



**HAL**  
open science

## L'arrière-scène du théâtre romain : le cas de Byblos au Liban

Giovanni de Paoli, Nada El-Khoury

► **To cite this version:**

Giovanni de Paoli, Nada El-Khoury. L'arrière-scène du théâtre romain : le cas de Byblos au Liban. Virtual Retrospect 2005, Robert Vergnieux, Nov 2005, Biarritz, France. pp.44-49. hal-01757547

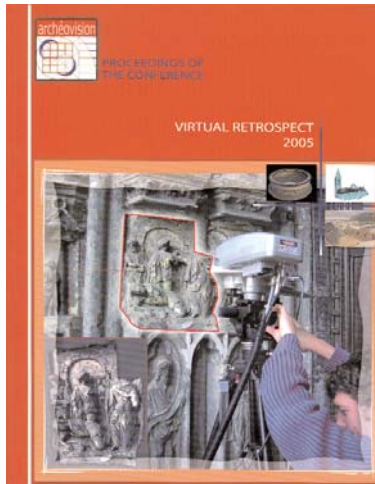
**HAL Id: hal-01757547**

**<https://hal.science/hal-01757547v1>**

Submitted on 4 Apr 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

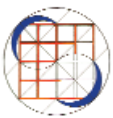
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Vergnienx R. et Delevoie C., éd. (2006),  
Actes du Colloque Virtual Retrospect 2005,  
*Archéovision 2*, Editions Ausonius, Bordeaux

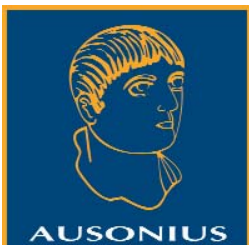
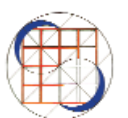
## Tiré-à-part des Actes du colloque Virtual Retrospect 2005

Biarritz (France) 8, 9 et 10 novembre 2005



G. De Paoli, N. El-Khoury

*Behind the Stage of a Roman Theatre: the Case of Byblos in  
Lebenon* .....pp.44-49



Conditions d'utilisation :  
l'utilisation du contenu de ces pages est limitée à un usage  
personnel et non commercial.  
Tout autre utilisation est soumise à une autorisation préalable.  
Contact : [virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr](mailto:virtual.retrospect@archeovision.cnrs.fr)

<http://archeovision.cnrs.fr>



## L'ARRIÈRE-SCÈNE DU THÉÂTRE ROMAIN : LE CAS DE BYBLOS AU LIBAN

Giovanni De Paoli

Groupe de recherche en CAO (GRCAO) École d'architecture, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville,  
Montréal, QC, Canada  
[giovanni.de.paoli@umontreal.ca](mailto:giovanni.de.paoli@umontreal.ca)

Nada El-Khoury

Groupe de recherche en CAO (GRCAO) École d'architecture, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville,  
Montréal, QC, Canada  
[nada.el.khoury@umontreal.ca](mailto:nada.el.khoury@umontreal.ca)

**Abstract :** Virtual space opens new possibilities of expression and experiment, in addition to the potential for simulation. It also helps to re-create and remould a monumental complex without having all the information and to test hypotheses that we would otherwise be unable to validate without compromising the heritage values of a site by physically reconstructing it. This was the case of the Roman theatre of Byblos (A.D. 218) in Lebanon that, in the 1930s, was moved and rebuilt near the sea by archaeologist M. Dunand. These new possibilities present new challenges to our Computer Aided Design Research Group (GRCAO) of the Université de Montréal and allow us to develop our know-how in the restoration of monuments and archaeological complexes. Our main goal is to define new approaches to modelling and computer-based descriptions that make these intuitive interactions possible and that propose an organization of information that optimizes the understanding of these interactions. Through the study case of Roman theatres and precisely the Roman theatre of Byblos, we intend to propose a codification of the information which is necessary for a better understanding of the site and the monuments preserved in situ by proposing digital models. These models reflect not only the result of the experimentation but far more the process that produced the result.

