

MODELISATION ARCHITECTUROLOGIQUE DES THERMES IMPERIAUX ROMAINS DE TUNISIE

HOUDA LICHIHEB, KARIM BOUAITA, MOUNIR DHOUB

UR SFCA-EDSIA-ENAU- Université de Carthage, Tunisie
lichihebhouda@gmail.com

RESUME

La restitution des édifices de l'antiquité à partir de leurs traces, des vestiges et des récits est le domaine des archéologues et des historiens. Nous proposons ici la reconstruction architecturologique comme méthode complémentaire, qui s'apparente plus à une reconception. Une maquette virtuelle cognitive et coopérative est proposée comme un modèle génératif dynamique et ouvert ; un système de transformation ou système expert, qui mobilise un ensemble de règles d'organisation, de formation et de variation architecturales systématisées par l'analyse ; qui produit des variantes du prototype de l'édifice des thermes impériaux à partir de quelques traces ou vestiges seulement, et de dessiner leur modèle analogique appelé aussi « projet ».

Nous analysons une catégorie de thermes romains de type impérial de Tunisie. Le thermalisme ou la fréquentation des édifices thermaux, est une pratique perpétuée depuis des milliers d'années. Cette pratique s'est développée d'un simple acte de bain en un phénomène socio-économique, culturel et même politique et elle est largement répandue depuis l'antiquité sur les deux rives de la méditerranée. Elle a connu son apogée avec la civilisation romaine où les thermes sont devenus de vrais temples de la vie profane, des édifices exemplaires de cette culture.

La méthode consiste à remonter le processus de formation-conception des thermes à partir de leurs modèles analogiques relevés et redessinés forcément incomplets, relatifs à la collection de spécimens connus décrits et représentés par les spécialistes. Chaque modification ou perturbation introduite se répercute sur l'ensemble de l'édifice qui tend à retrouver son équilibre. Les faits avérés, les données établies par les archéologues et les preuves tangibles sont alors déterminants dans la description fine du spécimen modélisé et sa validation.

MOTS CLÉS: Reformation architecturologique, modèle analogique, modèle génératif, espace lieu architectural, dispositif solide d'englobement, milieu fluide habitable, volume virtuel en creux, maquette virtuelle cognitive et coopérative.

ABSTRACT

The restoration of the buildings of antiquity from their traces, remnants and stories is the domain of archaeologists and historians. We propose an architectural reconstruction as an additional method, which is more of a re-conception. A virtual, cognitive and collaborative model is proposed as a generative, dynamic and open model, as a processing system or expert system which involves a set of rules for organizing, training and systematized by the change in architectural analysis, producing variants of the prototype of the building of Imperial Baths from traces or remains only, and to draw their analog model also known as "project".

We analyze a class of imperial Roman baths Type of Tunisia. A hydrotherapy or attendance thermal building is a practice perpetuated for thousands of years. This practice has developed from a simple act of bathing to a socio-economic, cultural and even political phenomenon and it is widely used since antiquity on both sides of the Mediterranean. It peaked with the Roma civilization where baths have become true temples of secular life.

The method is to trace the formation- conception process of baths from their analog models necessarily incomplete, relating to the collection of known specimens described and illustrated by experts. Every change or disturbance introduced affects the entire building which tends to regain its equilibrium. The facts, data established by archaeologists and tangible evidence, are the determinants in the detailed description of the modeled specimen and its validation.

KEY WORD: Architecturological reformation, analog model, generative model, architectural space-place, solid device entrapment, Habitable Fluid Space, virtual volume in hollow, virtual cognitive and cooperative model.

1 INTRODUCTION

La modélisation du processus de conception architecturale des thermes impériaux romains vise à établir un système expert qui permet de restituer les thermes à partir de leurs traces et vestiges seulement. Pour ce faire, nous avons mis en œuvre le modèle des Matrices Architecturologiques MA (Dhouib 2004).

C'est en fait un système de l'architecture en forme de holarchie (Koestler 1969), qui embraye un modèle du système architectural appelé Matrice d'Organisation Architecturale MOA, obtenu en application de la Théorie du Système Général TSG (Koestler 1968, Simon 1974, Le Moigne 1984, Morin 1990, Walliser 1991) à un système de la connaissance appelé Matrice TransDisciplinaire MTD ; fruit de la transposition du système cyclique des sciences (Piaget 1967) et de la théorie du développement cognitif (Piaget et Garcia 1983, Tabary 1991) dans le domaine de l'architecture et du travail de conception.

Nous avons appliqué le modèle MA aux thermes impériaux romains en traversant tous les niveaux d'organisation cognitive ; nous avons réussi à dégager le modèle cognitif de ce type d'édifice qui va nous permettre par la suite la restitution de n'importe quel édifice appartenant à ce système. Pour ce faire, nous sommes partis des thermes romains de Caracalla à Dougga car ils sont les thermes les plus conservés en Tunisie.

Les résultats obtenus vont nous permettre d'expérimenter le processus de reconstruction qui permettra la restitution des autres thermes impériaux à partir de leurs traces ou vestiges. Ce que nous avons réussi à faire pour les thermes d'Ain Doura à Dougga qui sont très incomplets. Nous nous proposons de reformer les thermes comme ils étaient à l'époque de leur construction. Cette étude est basée sur des relevés établis sur site, des plans et des études qui sont réalisés sur les thermes et sur l'architecture thermale romaine par les spécialistes.

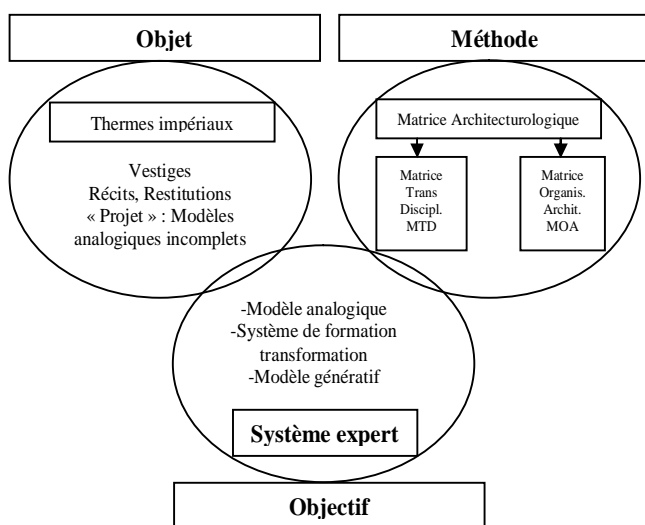


Figure 1 : Programme et objectif de la recherche sur les thermes (Dhouib 2004)

2 LA MATRICE ARCHITECTUROLOGIQUE COMME METHODE

La méthode MA (Dhouib 2004) dialectise deux modèles :

- la Matrice TransDisciplinaire MTD : modèle du système cognitif général.
- la Matrice d'Organisation Architecturale MOA : modèle du système architectural général.

La Matrice Architecturologique MA se meut donc en dialogique spatio-cognitive ou encore spatiologique, fruit de la systématisation de l'objet phénomène architectural.

2.1 La théorie du développement cognitif et la matrice transdisciplinaire

La théorie présente la connaissance comme un échafaudage de paliers partant du niveau réel et factuel vers des niveaux conceptuels, théorique et épistémologique.

