.

Un groupe restreint de spécialistes de ce secteur, conscient des obstacles qui aujourd'hui encore freinent l'essor de l'étude sur copies numériques, s'efforce depuis quelques temps à mettre au point des logiciels permettant de visualiser, noter et interroger les copies numériques dans un milieu désormais largement familier comme celui des moteurs de recherche (Google Chrome, Internet explorer, Firefox), avec une interface simple et peu de commandes facilement utilisables. Parmi les expériences les plus récentes, signalons l'application créée par Autodesk pour visualiser les copies numériques produites par *3D Digitization Program Office* du musée Smithsonian de Washington (<http://3d.si.edu/>). Cette application permet de visualiser la copie, d'extraire les mesures et les sections, de générer des vues selon des plans cartésiens, de consulter des informations sur certaines parties spécifiques du modèle, de capturer des vues et de partager remarques et notes par le biais d'un *réseau social* (Facebook, etc.).

La création et la diffusion de ce type d'applications permettra de lancer une ère de collaborations dans les activités d'étude et de conservation; la possibilité de consulter des informations et d'en ajouter d'autres, pourra mener à réaliser une sorte de Wikipedia des biens culturels basé sur des copies numériques; les informations sur l'avancement des études ou sur les problèmes liés à la conservation pourront être consultées par un vaste groupe de chercheurs et de techniciens qui pourront ainsi enrichir leurs propres connaissances sur l'ouvrage, grâce à la possibilité de commenter les informations et d'ajouter des contenus aux informations déjà enregistrées. Même la Communauté Européenne a pris conscience des opportunités qu'offre le travail de collaboration sur copies numériques et le programme *Horizon 2020* a récemment consacré certaines mesures à la mise au point d'instruments pour la visualisation et l'interrogation de copies numériques.

² Le levé par balayage laser du temple G a démarré en été 2005 dans le cadre d'un projet international organisé par le Département de Représentation (aujourd'hui Département d'Architecture) de l'Université de Palerme et par l'École Technique Supérieure d'Architecture I du Polytechnique de Barcelone (ETSAB). D'autres levés ont été effectués sous la direction de l'auteur pour la rédaction de thèses de doctorat présentées à la Faculté d'Architecture de Palerme.

² *Il rilievo con laser scanner del tempio G è stato avviato nell'estate del 2005 nell'ambito di un workshop internazionale promosso dal Dipartimento di Rappresentazione (oggi Dipartimento di Architettura) dell'Università di Palermo e dal Dipartimento di Espressió Grafica Arquitectonica I del Politecnico di Barcellona (ETSAB). Ulteriori rilievi sono stati eseguiti sotto la guida dell'autore per la redazione di tesi di laurea discusse presso la Facoltà di Architettura di Palermo.*

³ Le levé du télamon du Temple de Zeus, conservé au musée archéologique Pietro Griffo d'Agrigente, réalisé par balayage laser et photogrammétrie, a été effectué par l'auteur en collaboration avec Mauro Lo Brutto et l'architecte Mirco Cannella. Les résultats de cette étude ont fait l'objet de deux contributions: la première sur les questions concernant la précision des méthodes de mesure utilisées (Lo Brutto Spera 2011) et la deuxième sur le thème de la relocalisation spatiale du télamon également par rapport à sa fonction structurale à l'intérieur du Temple de Zeus (Agnello Cannella Benfratello 2013).

³ *Il rilievo del telamone del Tempio di Zeus custodito presso il museo archeologico Pietro Griffo di Agrigento, condotto con metodi laser scanning e fotogrammetrici, è stato eseguito dall'autore in collaborazione con il dott. Mauro Lo Brutto e con l'arch. Mirco Cannella. Gli esiti di tale studio sono stati oggetto di due contributi scientifici: il primo è incentrato sulle questioni relative alla accuratezza dei metodi di misura utilizzati (Lo Brutto Spera 2011). Il secondo contributo affronta il tema della ricollocazione spaziale del telamone anche in relazione alla sua funzione strutturale all'interno del Tempio di Zeus (Agnello Cannella Benfratello 2013).*

Afin de mieux expliquer les opportunités offertes par les nouveaux levés dans le domaine de l'étude et de la conservation des biens archéologiques, sont présentées ci-après les reconstitutions spatiales d'une colonne du Temple G² de Selinunte et du télamon du Temple de Zeus³ à Agrigente, élaborées suite aux levés effectués *sur place* avec des instruments à balayage laser et photogrammétriques par le Laboratoire de la Faculté d'Architecture de l'Université de Palerme. Pendant des siècles, les morceaux du Temple G de Selinunte et du Temple de Zeus à Agrigente, avec ses gigantesques télamons, ont suscité l'attention des chercheurs, comme en témoigne la vaste bibliographie à ce sujet et le répertoire iconographique tout aussi riche. Le levé par balayage laser a permis d'examiner de façon approfondie la morphologie des fragments pour ensuite formuler des propositions de reconstitution.

Le Temple G de Selinunte se présente aujourd'hui comme une carrière à ciel ouvert (Fig. 4), un ensemble imposant de fragments d'un gigantesque ouvrage jamais achevé, comme en témoignent les colonnes incomplètes sur lesquelles les cannelures n'ont jamais été réalisées. Le levé des tambours de certaines colonnes sur le côté sud du Temple G a permis d'en faire la reconstitution et de déterminer la hauteur de la colonne. Grâce à l'analyse en laboratoire du nuage de points, il a été possible de définir l'emplacement des plans de pose et d'attente de chaque tambour et d'effectuer les rotations servant à leur attribuer un emplacement horizontal; puis les tambours ont été sectionnés en plans horizontaux déterminant ainsi une suite de circonférences; en rapprochant les circonférences extraites à proximité du plan d'attente d'un tambour avec celles extraites du plan de pose du tambour suivant, il a été possible de procéder au réaligement des tambours de la colonne puis du chapiteau (Fig. 5-6).

Des procédures similaires ont été utilisées pour la reconstitution du télamon du Temple de Zeus à Agrigente. Le levé du télamon a été confronté avec certaines hypothèses de reconstruction proposées par les chercheurs; l'absence des blocs correspondant aux pieds a été palliée en intégrant le modèle extrait du levé avec des informations tirées de recherches menées par des archéologues. La relocalisation spatiale a tenu compte aussi bien des aspects dimensionnels que des aspects structurels. L'étude menée a démontré que le télamon ne devait avoir qu'une fonction décorative, car l'analyse statique a permis de conclure que la statue ne pouvait rester debout que grâce aux éléments fixant les blocs aux murs qui fermaient les écartements entre les colonnes (Fig. 7).

Références / Riferimenti

Agnello F., Cannella M., Benfratello S., 2013 *I Telamoni del Tempio di Zeus: rilievi, disegni e ricostruzioni*, Atti del X Convegno UID (Unione Italiana del Disegno), Matera 24-26 Ottobre 2013.

Lo Brutto, M., Spera, G., 2011 Image-based and range-based 3D modelling of archaeological cultural heritage: the Telamon of the Temple of Olympian Zeus in Agrigento: *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)* volume XXXVIII-5/V16.