**Keywords :** restoring ancient sites — 3D models — procedural model — Roman theatre — Byblos.

### 1 Byblos, la création d'un espace-mémoire

Le port de Byblos était dès l'Antiquité un important centre commercial de la Méditerranée orientale. Comme Beyrouth située plus au Sud, Byblos est une ville côtière tout en étant à proximité des montagnes boisées. Elle présente deux caractéristiques qui lui donnent l'avantage de bénéficier d'une ouverture sur la mer et jadis d'un centre de construction navale. Byblos jouit d'une part d'anciens quartiers, encore

animés aujourd'hui de vie et d'autre part d'un site archéologique où le travail d'exploration a dégagé l'une après l'autre des villes abandonnées révélant des civilisations disparues. "L'intérêt principal offert par Byblos à la curiosité du visiteur consiste dans la superposition, dans le même emplacement, de ruines s'étalant sur sept mille ans d'histoire" [1].

Au fil du temps ce lieu fut utilisé comme carrière par les civilisations qui se succédaient. C'est le cas du théâtre romain qui a été utilisé comme carrière par les Croisés et dont les origines remontent à 218 de notre ère. Seuls les cinq premiers gradins et la scène subsistent. Le théâtre fut d'abord découvert faisant face au soleil couchant. Il fut déplacé par les archéologues près de la mer pour arriver au niveau des stratifications du Bronze ancien [2].

Depuis 1984, Byblos figure sur la Liste du patrimoine mondial de l'Unesco [3]. Le Conseil international des monuments et des sites (ICOMOS) a recommandé l'inscription de Byblos au titre des critères suivants : (I) Byblos offre un témoignage exceptionnel sur les débuts de la civilisation phénicienne; dès l'âge du bronze ; (II) Byblos donne l'un des premiers exemples d'organisation urbaine dans le monde méditerranéen ; (III) Byblos est directement et matériellement associée à la diffusion de l'alphabet phénicien (dont l'humanité est toujours largement tributaire [3]. Les inscriptions phéniciennes trouvées sur le sarcophage d'Ahiram à Byblos témoignent de la découverte du premier alphabet qui a été d'abord transmis par les phéniciens aux Grecs puis aux Romains. "Sans l'alphabet phénicien, la civilisation occidentale aurait pu suivre une autre voie." [2].

Le projet proposé porte sur la mémoire de l'histoire de Byblos : "Une pierre, Deux maisons, Trois ruines, Quatre fossoyeurs. Un jardin, Des fleurs [...]". C'est ainsi que débute le poème inventaire, écrit par Jacques Prévert [4]. Si l'on pouvait faire la liste de tous les éléments qui peuvent révéler un savoir-faire, on obtiendrait peut-être ce genre

d'énumération un peu étrange et décousue. Mais alors, comment pourrait-on communiquer cette "liste" de savoir-faire présents dans la ville de Byblos et pourtant pas tout à fait visibles ? Après avoir observé la ville et évoqué son passé plusieurs questions se posent comme par exemple : comment pourrait-t-on restituer les savoir-faire ? La restitution dans sa définition est l'action de rendre à quelque chose sa forme primitive. Mais s'agit-il de restitution ou faut-il tenter de transmettre différemment ?

La liste que nous nous proposons de faire, telle le poème de Prévert risquerait de s'allonger. Les contes et les légendes que nos ancêtres se racontaient autrefois à la veillée seraient aussi à inscrire dans cette liste. Les savoir-faire : les gestes précis du bâtisseur de la forteresse, les techniques du tailleur de pierres ou encore les méthodes utilisées par les pêcheurs et bien d'autres pourraient s'ajouter. La liste de ce monde passé, parfois immatériel est longue. Et c'est le danger d'en perdre la trace qui est à l'origine de ce projet. Il ne s'agit pas de proposer des expériences pour gérer un inventaire de savoir-faire mais un moyen de les communiquer : Comment communiquer l'invisible ? Comment rendre visible ce qu'on ne voit pas mais qu'on imagine être derrière les ruines de Byblos ? Et comment proposer de nouvelles approches de transfert de ces savoir-faire et modes de vie ?

Le projet de Byblos devient alors un véritable laboratoire de création, des lieux d'émergence de nouvelles approches de mise en valeur de la "mémoire" d'un lieu. Un lieu d'expression des cultures qu'on définit comme un "patrimoine sans papiers", porteur de témoignages sur les pratiques sociales comme sur les savoir-faire anciens [5].