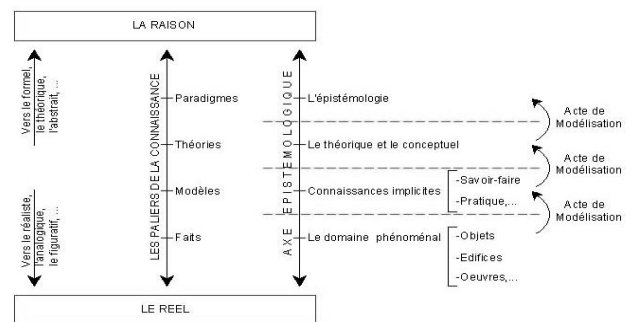


Figure 2 : Paliers de la construction cognitive (Dhouib 2004).

Ces paliers de la construction croisent en fait des stades du développement de la connaissance, véritable enchaînement des perspectives cognitives qui vont de la simple description à la création des nouveautés en passant par l'analyse et la reproduction. (Dhouib 2004)

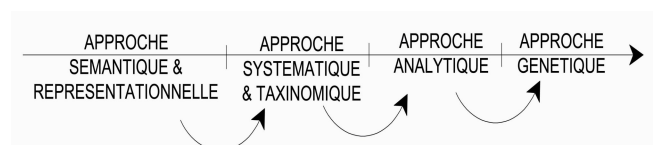


Figure 3 : Enchaînement des différentes perspectives cognitives (Dhouib 2004).

2.1.1 Perspective sémantique & représentationnelle

Une étude étymologique passe par un essai de redéfinition et de compréhension de la plupart du vocabulaire concernant l'architecture balnéaire et les thermes. Nous définissons la toponymie des lieux tels que : « thermes », « bains », « frigidarium », « tepidarium », etc...

2.1.2 *Perspective systématique et taxinomique*

La classification consiste à répertorier tous les spécimens de thermes impériaux romains en Tunisie à la manière dont les plantes sont répertoriées en botanique. Nous nous basons essentiellement sur l'ouvrage d'Yvon THEBERT « Thermes romains d'Afrique du Nord et leur contexte Méditerranéen, études d'histoire et d'archéologie ». Ce dernier a recensé 11 spécimens de thermes impériaux en Tunisie, auxquels nous faisons correspondre des fiches d'enregistrement contenant l'état du savoir dont nous disposons (situation, datation, plans, documents écrits,...).

2.1.3 *Perspective analytique*

Etant donné le corpus défini de 11 thermes, nous procédons dans la troisième perspective, à la décomposition, à l'analyse et la quantification en vue de dégager les règles et les principes régissant cette catégorie d'édifices.

2.1.4 *Perspective génétique*

La reproduction des thermes suit un enchaînement de règles déduites à partir des résultats de l'analyse et se définit comme un modèle génératif. En somme, la classification prépare l'analyse, conduit à la reproduction puis reprend la classification et la re-conception ; suivant un parcours en boucle récursive produisant un modèle génératif à partir des modèles analogiques et reformant des modèles analogiques hypothétiques des thermes incomplets.

Cet enchaînement nous permet de retrouver le modèle analogique : générer les thermes impériaux et reconstituer les plans, coupes et façades, tout en respectant les règles et la cohérence interne au sein du système architectural romain.

2.2 **La théorie du système général**

La théorie définit un système général doté de propriétés communes qui sont indépendantes du contenu propres des systèmes particuliers en tant qu'objets phénomènes et conjugue les trois principes de la pensée complexe : dialogique, hologrammatique et récursif (Morin 1990).

2.2.1 *Le principe holographique*

La propriété de hiérarchie admet qu'il existe un système architectural global qui englobe tous les systèmes locaux, toutes les architectures possibles: l'architecture romaine, grecque, de la renaissance, moderne,...N'importe quelle architecture indépendamment de sa nature, de sa position géographique et chronologique sera incluse dans ce système architectural global.

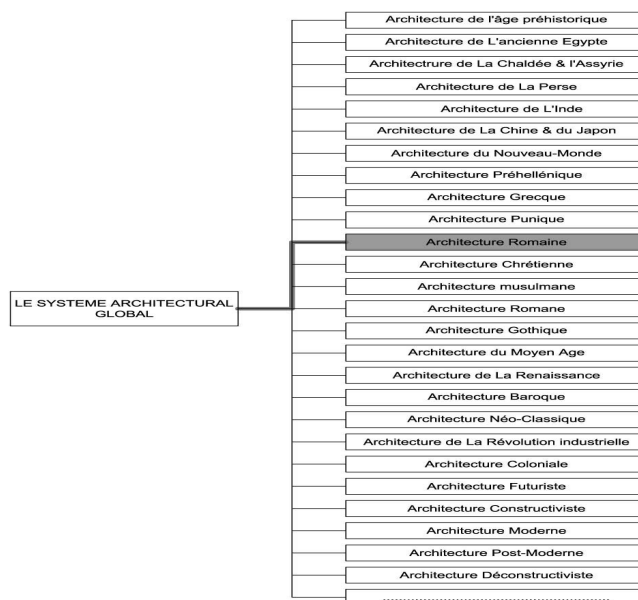


Figure 5: **Système Architectural Global: Ensemble de toutes les architectures (Essai d'inventaire) (Bouaita 2008).**

Chaque système architectural est un système arborescent c'est-à-dire que nous pouvons établir une hiérarchie, une classification au sein de ce système. Chaque niveau d'organisation constitue un « holon » (Koestler 1968). Ce dernier se définit à la fois comme étant un tout constituant une totalité autonome et comme une partie d'un tout plus grand (emboîtement des objets phénomènes les uns dans les autres), du partiel au total.

Exemple n°1 : le secteur chaud est un holon. Il s'agit d'un tout formé par un caldarium, un dstrictairum, un laconicum, Il s'agit aussi d'une partie d'un tout plus grand qui est l'édifice des thermes ; tout comme le caldarium est un holon qui fait partie du sous système secteur chaud.

Exemple n°2 : le système architectural romain est un « sous-système » local du système architectural global. Nous pouvons établir une taxinomie selon plusieurs critères au

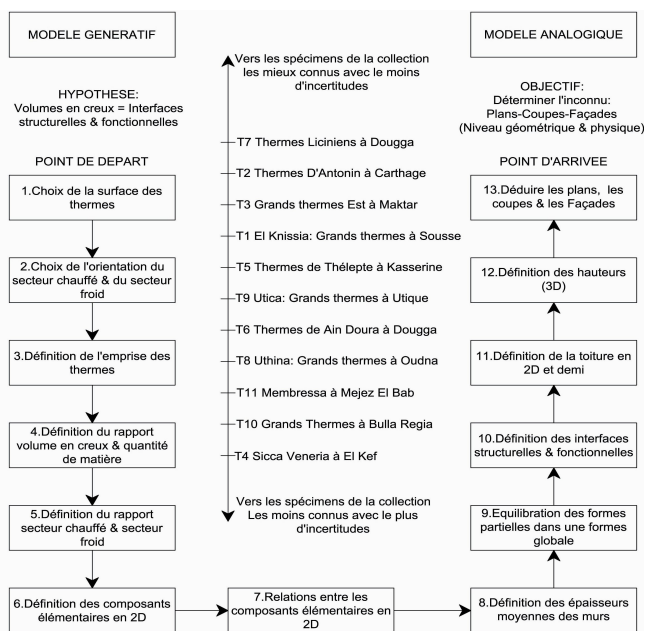


Figure 4: **Principe d'autoreproduction des thermes incomplet (Bouaita 2009).**

sein de ce même sous-système à savoir :

- Une classification selon le type du programme (destination et fonction de l'édifice). Exemples : architecture militaire, architecture publique, architecture privée, architecture de spectacle,
- Ou encore une classification selon les provinces (position géographique). Exemples : Province de l'Europe, Province de l'Asie, Province de l'Afrique, ...

