



# SCAN'16 Toulouse

## Séminaire de Conception Architecturale Numérique

*Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet*

Sous la direction de Jean-Pierre Goulette et Bernard Ferries

PUN - Editions Universitaires de Lorraine.

ISBN: 978-2-8143-0289-1

### **Titre de la publication :**

RECONSTRUIRE LES PAYSAGES URBAINS HISTORIQUES PAR LA  
SPACE SYNTAXE : ETUDE MORPHOLOGIQUE DES  
AGGLOMERATIONS PHENICO-PUNIQUES

### **Auteurs :**

Wided ARFAOUI, Said MAZOUZ, Mounir DHOUIB



Cette publication (présentée dans ce document en version auteur acceptée), est parue dans les actes du Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN'16 – Toulouse - *Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet*, 07-09 septembre 2016, Toulouse

Tout usage du contenu de cette publication doit mentionner la référence de l'ouvrage, du titre et de(s) auteur(s).

# RECONSTRUIRE LES PAYSAGES URBAINS HISTORIQUES PAR LA SPACE SYNTAXE :

## ETUDE MORPHOLOGIQUE DES AGGLOMERATIONS PHENICO- PUNIQUES

Wided ARFAOUI, Said MAZOUZ, Mounir  
DHOUIB

*Ecole nationale d'architecture et d'urbanisme de Tunis,  
Tunisie Université Larbi ben Mhidi, Oum el Bouaghi, Algérie  
-Ecole nationale d'architecture et d'urbanisme de Tunis, Tunisie*

**RÉSUMÉ.** *Cet article a pour objectif de définir la logique morphologique des agglomérations phénico-puniques par le biais de la syntaxe spatiale, [un ensemble de méthodes et des techniques de modélisation des espaces architecturaux et urbains], en utilisant son outil de modélisation le plus répandu «Depthmap» par l'application de l'analyse axiale et de l'analyse VGA. Il se focalise sur l'étude morphologique des deux tissus urbains historiques « Kerkouane » au Cap Bon Tunisien et « Monte Sirai » en Sardaigne, singulièrement 'les mieux conservés affirmant l'urbanisme phénico-punique et n'ayant jamais subi des modifications de la part des occupations postérieures'.*

*La confrontation de la quantification des indicateurs morphologiques fournie par l'analyse VGA et l'analyse axiale de chacune des deux agglomérations montrent qu'elles possèdent une morphologie urbaine distinctive (forme/apparence) avec la coexistence d'un certain nombre de caractères morphologiques particuliers affirmant ainsi le passage de l'Historien et géographe Grec Strabon, mentionné dans son ouvrage incontournable « Géographie », témoignant de l'existence d'un schéma urbain phénico-punique en instituant une comparaison entre Mainakè et Malaka (Malaga), tout en relevant et de façon allusive que la première garde l'empreinte de*

*l'urbanisme grec, tandis que la seconde est beaucoup plus proche du schéma phénico-punique .*

**MOTS-CLÉS :** *SCAN16, Architecture paramétrique, Morphologie urbaine, identité morphique, Syntaxe spatiale, analyse axiale, analyse VGA, Depthmap, urbanisme et agglomérations phénico-puniques,*

**ABSTRACT.** *The understanding of human settlements remains a complex matter. The present paper aims to reduce this misunderstanding by producing a better knowledge of the Phoenician-Punic agglomerations. It considers these latters as complex systems composed of a multitude of intertwined and interrelated subsystems among which the morphological system considered here as an object of knowledge. It uses "space syntax" and its most common modelling tool "Depthmap" to understand the morphology of these agglomerations and to determine its components. In a syntactic manner, The first one establishes a definition of the idea of morphological identity and the second one measures its nature and distinctiveness for the considered Phoenician-Punic agglomerations.*

*This morphological identity is the result of the Phoenician-Punic population's social lifestyle (a reduced connectivity level , reduced permeability , accessibility and finally substantial entropy values a limited visibility, an elevated mean depth, a high control amount and an important spatial segregation).*

**KEYWORDS:** *SCAN 16 Parametric Architecture, Urban Morphology, graphic identity, Space Syntax, axial analysis, VGA analysis Depthmap, Phoenician-Punic agglomerations and cities,*

## 1. Introduction

La compréhension des établissements humains reste une tâche ardue et fort complexe notamment les fondations historiques dont on ne voit que des vestiges archéologiques parfois difficiles à lire et à interpréter par l'archéologue et l'historien : les établissements phénico-puniques n'échappent pas à cette règle et présentent un domaine méconnue et inexploré.