Pour faciliter l'atteinte des objectifs visés, nous avons développé d'abord un environnement de communication numérique que nous appelons plate-forme de communication virtuelle qui permet l'observation des études déjà réalisées par nos groupes de recherche, et par la suite, aidera la définition des nouvelles orientations méthodologiques pour la restitution du patrimoine matériel et immatériel [6] [7]. Cette plate-forme a été créée en se basant sur les récents résultats de recherche des groupes impliqués et est conçue avec une approche transdisciplinaire pour faire émerger de la confrontation des disciplines de nouvelles données et nous offrir une vision inédite de l'environnement étudié et de sa représentation.

Le projet d'expérience méthodologiques sur l'espace-mémoire de Byblos que mène notre groupe de recherche (GRCAO, Groupe de recherche en conception assistée par ordinateur) en collaboration avec l'Académie Libanaise des Beaux-Arts (ALBA) est un véritable laboratoire de création de lieux d'émergence et de nouvelles approches de mise en valeur de la "mémoire" d'un lieu [8]. L'équipe de travail regroupe des experts en architecture, en conservation du bâtiment, en histoire, en archéologie et en informatique et s'inscrit dans les travaux du GRCAO et dans son approche multidisciplinaire.

En visitant le site archéologique, le visiteur est un spectateur passif du paysage, il ne peut établir de communication avec ce lieu. Mais en visitant la vieille cité avec ces souks animés, une

communication s'établit entre lui et les lieux : son rôle ne se limite plus à celui de spectateur mais s'étend à celui d'acteur qui participe en vivant la vieille ville avec toute la beauté de son patrimoine. C'est un patrimoine qui a la particularité de garder le bâti de le faire revivre à travers les rues qui grouillent de toutes sortes d'activités. Le site archéologique est constitué de multicouches, de traces cassées. Plus tard, il serait difficile au visiteur d'imaginer et d'intégrer dans sa mémoire le site archéologique, mais par contre un lieu comme la ville où il a vécu, il pourra se l'approprier. [9]

Le tertre de l'antique cité a été constitué à la suite des travaux entrepris par M. Montet (1921 à 1924) et se sont poursuivis par les fouilles de M. Dunand qui ont débutés en 1933. [1] Les traces trouvées dans le tertre de l'antique cité se prolonge à travers la vieille ville par la voie romaine (fig. 1). C'est pourquoi en se promenant dans la ville, le visiteur averti, a sans cesse l'impression de piétiner un patrimoine enfoui sous les dallages des sentiers. Mais il en voit une partie à travers les façades et les intérieurs anciens qui expriment un patrimoine vivant.

La valeur historique de traces de théâtre romain peut servir de point de départ pour amorcer une étude de différents endroits de la vieille ville qui peuvent être transformés en lieux scéniques. Le patrimoine qui se prolonge du tertre de l'antique cité vers les rues de la ville, peut être mis en scène pour

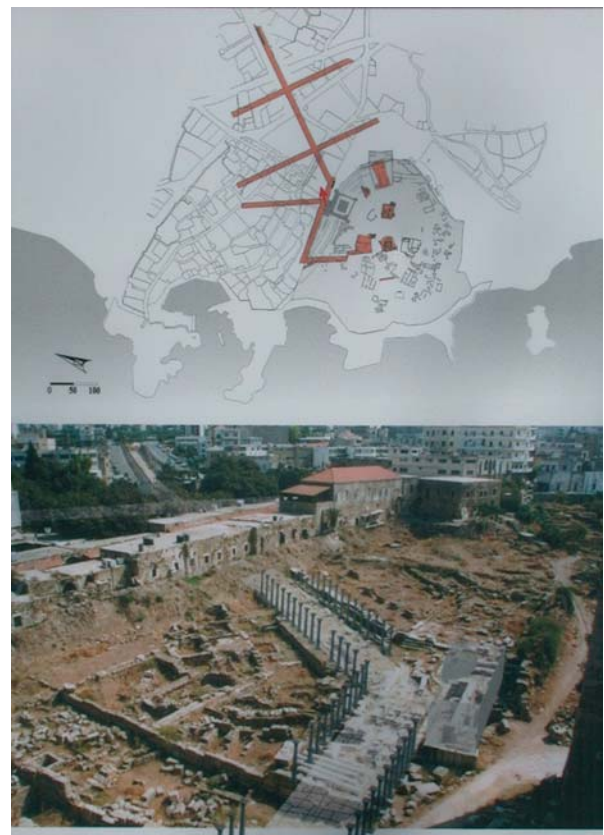


Fig. 1 : Panneau d'information sur le site archéologique montrant comment jadis une voie romaine parcourait la ville jusqu'au site archéologique actuel.