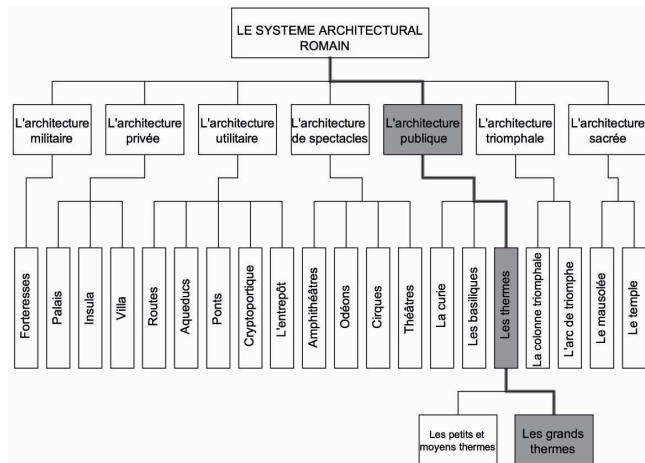


Figure 6: Taxinomie des édifices romains selon leur programme (Bouaita 2008).

2.2.2 Le principe dialogique

L'espace lieu architectural ELA se présente en fait comme une enveloppe de parois (forme plastique et constructive) : un dispositif solide d'englobement (DSE) qui engendre en creux un milieu fluide habitable MFH (espace d'usages pratiques et des ambiances). L'espace lieu architectural ELA résulte de la régulation coordination fonctionnelle de ces deux composantes.

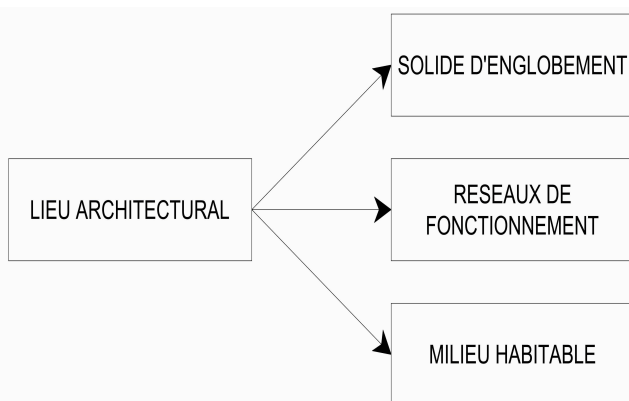


Figure 7: Modèle dialogique du lieu architectural (Dhouib 2004).

Etant donné un fait réel : le Frigidarium par exemple, ce dernier est délimité par des parois constituant les interfaces structurelles. L'interaction entre le solide d'englobement et le milieu habitable au sein de chaque lieu, de chaque salle, constitue les interfaces fonctionnelles.

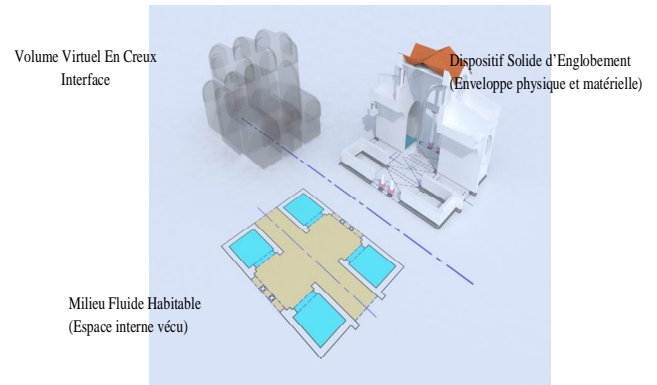


Figure 8: Les interfaces structurelles & fonctionnelles (Bouaita 2008).

La double dialogique d'intégration structurelle et de régulation fonctionnelle permet de décrire l'espace lieu architectural ELA par ces interfaces structurelles et fonctionnelles qui ne sont autre que le volume virtuel en creux VVEC. Cette thématisation de l'architecture par les interfaces structurelles et fonctionnelles peut se présenter en forme d'un tableau à double entrées ou Matrice Structurale MS qui croise les strates d'intégration et les échelons de régulation.

	TISSU URBAIN	EDIFICE	VOCABULAIRE DECOR	
Résultante		LIEU ARCHITECTURAL		La hiérarchie structurelle
Faisceaux		SOLIDE D'ENGLOBEMENT		
		MILIEU HABITABLE		
Composantes		FORME PLASTIQUE		
		STRUCTURE CONSTRUCTIVE		
		USAGE PRATIQUE		
		CONFORT AMBIANCE		
				Chaque case est un niveau d'organisation
				La hiérarchie fonctionnelle

Figure 9: Matrice Structurale MS (Dhouib 2004).

Les hiérarchies structurelle et fonctionnelle (Walliser 1991) ont conduit à la Matrice Structurale MS, les hiérarchies qualitative et génétique à la Matrice Générative MG. Pour mener une étude sur un ensemble de thermes, nous devons établir une hiérarchie qualitative de ce système, c'est-à-dire, faire une taxinomie ou classification de ces équipements en classes, familles, types et variantes.

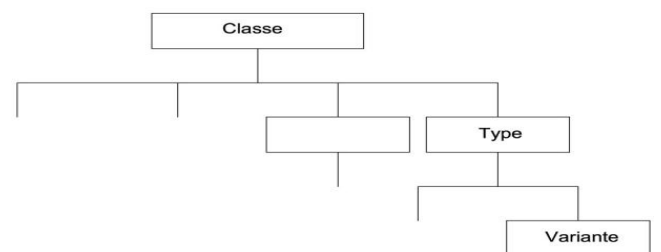


Figure 10: Hiérarchie qualitative (Dhouib 2004).

L'étude de la genèse de ces thermes et de leur évolution à différentes échelles de temps [longue période (phylogenèse), courte période (ontogenèse)] constitue une hiérarchie génétique. En superposant sur un tableau à double entrée l'hiérarchie qualitative et l'hiérarchie génétique, nous obtenons une matrice générative. La matrice d'organisation conjugue à la fois la Matrice Structurale MS et la Matrice Générative MG.

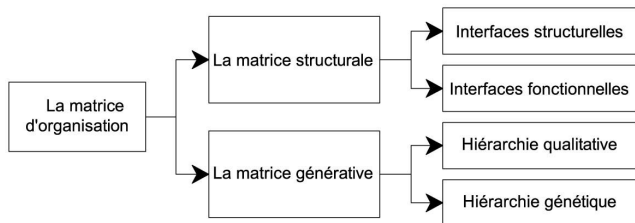


Figure 11: La matrice d'organisation (Dhouib 2004).

3 TYPO MORPHOLOGIE DES THERMES IMPERIAUX ROMAINS

3.1 Présentation des thermes impériaux romains : Perspective taxinomique

Les thermes impériaux romains sont des établissements monumentaux qui diffèrent des petits et des moyens thermes par leur taille et par leur circuit symétrique. Ils sont destinés non seulement à accueillir toute sorte de bains, mais aussi à cultiver le corps et l'esprit.

Le programme des thermes est défini selon la grandeur de ces derniers. Les espaces constitutifs des thermes sont classés, selon leur nature, en espaces appartenant au secteur

chauffé ou espaces appartenant au secteur froid. L'existence des espaces complémentaires est liée à un marquage de la magistrature de l'empereur ou à un contexte géographique et chronologique.