constituer le décor naturel à la fois d'un espace scène et d'un espace spectateur ou les deux à la fois. Et qui dit patrimoine, dit aussi patrimoine matériel et immatériel qui englobe les modes de vie.

## 2 Les technologies de la communication et de l'information et Byblos : un laboratoire de création

Les technologies informatiques ont progressivement transformé les méthodologies adoptées pour la gestion de l'information dans les domaines de l'architecture, de l'archéologie et de la conservation de l'environnement bâti. De façon générale, depuis l'apparition des premiers outils informatiques, l'architecture et, par la suite l'archéologie ont commencé à produire des représentations tridimensionnelles d'édifices, à créer des bases de données et à expérimenter des méthodes de reconstitution d'édifices monumentaux.

Depuis, les représentations archéologiques tridimensionnelles, de plus en plus réalistes, permettent une très bonne interprétation des ensembles patrimoniaux (Institut Ausonius, Bordeaux ; UCLA, Los Angeles; MAP, Marseille). Mais souvent ces modèles virtuels 3D ne servent qu'à illustrer le résultat des différents projets sans qu'ils ne puissent contribuer activement à leur élaboration ou à la compréhension des savoir-faire ou du patrimoine immatériel qui constituent ces modèles [10].

L'objectif de nos travaux s'insère dans cette démarche pour confronter des hypothèses sur les méthodes d'interprétation des espaces patrimoniaux en s'appuyant sur les technologies de l'information et de la communication.

Plus précisément, il s'agit, à travers la modélisation informatique :

- d'analyser comment un ensemble patrimonial est la transposition architecturale de valeurs culturelles profondément ancrées dans la société qui l'a élevé;
- d'examiner la manière dont l'agencement des espaces salles et le programme décoratif des monuments sont tributaires de leur mode d'utilisation et de l'évolution des mentalités ;
- de comprendre les conséquences des occupations successives d'un site archéologique sur son aspect actuel, en se basant sur une documentation fidèle des archéologues ;
- d'obtenir une meilleure compréhension des techniques de construction et du savoir-faire des Anciens ;
- de réaliser des modélisations informatiques qui montrent l'évolution au cours des siècles pour aider à comprendre la superposition des couches historiques.

Tel que souligné par l'UNESCO le patrimoine matériel et immatériel sont indissociables : "il n'est pas aisé de délimiter les frontières de ce que l'on appelle le patrimoine culturel de l'humanité. En effet, comment séparer l'objet du savoir-faire de celui qui l'a créé ? Comment analyser une cathédrale gothique sans étudier les techniques des maîtres européens du moyen âge ? Tout ce que l'être humain a créé est le fait de son génie et de sa capacité créatrice qui font que le savoir se transmet en s'améliorant d'un individu à l'autre et d'une génération à l'autre. Le patrimoine immatériel est omniprésent

dans la vie de chacun et le patrimoine, les objets, les monuments, les sites et les paysages culturels en sont le produit" [7].

Finalement un des défis dans le domaine des nouvelles technologies est celui de lier à la restitution architecturale des édifices antiques la valorisation du patrimoine immatériel et profiter du potentiel informatique pour que les projets de modélisation tiennent compte des processus et non seulement du résultat visuel [11].

En fait, les nouveaux moyens de représentation permettent la production de modèles informatiques qui donnent des simulations réalistes et le déplacement en temps réel à travers des espaces virtuels. Peu à peu, un environnement physique s'exprime à travers des espaces numériques 3D et une forme d'architecture virtuelle et dématérialisée voit le jour. Toutefois, cette nouvelle dimension virtuelle n'est que partiellement exploitée. Pourtant l'espace virtuel, en plus du potentiel de simulation, ouvre de nouvelles possibilités d'expression et d'expérience. Tout particulièrement permettre d'accueillir dans le processus de création des modèles numériques divers intervenants non-spécialistes du domaine, aucunement familiers avec le langage et les représentations fonctionnelles utilisées. La modélisation informatique devient de plus en plus un fait de d'information et de communication [12] [13] [14].