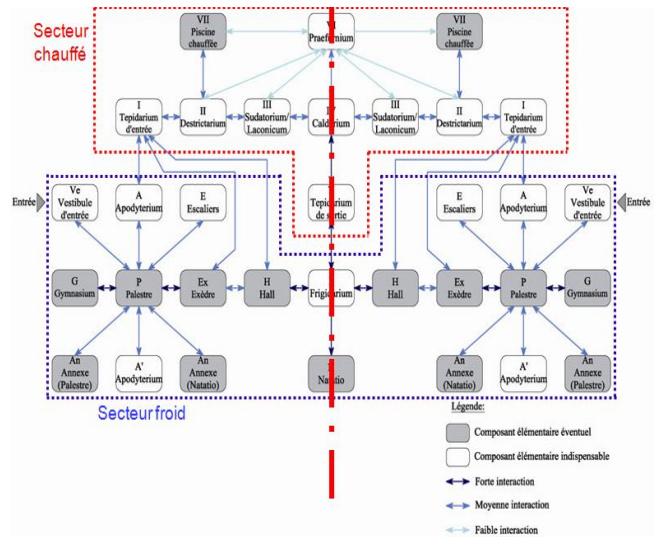


Figure 12: Organigramme structurel des thermes impériaux montrant l'axe du feu et de l'eau (Bouaita 2008).

3.2 Présentation de la collection des thermes impériaux romains en Tunisie

Les vestiges de thermes impériaux romains en Tunisie découverts jusqu'à aujourd'hui sont au nombre de 11 thermes impériaux.

Tableau 1: Inventaire des thermes impériaux romains de la Tunisie (Thébert 2003).

Thermes romains	Datation	Superficie	Situation
T1 El Khnissia	Inconnue	1600	Sousse
T2 Grands thermes d'Antonin	145 (ou plutôt 157)-161	18000	Carthage
T3 Mactaris : Grands Thermes	199	4500	Maktar
T4 Sicca Veneria : Grands thermes	Inconnue	Inconnue	El Kef
T5 Thelepte : grands thermes	Inconnue	> 3000	Kasserine
T6 Thugga : Thermes d'Ain Doura	Fin IIème sc. début IIIème sc.	> 3300	Dougga
T7 Thugga : Thermes de Caracalla	211-217	1700	Dougga
T8 Uthina : Grands Thermes	Première moitié du IIème sc.	> 3200	Oudna
T9 Uthica : Grands Thermes	Inconnue	5990	Utique
T10 Bulla Regia : Grands Thermes Sud	Inconnue	3300	Bulla Regia
T11 Membressa	Inconnue	> 1350	Mejz El Beb

3.3 Décomposition des thermes impériaux romains en Tunisie : Perspective analytique

Un examen des moyens et grands thermes impériaux romains de la Tunisie, nous permet de répertorier ces bâtiments tout en respectant le classement de Thébert Y.

Tableau 2: Classification des thermes selon leur superficie (Lichiheb, 2011). (Voir note de la page).

Moyens	la superficie est supérieure à 1000m ² et inférieure à 3000m ² .		
	la superficie est supérieure à 3000m ² .		
Grands	la superficie est supérieure à 3000m ² et inférieure à 4000m ² .	la superficie est supérieure à 4000m ² et inférieure à 6000m ² .	la superficie est supérieure à 6000m ² .

3.3.1 Fréquence des espaces

La première étape de l'analyse consiste à spécifier le programme de chaque catégorie de thermes et nous avons obtenu les programmes suivants :

Le programme des thermes dont la surface est inférieure à 3000m² :

- Secteur chaud : I: Tepidarium d'entrée, II: Destrictarium, III: Sudatorium / Laconicum, IV: Caldarium, V: Tepidarium de sortie, VI: Praefurnium.
- Secteur froid : Ve: Vestibule d'entrée, A: Apodyterium, F: Frigidarium, P: Palestre, Ex: Exèdre, H: Hall de distribution, E: Escaliers, Ap:Annexe (palestre).

Le programme des thermes dont la surface est supérieure à 4000m² et inférieure à 6000m² :

- Secteur chaud : I: Tepidarium d'entrée, II: Destrictarium, III: Sudatorium / Laconicum, IV: Caldarium, V: Tepidarium de sortie, VI: Praefurnium.
- Secteur froid : Ve: Vestibule d'entrée, A: Apodyterium, F: Frigidarium, P: Palestre, Ex: Exèdre, H: Hall de distribution, E: Escaliers, Ap:Annexe (palestre).

Le programme des thermes dont la surface est supérieure à 6000 m² :

- Secteur chaud : I: Tepidarium d'entrée, II: Destrictarium, III: Sudatorium / Laconicum, IV: Caldarium, V: Tepidarium de sortie, VI: Praefurnium.
- Secteur froid : Ve: Vestibule d'entrée, A: Apodyterium, F: Frigidarium, P: Palestre, G: Gymnasium, H: Hall de distribution, E: Escaliers, Ap: Annexe (palestre), An: Annexe (natatio).

Cette analyse nous a permis de tirer un ensemble de remarques premières :

- Le gymnasium est utilisé dans les très grands thermes comme un espace qui remplace la palestre en période défavorable à la pratique sportive en plein air.
- Un édifice balnéaire comporte soit un gymnasium soit une exèdre et non pas les deux dans le même édifice. Ce qui nous permet d'énoncer l'hypothèse suivante : l'exèdre dans les petits thermes est remplacée par le gymnasium dans les grands thermes.
- Avec l'augmentation de la superficie des thermes, les espaces de distribution se multiplient.

3.3.2 Analyse géométrique physique

D'après cette analyse nous avons pu tirer un ensemble de règles géométriques physiques formant une grammaire ou système de transformation:

La proportion du secteur froid augmente parallèlement avec l'augmentation de la surface par contre la proportion du secteur chauffé diminue. Ceci s'explique par un programme surchargé au niveau du secteur froid et le secteur chauffé garde ses composants élémentaires essentiels. Les proportions passent du 2/5 à 1/5 pour le secteur chauffé et de 3/5 à 4/5 pour le secteur froid.

En répertoriant les composants élémentaires du secteur chauffé selon leur superficie dans un ordre décroissant, on obtient :

- Le destrictarium avec une superficie qui dépasse le 1/5.
- Le caldarium, le laconicum et le praefurnium avec des superficies très proches qui ne dépassent pas généralement le 1/5 chacune.
- Le tepidarium d'entrée avec une superficie qui ne dépasse pas le 1/10.
- Le tepidarium de sortie avec une superficie inférieure à 1/10.

Les espaces les plus importants de point de vue surface pour le secteur froid sont : le frigidarium, la palestre et l'apodyterium. Les deux derniers espaces ont gardé la même proportion (environ 3/10 de la surface utile pour la palestre et environ 1/10 de la surface utile du secteur froid pour l'apodyterium) quelque soit la grandeur des thermes. Par conséquent, la proportion du frigidarium diminue en rapport avec l'augmentation de la surface totale.

Une augmentation de la proportion de la quantité de la matière et une diminution de la proportion de la surface utile de l'ordre de 5% chacune en rapport avec l'augmentation de la surface.

Nous avons réussi à établir une qualification géométrique et physique de ce type d'édifice. Cette qualification nous a permis de définir notre modèle cognitif génératif.