Ces considérations nous amènent alors à définir de nouvelles approches de modélisation et des descriptions informatiques qui permettent des interactions intuitives et à proposer une organisation des informations qui optimise la compréhension de celles-ci.

En effet, l'objet architectural a comme fonction de remplir un espace vide pour le délimiter par exemple, si nous devons construire une salle de théâtre voûtée, "c'est la voûte qui couvre l'espace vide... qui est la partie essentielle de la structure ; c'est donc la voûte, sa forme, son étendue et son poids, qui commande la disposition, la forme et la résistance des points d'appui. Par déduction logique, c'est la voûte qu'il s'agit d'abord de tracer et c'est son tracé qui doit imposer celui des piliers et des murs" (Viollet-le-Duc, 1854). Cette inversion dans la pensée constructive est fondamentale par rapport au problème de la représentation architecturale parce qu'elle introduit la projection de manière physique, matérielle, concrète. "Si le plan antique ou roman est tracé au sol (fig. 2), l'implantation du bâtiment sur le terrain, le plan gothique devient vue du dessous, c'est-à-dire prend son sens actuel" [15].

La réalité du bâtiment ne peut pourtant pas être contenue seulement dans les trois dimensions qu'encore aujourd'hui, les perspectives cherchent à nous donner comme complément aux plans et élévations, riches en détails presque parfaits. Une autre dimension s'impose : une quatrième dimension que les peintres cubistes du début du siècle ont appelé le temps et que les chercheurs appellent aujourd'hui l'espace-temps

Cette quatrième dimension ne doit pas être la multiplication des perspectives et points de vue, comme c'est le cas de plusieurs programmes et jeux virtuels, parce que nous ne



Fig. 2 : Byblos, cabanes monocellulaires, premières étapes d'urbanisation (2900-2700 a.C.).

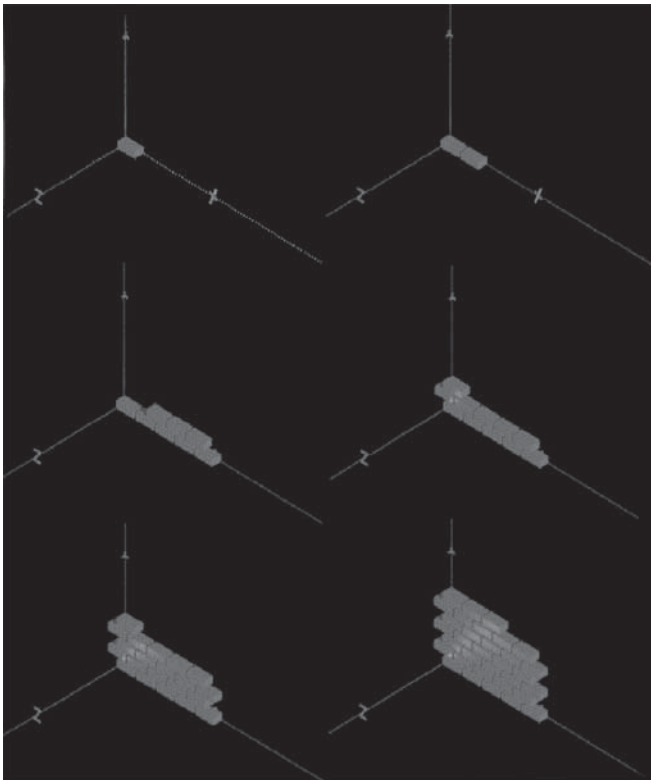


Fig. 3 : Exemple de représentation du savoir-faire : méthodes de construction des murs des cabanes monocellulaires.