Note : L'étude des grands thermes à El Kef (T4) n'est pas possible car nous n'avons aucune information sur leur superficie, ni des thermes de Membrassa à Mezez El Bab (T11) à cause de l'insuffisance des données les concernant.

Tableau 3: Analyse géométrique physique (Lichiheb 2011).

		Thermes dont la surface est < à 3000m ²	Thermes dont la surface est < à 6000 m ² et > à 4000m ²	Thermes dont la surface est > à 6000m ²
Surface totale	Surface			
	Secteur chauffé par rapport à la surface totale	39,74 %	37,90 %	28,85 %
	Secteur froid par rapport à la surface totale	60,25 %	62,09 %	71,14 %
Surface utile	Surface utile secteur chauffé par rapport à la surface utile	38,43 %	31,44 %	22,10 %
	Surface utile secteur froid par rapport à la surface utile	61,56 %	68,61 %	77,90 %
Qté.de la matière		25,1 %	28,9 %	33,6 %
Forme : Rapport longueur/largeur		1,06	1,52	2,65
Secteur chauffé	Tepidarium d'entrée	12,34 %	9,52 %	10,64 %
	Districtarium	23,5 %	29,94 %	21,73 %
	Laconicum	17,36 %	28,03 %	15,68 %
	Caldarium	20,94 %	26,2 %	15,41 %
	Tepidarium de sortie	6,78 %	6,29 %	3,19 %
	Praefurnium	19,05 %	-	14,60 %
	Piscine chauffée	-	-	18,73 %
	Vestibule d'entrée	5,25 %	8,61 %	0,77 %
	Apodyterium baigneurs	9,17 %	14,39 %	11,12 %
	Apodyterium sportifs	-	5,67 %	1,17 %
Secteur froid	Frigidarium	32 %	21,41 %	12,86 %
	Bassin frigidarium	2,43 %	1,80 %	2,67 %
	Palestre	35,1 %	22,24 %	32,82 %
	Natatio	-	5,25 %	7,33 %
	Exèdre	-	10,03 %	-
	Hall de distribution	4,47 %	6,46 %	5,79 %
	Escaliers	9,08 %	1,29 %	0,08 %
	Annexe palestre	1,64 %	2,79 %	8,81 %
	Annexe natatio	0,86 %	-	8 %
	Gymnasium	-	-	8,52 %

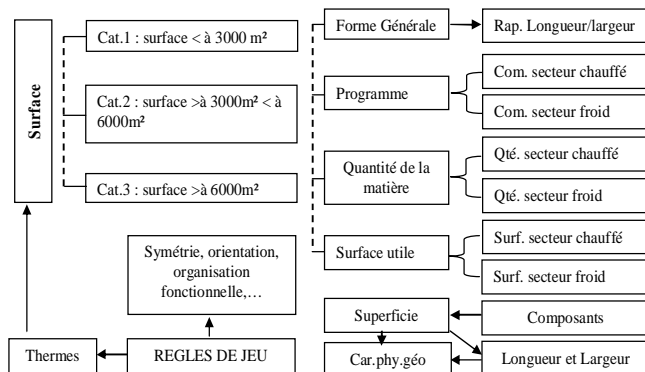


Figure 13: Démarche de la reconstruction architecturologique (Lichiheb 2011).

A partir de ces règles et en suivant les strates de la reproduction logico-mathématique, nous pouvons reconstruire les thermes romains de Caracalla et déterminer leur modèle analogique.

4 INTERPRETATION DES THERMES IMPERIAUX ROMAINS DE TUNISIE: PERSPECTIVE GENETIQUE

4.1 Reformation architecturologique des thermes de Caracalla à Dougga

4.1.1 Présentation des thermes de Caracalla à Dougga

Ces thermes ont été longtemps appelés thermes Liciniens datant du règne de Gallien. Cette appellation a été remise en cause par les recherches récentes en particulier celles de Michel Christol. Ce dernier a proposé une datation du règne de Caracalla (211-217) confirmée par une inscription de 375-383, époque de leur restauration. Ils sont appelés aussi thermes antoniens selon une publication récente de Khanoussi M. (2008)

Ils sont implantés dans la zone sud-ouest de la ville de Dougga dans un terrain en pente de 6m de dénivellation avec une superficie de 1700m².

4.1.2 Modèle physique géométrique

Il s'agit d'une représentation analogique conventionnelle qui comporte les éléments graphiques (plans des niveaux, les coupes et les façades). Ce qui nous permet de proposer une maquette virtuelle. Pour l'élaboration de ces éléments, nous sommes partis des publications de Thébert et Poinssot.

Ce modèle architectural analogique est une hypothèse de restitution du point de vue architecturologique qui a été possible par les analyses effectuées sur les thermes.

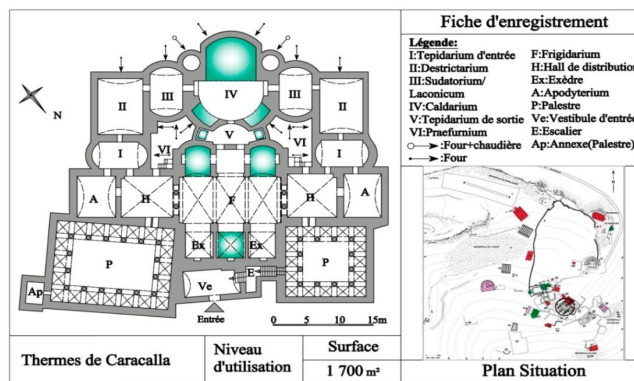


Figure 14: Plan du niveau d'utilisation des thermes de Caracalla (Thébert 2003).

4.1.3 Maquette virtuelle active

Le modèle physique/géométrique nous permet de construire une maquette virtuelle active primaire qui accepte des transformations et des modifications issues d'autres études que ce soit au niveau de la construction ou au niveau du décor.

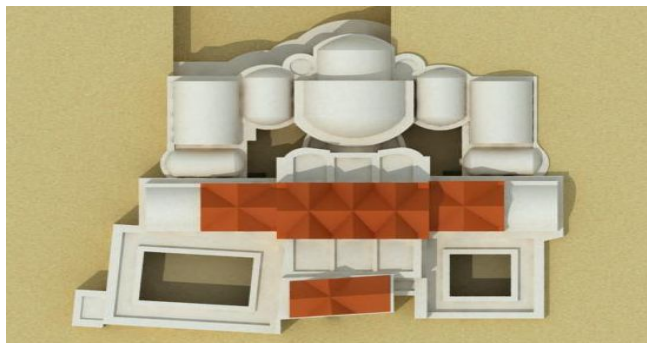


Figure 15: Plan des masses des thermes impériaux romains de Caracalla à Dougga (Lichiheb 2011).

4.1.4 L'Espace Architectural EA

Nous avançons que le volume virtuel en creux (VVECⁱⁱ), est nécessaire et suffisant pour décrire l'espace lieu architectural qui est composé d'un dispositif solide d'englobement et d'un milieu fluide habitable, inter-déterminés et déterminants de cette interface.



Figure 16: Essai de reconstruction des thermes avec le VVEC (Lichiheb 2011).

L'analyse effectuée a facilité la reconstruction des thermes de Caracalla et l'élaboration de leur modèle analogique. Mais, nous désirons expérimenter le processus de transformation pour mieux tester le degré d'efficacité du modèle génétique obtenu. Nous avons fait subir des transformations aux thermes de Caracalla avant de tenter la restitution des thermes de Ain Doura.