ferions que reproduire les méthodes actuelles, sans comprendre l'espace. Imaginons la construction d'un mur et la pose de briques. À chaque brique que nous ajoutons nous faisons un déplacement dans le temps et aussi dans l'espace, tout en ajoutant à ces gestes formels et temporels le savoir-faire et le savoir, la technique et les méthodes de construction du mur, l'expérience et les propriétés de l'objet. (fig. 2, 3). Nous avons remarqué lors des projets de modélisation et de restitution des bâtiments à Byblos que les modèles numériques proposés (fig. 4) rendent compte du résultat d'une expérimentation et non du processus qui a mené à ce résultat [16]. Et que le potentiel de la dimension virtuelle en vue d'assurer la mémoire des différentes cultures et la cohabitation



Fig. 4 : Site archéologique de Byblos, Détail du panneau représentant la reconstitution du quartier d'habitation vers 2900-2700 a. C. d'après Launay 1998 (Ministère de la Culture, Direction générale des Antiquités, Liban, Gouvernement du Québec).

des espaces virtuels et des espaces physiques du projet n'a pas été explorée. En effet les modèles numériques traditionnels traduisent des instantanées de l'état du site (Byblos) alors que la problématique porte sur la succession et l'imbrication d'évènements tout au long de l'histoire du lieu à l'étude. Et en particulier porte sur la "mémoire" des évènements.

### 3 Le théâtre romain de Byblos

Tout en essayant de nouvelles manières pour intégrer, organiser et décrire les approches et les connaissances des historiens, des chercheurs pour le transfert des connaissances qui permettent la réalisation et l'exploitation des espaces virtuels et physiques du site en intégrant des connaissances théoriques et pratiques des disciplines comme l'architecture, l'histoire et l'informatique. Nous avons mis au point des méthodes de conception numérique et de modélisation originales qui tirent avantage des caractéristiques offertes par les nouvelles technologies informatiques pour répondre aux finalités exprimées lors de la confrontation d'hypothèses avec la plate-forme proposée et plus spécifiquement pour développer des approches de représentation informatique des espaces qui traduisent la mémoire du site (fig. 5, 6, 7, 8).

L'exemple d'une maquette procédurale du théâtre romain selon Vitruve (fig. 6, 7) illustre comment, par un modèle générique, nous pouvons produire un modèle volumique avec toutes les caractéristiques qui appartiennent à la même famille d'objets. Un tel modèle permet non seulement d'illustrer le résultat d'un processus, ou d'établir la parenté des bâtiments par leur procédé de construction et de vérifier la validité d'une règle qui caractérise un ensemble d'objets, mais il permet aussi d'intégrer, par un langage fonctionnel, des opérateurs sémantiques jusqu'à présent exclus pendant la première phase de la conception. Ce mécanisme de description est extrêmement puissant, il permet d'établir les relations entre les fonctions, les propriétés du bâtiment et l'objectif du projet architectural [17] [18] (fig. 6, 7, 8).

Pour exprimer la méthode de construction, un langage fonctionnel permet la modélisation des actions. Pour exprimer les opérateurs sémantiques, ce même langage peut, par le même moyen, encapsuler et transmettre des propriétés

conceptuelles que l’objet architectural pourra avoir ou non. Il s’agit d’un raisonnement fondé sur une formalisation générique de l’ensemble des connaissances nécessaires à la conception qui sont liées aux différentes contraintes de conception à respecter, à l’objet architectural à concevoir et aux processus de conception [20].



Fig. 5 : Byblos, le théâtre romain. Localisation après 1930.

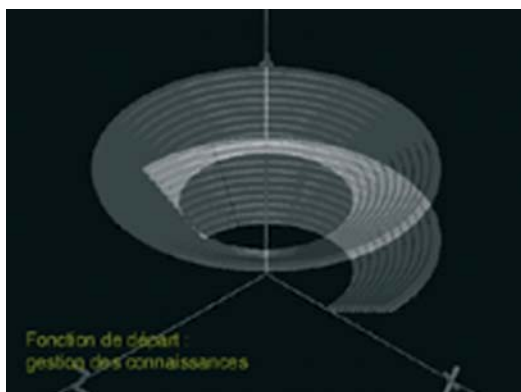


Fig. 6 : Gestion des connaissances, étude de la visibilité selon Vitruve I. Fonction de départ (De Paoli & Bogdan).

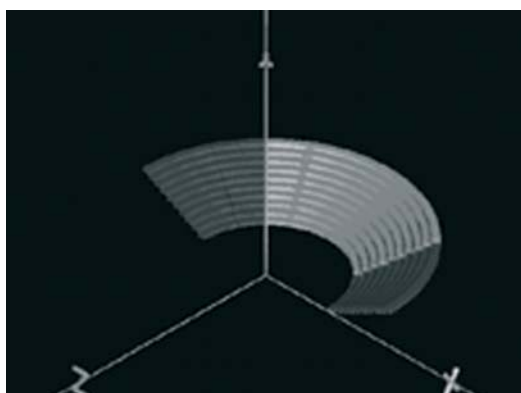


Fig. 7 : Fonction selon Vitruve : gestion des paramètres constructifs.

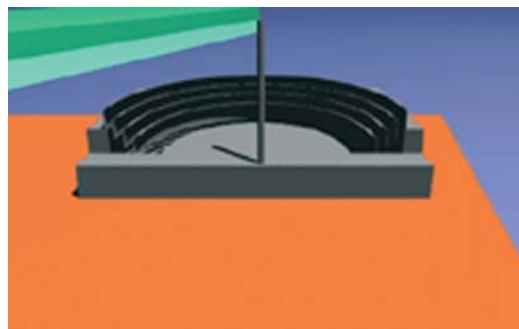


Fig. 8 : Étude du mouvement du soleil sur une estrade (théâtre), par G. Hernandez & G. De Paoli, 2002.

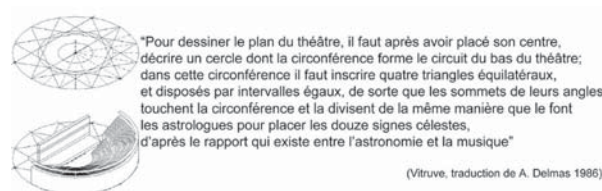


Fig. 9 : Représentation graphique des méthodes de construction des théâtres romains selon Vitruve [19].

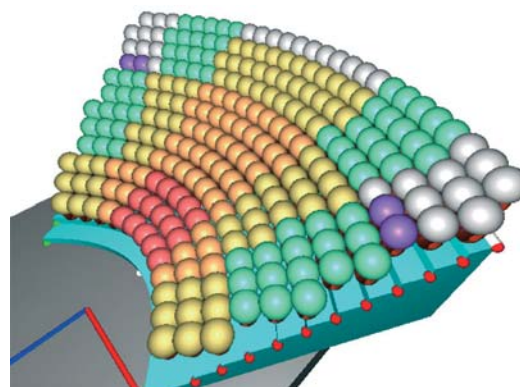


Fig. 10 : Étude de la position des sièges dans un théâtre et transfert des connaissances (El-Khoury & Iordanova, 2003).

Pour les travaux d’expérimentation sur le modèle du théâtre de Vitruve, nous avons utilisé les fonctions du logiciel SGDL dont les résultats sont des images de synthèse qui donnent un rendu volumique. Ce logiciel a permis de visualiser les données et de modéliser facilement des formes simples, ce qui est le but de l’expérience.

#### 4 Conclusion

La différence entre ces nouvelles expériences et ce qui a déjà été montré et validé réside dans l’effort d’encapsuler des opérateurs qui jusqu’à maintenant n’étaient pas pris en compte lors de la modélisation géométrique parce que encore mal définis. Il s’agit d’encapsuler la raison de l’objet et ses qualités. Il s’agit d’“informer” l’œil de l’archéologue ou de l’expert, par un ensemble de solutions “provisoires” pour lui permettre de “choisir” ; ces descriptions peuvent mener à

une infinité de modèles, mais elles sont déjà une figuration parce qu'elles contiennent au départ les qualités de l'objet obtenu par la modélisation d'opérateurs que nous appelons sémantiques (fig. 10, 11).

Le projet pose les bases d'un nouveau patrimoine numérique en archéologie et architecture, pour répondre à une difficulté évidente de permettre la compréhension des savoir-faire et les processus des œuvres réalisées. Il s'agit donc de contribuer à la création de nouveaux espaces de pensée, de perception, d'action et de communication, pour permettre la création d'un espace-mémoire qui pourra aider à structurer le contexte culturel étudié.



Fig. 11 : Transfert des connaissances sur les méthodes de construction des théâtres romains selon Vitruve.