4.2 Transformation des thermes impériaux romains de Caracalla à Dougga

A ce niveau, nous faisons fonctionner le modèle de la Matrice d'Organisation MO et de ce fait, nous expérimentons le processus de transformation qui va permettre la reproduction et la reconstruction des autres thermes appartenant à ce système. Nous supposons, dans cette partie, que la reproduction des thermes impériaux de Caracalla est possible moyennant quelques transformations et respectant les règles du système identitaire. Pour chaque thermes transformé, nous avons établi un modèle analogique accompagné d'une analyse comparative contrôlant le degré d'efficacité de ce modèle.

Les transformations ne sont pas arbitraires. Nous avons modifié certains paramètres tels que le terrain, la surface et le programme comme une manière pour tester les règles obtenues.

Les thermes de Caracalla sont classés impériaux alors que la plan est à symétrie partielle et la superficie est réduite à 1700m². Ces deux caractéristiques n'obéissent pas aux critères de classification de cette catégorie des thermes. Donc, les transformations visent à modifier ces deux paramètres pour confirmer leur appartenance à cette catégorie, en appliquant la méthode de la reconstruction spatilogique (Dhouib 2004) et mettre à l'épreuve les résultats obtenus.

4.2.1 Transformation 1

Hypothèse

Comme nous l'avons déjà souligné, ces thermes sont implantés sur un terrain accidenté ce qui a donné naissance à des thermes impériaux à plan non parfaitement symétrique. Dans cette transformation, nous avons travaillé sur un terrain plat en conservant l'identité et la cohérence du système, c'est-à-dire son appartenance au système architectural local des thermes d'Afrique, tout en gardant l'emplacement de l'entrée sans dépasser les limites d'emprise au terrain ni la configuration des thermes existants.

Reformation du modèle architectural analogique

En suivant les stades de la méthode de la reconstruction spatilogique, nous avons réussi :

- à définir le modèle physique.
- à créer un plan parfaitement symétrique.
- à obtenir par la suite un circuit symétrique continu et aux normes.

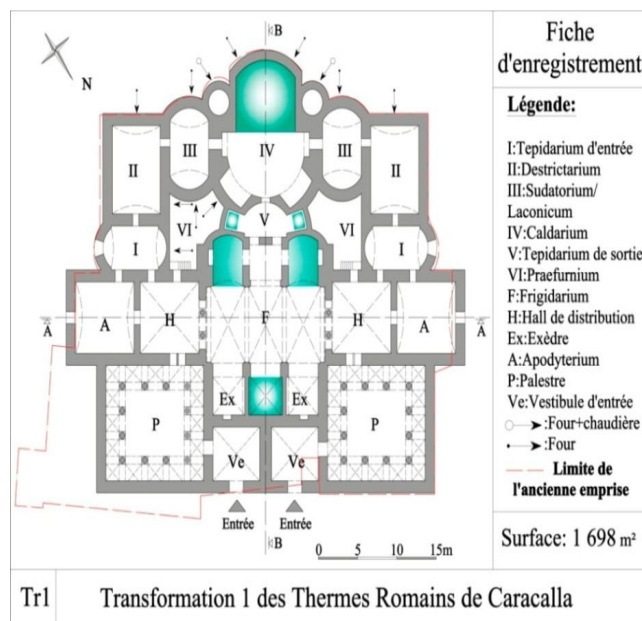


Figure 17: Plan du niveau d'utilisation des thermes transformés Tr1 (Lichiheb 2011).

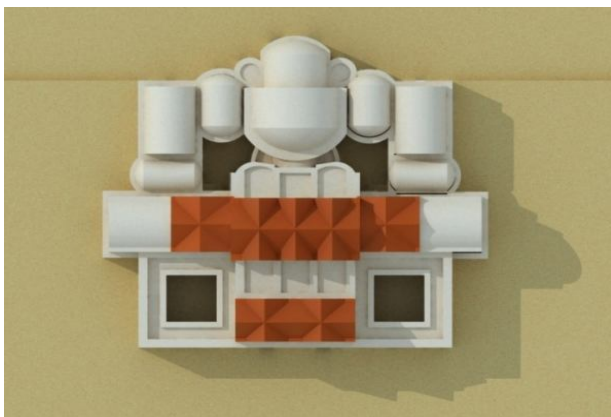


Figure 18: Plan des masses des thermes transformés Tr1 (Lichiheb 2011).

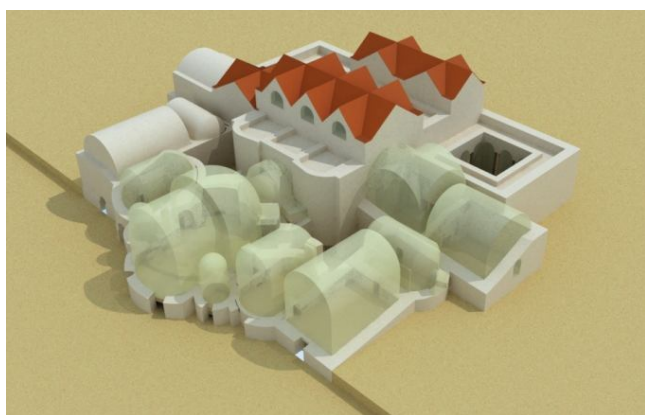


Figure 19 : Essai de reconstruction des thermes transformés avec le VVEC (Lichiheb 2011).

4.2.2 Transformation 2

Hypothèse B

Nous avons travaillé sur un terrain plat tout en augmentant la surface et en gardant l'orientation. Nous désirons atteindre une superficie dépassant les 4000m². Pour ce faire, nous ajoutons au programme des espaces complémentaires généralement présents dans le programme de cette catégorie des thermes qui sont la natatio, l'apodyterium sportif et nous avons rectifié l'emplacement de certains espaces tel que le vestibule d'entrée et l'exèdre.

La surface a atteint 3612m² (sans compter les palestres) et 4139 m² y compris les palestres. L'axe du feu et de l'eau se trouve complété, ce qui affirme l'aspect impérial avec une symétrie parfaite et un circuit symétrique continu.

Reformation du modèle architectural analogique

Nous avons montré à partir des transformations effectuées sur les thermes impériaux romains de Caracalla que nous pouvons les interpréter tout en ne quittant pas leur système identitaire. Mais, nous désirons expérimenter le modèle génétique obtenu pour mieux tester son degré d'efficacité ; pour ce faire, nous avons essayé de restituer les thermes impériaux romains d'Ain Doura à Dougga.

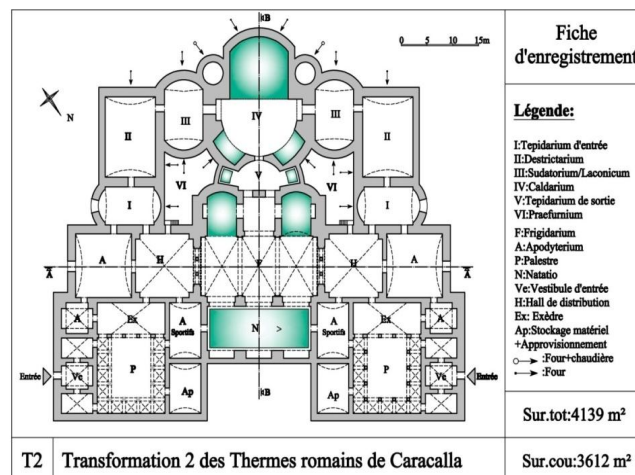


Figure 20: Plan de niveau d'utilisation des thermes transformés Tr2 (Lichiheb 2011).



Figure 21: Plan de niveau d'utilisation des thermes transformés Tr2 (Lichiheb 2011).



Figure 22: Essai de reconstruction des thermes transformés avec le VVEC (Lichiheb 2011).

4.3 Reformation des thermes d'Ain Doura à Dougga

A partir d'un fragment des thermes d'Ain Doura à Dougga, nous proposons une re-conception architecturologique à travers la mise en œuvre de la maquette virtuelle cognitive et coopérative.

4.3.1 Présentation des thermes d'Ain Doura

Ces thermes se situent dans le site archéologique de Dougga en Tunisie, ils sont de type impérial construits sur un terrain accidenté (15m environ de dénivellation). Leur datation remonte à la période entre la fin du IIème siècle et le début du IIIème siècle ap. JC. Leur superficie est supérieure à 3300m² et les fouilles restent incomplètes.

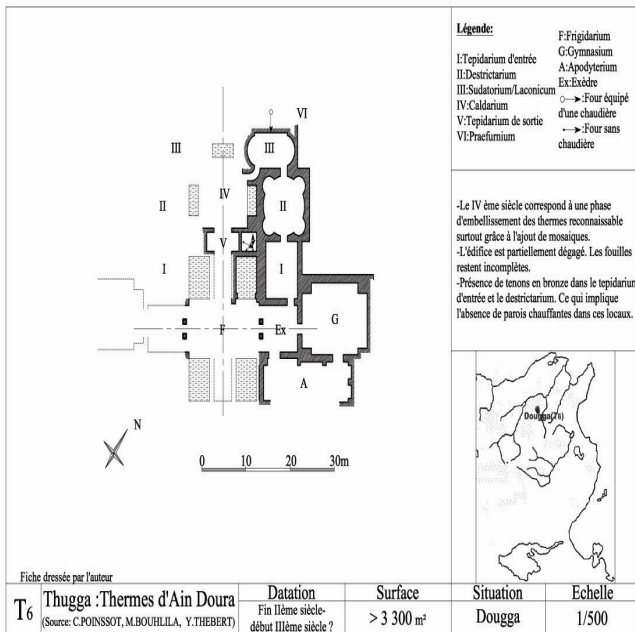


Figure 23: les thermes d'Ain Doura. (Bouaita, 2008)

4.3.2 Reformation du modèle architectural analogique

En faisant fonctionner notre système expert et en expérimentant le modèle génétique déjà obtenu, nous proposons un essai de reformation architecturologique des thermes d'Ain doura.

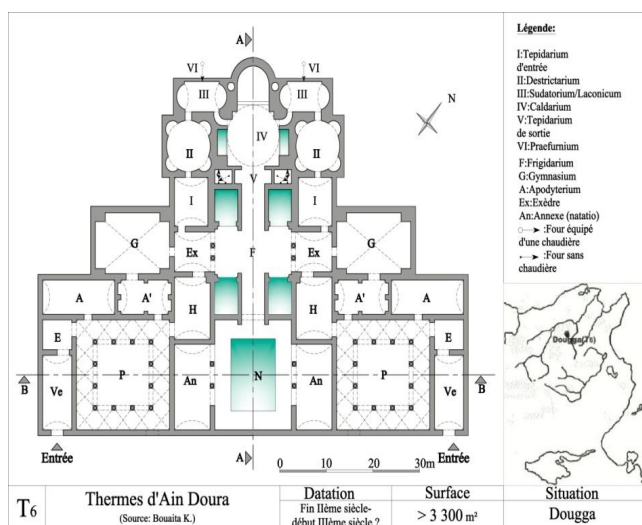


Figure 24: Plan de restitution des thermes de Ain Doura à Dougga (Bouaita 2009)

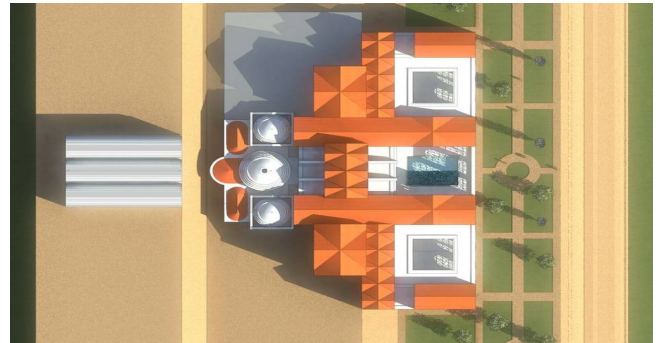


Figure 25 : Plan des masses des thermes d'Ain Doura (Bouaita, 2009)

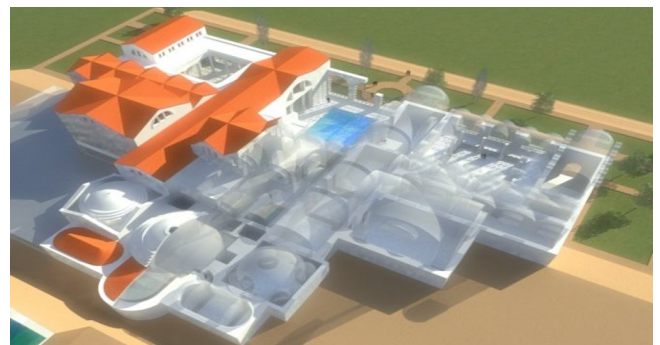


Figure 26: Lieu Architectural (Bouaita, 2009)

5 CONCLUSION

Ces travaux de recherche menés par des concepteurs architectes chercheurs développant la polarité Histoire Architecture, visent en fait à travers la modélisation d'édifices antiques, la modélisation de la conception. Loin de nous l'idée de nous substituer aux archéologues, nous proposons d'établir, à travers la reconstruction virtuelle et cognitive, le modèle de la maquette virtuelle cognitive et coopérative comme interface active et dynamique de collaboration entre divers spécialistes où chaque donnée, chaque preuve apportée peut être immédiatement incorporée et retentir de manière décisive sur l'ensemble du projet partagé. Dans cette optique, la thématization de l'espace lieu architectural (ELA) par ses interfaces fonctionnelle structurelle s'avère féconde, et la détermination du volume virtuel en creux (VVEC) est nécessaire et suffisante pour la reformation du modèle analogique des thermes incomplets. Nous pouvons même avancer que la dynamique de formation transformation équilibration se joue au niveau du seul volume virtuel en creux (VVEC), que l'on peut désigner comme le modèle génératif.

Poétique et Identité

Le travail de modélisation des thermes impériaux romains a été facilité par le fait que ces établissements semblent refléter la vision du monde et l'idéal de la culture romaine dans leur ordonnancement. Ils sont des variations du même modèle prototype, lequel semble être l'illustration d'un

paradigme. En effet, pour les romains la configuration idéale du monde est sphérique (Koestler 1960). L'espace architectural agit alors comme un univers harmonieux où règnent l'ordre, la stabilité et la perfection obtenus par l'artifice de la symétrie et des proportions ; tout désordre et toute contradiction sont donc évacués (Tzonis, Lefaivre et Bilodeau 1985).

Ce passage du Timée de Platon cité par Koestler dans les *somnambules*, est instructif à ce propos :

« Et Il(Dieu) donna à l'univers sa figure convenable et naturelle...Donc il le façonna, comme au tour, rond et sphérique, les extrémités à la même distance dans toutes les directions, figure de toutes la plus semblable à soi, car il jugea le semblable plus beau que le dissemblable...Il lui alloua le mouvement qui convenait à cette forme corporelle ce mouvement qui parmi les sept mouvements est le plus lié à l'entendement et à l'intellect. Donc, le faisant tourner en un seul lieu sur soi même, il le fit mouvoir en rotation circulaire ; les six autres mouvements (mouvements rectilignes vers le bas et le haut, l'avant et l'arrière, la gauche et la droite) il les lui ôta, et l'exempta de leur errance... lisse, plan et partout équidistant du centre, corps intègre et parfait, composé de corps parfaits... ».