## Bibliographie

- [1] Dunand, M. (1939-1973) : *Fouilles de Byblos*, 5 volumes, Librairie Orientaliste Paul Geuthner – Librairie d'Amérique et d'Orient, Adrien Maisonneuve, Paris.
- [2] Jidejia, N. [1968] 2004 : *Byblos à travers les âges*, d'après la première édition, Librairie Orientale, Beyrouth.
- [3] ICOMOS, UNESCO, Liste du patrimoine mondial N. 295, Bien proposé : Byblos, Liban, ICOMOS, Paris: ([http://whc.unesco.org/pg.cfm?cid=31&id\\_site=295](http://whc.unesco.org/pg.cfm?cid=31&id_site=295)), 1984.
- [4] Prévert, J. (2003) : *Paroles*, Collection Folio, Éditions Gallimard, France.
- [5] Ministère de la Culture, Gouvernement du Liban, (<http://www.culture.gov.lb/Sections/underArcheologie/UnderDGA/Projets.asp>).
- [6] UNESCO (2003) : *Convention pour la sauvegarde du patrimoine culturel immatériel*, Paris.
- [7] Culture & UNESCO (2003) : *Patrimoine immatériel*, ([http://www.unesco.org/culture/heritage/intangible/html\\_fr/index\\_fr.shtml](http://www.unesco.org/culture/heritage/intangible/html_fr/index_fr.shtml)).
- [8] Khayat, G. (2005) : *Projet Byblos, une cité une recherche*, dans *L'albatros*, Académie Libanaise des Beaux-Arts, Université de Balamand, N.5, juin.
- [9] Khayat, G. (2001) : *Le musée d'écriture et du livre*, Atelier des architectes associés, Council of Development & Reconstruction, republic of Lebanon, Cultural heritage and Tourism Development Project, Urban Conservation Design Studies.
- [10] Revez, J., G. De Paoli et T. Tidaf (2002) : "Looking at the temple of Karnak through an intelligent digital model : a historian's assessment", in *Computer Graphics and Artificial Intelligence*, 31A'2002, Limoges.
- [11] Vergnieux, R. (2001) : "Espace architectural égyptien, maquettes, modèles électroniques et réalité virtuelle", in *Maquettes architecturales de l'Antiquité*, Actes du colloques de Strasbourg décembre 1998, Strasbourg.
- [12] De Paoli, G. et N. El-Khoury (2005) : "ICT and the Ancient City of Byblos : A new Direction for the Communication of Intangible Heritage", *Augmented Heritage*, Europia Production, Khaldoun Zreik, Reza Beheshti, Oqba Fakoush éditeurs, Paris, France.
- [13] Engeli, M. (2000) : *Digital Stories, The Poetics of Communication*, Berlin, Birkhäuser.
- [14] Engel, M. (2001) : *Bits and Spaces : architecture and computing for physical, virtual, hybrid realms*, Berlin, Birkhäuser, .
- [15] Sakarovitch, J. (1997) : "La construction du géométral", dans *Imaginaire technique – Les cahiers de la recherche architecturale*, N.40, Éditions Parenthèses, Marseille.
- [16] Projet 2002, Byblos, colloque de Faraya, "Cultures, religions et conflits", IX<sup>e</sup> sommet de la francophonie, Direction générale des Antiquités (DGA) Ministère de la culture Liban et Ministère des Relations internationales du gouvernement du Québec.
- [17] De Paoli, G. et M. Bogdan (1999) : "The front of the Stage of Vitruvius' Roman Theatre : A new Approach of Computer Aided Design that Transforms Geometric Operators to Semantic Operators dans *Computers in Building*", CAAD Futures 99, Atlanta, Etats-Unis.
- [18] De Paoli, G. (2002) : "Procedural Models and Intelligent Design assistants in Architecture", *Computer Graphics and Artificial Intelligence*, 31A'2002, Limoges.
- [19] Dalmas, A. (1965) : *Vitruve les dix livres d'architecture*, Les libraires associés, France.
- [20] El-Khoury, N., G. De Paoli et T. Tidafi (2005) : "Using digital devices to find new ways of representing audience visibility in theatrical spaces", dans *Digital Design : the quest for new paradigms*, ECAADe Ed. , Lisbonne.