Cette déclaration de foi poétique du Philosophe de l'antiquité, dessine une configuration topologique qui semble aspirer les conformations qui tendent vers cet idéal, et ce à toutes les échelles.

La symbolique de l'architecture veut qu'elle tisse des liens entre le ciel et la terre, l'esprit et la matière, en conjuguant le matériel et l'immatériel. Le volume virtuel en creux(VVEC) semble être aussi l'interface entre l'édifice en tant que « corps»: construction et conformation physique ; et l'édifice en tant qu' « esprit »: expression esthétique poétique et configuration spatiotemporelle. Cette configuration est le reflet de la vision du monde d'une civilisation et de sa culture.

Le lieu architectural répond donc à une double dialogique : à la dialogique du contenu/ contenant (DSE : dispositif solide d'englobement /MFH : milieu fluide habitable), s'ajoute la dialogique du matériel/spirituel (construction-conformation/ représentation- configuration), qui se jouent au niveau du volume virtuel en creux (VVEC), qui est la véritable FORME ; ce dernier agissant comme un intermédiaire ou plan médiatif.

Identité et individuation

Dans le cas où notre hypothèse (système expert) est validée, rien n'empêche de passer de la reconstruction des thermes à partir des vestiges, de fragments et traces, à la conception de spécimens inédits. Il suffit alors de se donner la taille des thermes projetés. Le système expert propose des variantes du prototype, qui sont autant de spécimens singuliers. La question qui se pose alors est d'où vient la variété ; pourquoi on n'obtient pas des thermes complètement identiques ?

Le VVEC se présente comme un mécanisme spécifique

dans le domaine de l'architecture, du mécanisme universel d'équilibration intra-inter et trans décrit par Piaget comme le mécanisme général de l'intelligence (Piaget et Garcia 1983). Les composants ont tendance à affirmer leur identité et à s'intégrer dans des unités et entités qui s'affirment elles mêmes, tout en intégrant les éléments dans un ensemble, en redéployant les mêmes règles et ce aux divers niveaux d'organisation. Ainsi la dynamique de formation transformation de l'ensemble dans un tout équilibré et stabilisé, produit un spécimen inédit présentant les mêmes caractères d'identité. Les cas d'identité totale semblent être des cas limites presque jamais atteints, en tout cas pas recherchés. Cette tendance à l'affirmation des holons et leur équilibration à différents niveaux d'organisation semble être un principe universel qui produit la variété dans l'unité.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADAM, J.P. (1984) « La construction romaine : matériaux et techniques », A. et J. Picard.
- [2] FERCHIOU, N. (1975), « Architecture Romaine de Tunisie », Institut National d'Archéologie et d'Art (Tunis), Tome II.
- [3] KHANOUSI, M. (2008), « Dougga », Agence de mise en valeur du patrimoine et de promotion culturelle, coll. Sites et monuments de Tunisie.
- [4] KOESTLER, A. (1979), « Janus, esquisse d'un système », Paris, Calmann-levy, 345 pages.
- [5] KOESTLER, A. (1968), « Le cheval dans la locomotive, le paradoxe humain », Calmann-Lévy.
- [6] KOESTLER, A. (1965), « le cri d'Archimède, l'art de la découverte et la découverte de l'art », Calmann-levy, 445 pages.
- [7] KOESTLER, A. (1960), « les somnambules, essai sur l'histoire des conceptions de l'univers », Paris, 2010, les belles lettres, 595 pages.
- [8] KUHN, T.S. (1983), « La structure des révolutions scientifiques », Flammarion.
- [9] LATY, D. (1996), « Histoire des bains », PUF.
- [10] Le MOIGNE, J-L. (1999), « Les épistémologies constructivistes », PUF.
- [11] Le MOIGNE, J-L. (1984), « La théorie du système général : théorie de la modélisation », PUF, Paris.
- [12] LEZINE, A. (1970), « Utique », Société Tunisienne de Diffusion.
- [13] LEZINE, A. (1969), « Les thermes d'Antonin à Carthage », Société Tunisienne de Diffusion.
- [14] LEZINE, A. (1961), « Architecture romaine d'Afrique : recherches et mises au point », PUF.
- [15] MORIN, E. (1990), « Introduction à la pensée complexe », ESR, Paris.
- [16] PICARD, G. (1974), « Les fouilles de Mactar (Tunisie) 1970-1973 », Comptes-rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, Volume 118, N°1,1974.

- [17] PICARD, G. (1954), « Mactar », Bulletin Economique et Social de la Tunisie, N°90.
- [18] PIAGET, J. et GARCIA, R. (1983), « Psychogenèse et histoire des sciences », Flammarion.
- [19] PIAGET (sous la dir.) (1967), « Logique et connaissance scientifique », Paris, Gallimard, 1345 pages.
- [20] POINSSOT, C. (1983), « Les ruines de Dougga », Institut National d'Archéologie et d'Arts.
- [21] SIMON, H.A. (1991), « Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel », Dunod.
- [22] TABARY, J.-C (1987), « Le paradigme holographique », Revue internationale de systémique, Vol.1.n°2.
- [23] TABARY, J.-C (1991), « cognition, systémique et connaissance », Dunod.
- [24] THEBERT, Y. (2003), « Les thermes romains de l'Afrique du Nord et leur contexte méditerranéen, études d'histoire et d'archéologie », Bibliothèque des Ecoles Françaises d'Athènes et de Rome BEFAR.
- [25] TZONIS, A. ; LEFAIVRE, L. ; BILODEAU, D. (1985), « Le classicisme en architecture, la poétique de l'ordre », Dunod.
- [26] WALLISER, B. (1991) « Une typologie des hiérarchies », Revue internationale de systémique, Vol.5.n°1.
- [27] BOUAITA, K. (2009), « Etat d'avancement de thèse de doctorat », Journées doctorales, ENAU, Tunis.
- [28] BOUAITA, K. (2008), « Le système de l'architecture romaine, Modélisation d'une catégorie d'édifices : Les thermes impériaux en Tunisie », Mémoire de mastère DEA, ENAU, Tunis.
- [29] BOURAOUI, I. (2008), « Le système de l'architecture des bains collectifs ifriquiennes, Analyse comparative et modélisation des thermes et des hammams », Mémoire de mastère DEA, ENAU, Tunis.
- [30] DHOUIB, M. (2004), « De la construction de connaissances à la création : modélisation du processus de conception architecturale », Thèse de doctorat, ENAU, Tunis.
- [31] MRAD, H. (2009), « Essai de qualification des ambiances lumineuses et thermiques romaines à partir des textes antiques », Mémoire de mastère DEA, ENAU, Tunis.
- [32] LICHHEB, H. (2011), « Reconstruction virtuelle et cognitive des thermes impériaux romains de Caracalla à Dougga », Mémoire de mastère DEA, ENAU, Tunis.

*La maquette virtuelle a été établie par Lichiheb H., 2011
Le volume virtuel en creux VVEC est l'interface structurelle et fonctionnelle entre le milieu fluide habitable (M.F.H) et le dispositif solide d'englobement (DSE)*