C'est pourquoi et dans le cadre de ce présent travail, croisant architecture et archéologie, nous nous intéressons à l'organisation de l'espace urbain carthaginois à l'époque phénico-punique tout en nous interrogeons sur la structuration, la nature de l'organisation et l'origine des formes des agglomérations. Notre hypothèse qui postule l'existence d'une morphologie urbaine spécifique (forme/apparence) des villes phénico-puniques a été fondée et motivée par le passage célèbre de l'Historien et géographe Grec Strabon, mentionné dans son ouvrage incontournable « Géographie », instituant une comparaison entre Mainakè et Malaka (Malaga) (l'actuelle Malaga en Espagne par rapport à Mainake, cité phocéenne d'identification non assurée), tout en relevant que la première

garde l'empreinte de l'urbanisme grec, tandis que la seconde est beaucoup plus proche du schéma phénico-punique . Ceci implique l'existence d'un certain nombre de caractères morphologiques particuliers distinguant les cités phénico-puniques : Un schéma d'urbanisme qui serait spécifiquement phénicien, mais qu'il ne décrit pas :

Notre dispositif de travail principal est la syntaxe spatiale, qui est une méthode d'analyse morphique optant pour le Depthmap comme outil de modélisation et de réalisation. Ce dernier, en se basant sur l'analyse de visibilité, notamment à travers l'analyse VGA (visibility graph analysis) et sur l'analyse de la carte axiale, effectue une gamme d'analyses de configuration. Celles-ci fournissent des mesures diverses (la connectivité, l'intégration, la profondeur et le contrôle) qui renseignent sur la qualité des espaces étudiés.

## 2. Outils de modélisation :

La syntaxe spatiale (*Space syntax*<sup>1</sup>) est un ensemble de méthodes et de techniques de modélisation des espaces architecturaux et urbains fournissant un outil potentiel aux architectes afin de simuler les impacts sociaux de l'organisation spatiale de leurs bâtiments. En analysant l'accessibilité des lieux, leurs configurations ou leurs accès, la syntaxe spatiale permet de mettre en lumière la traduction spatiale des relations sociales.

*Depthmap*<sup>2</sup> est le principal outil de modélisation utilisé par la syntaxe spatiale. Il est utilisé pour exécuter l'analyse de la visibilité des systèmes architecturaux et urbains. Il fournit une gamme d'analyses de configuration. Ces analyses examinent les rapports entre les composants de l'espace. Chaque analyse comprend une représentation de ces composants par un graphique et enfin l'interprétation de ce dernier.

L'analyse dans le *Depthmap* examine le chemin le plus court entre un nœud et une série d'autres nœuds dans un système. Le chemin le plus court peut être défini de plusieurs façons :

- Angulaire : Le chemin le plus court est celui qui réduit au minimum l'angle entre une personne et sa destination.

---

<sup>1</sup> Conçu par Bill Hillier [https://fr.wikipedia.org/wiki/Syntaxe\\_spatiale\\_-\\_cite\\_note-1](https://fr.wikipedia.org/wiki/Syntaxe_spatiale_-_cite_note-1) et d'autres chercheurs à la Bartlett, University College of London à la fin des années soixante dix et des années quatre-vingt.

<sup>2</sup> Le Depthmap a été développé à partir de deux pensées. La première remonte aux recherches de Benedikt, (1979) avec l'utilisation de l'analyse isovist, la seconde est le fruit de la syntaxe spatiale développée par Hillier et Hanson, (1984). En s'inspirant de l'idée de Benedikt, la syntaxe spatiale a fourni une mesure qui définit les isovists d'intégration dans un environnement (Turner et Penn, 1999). Ce concept a été défini comme l'analyse du graphique de visibilité (VGA) (visibiliy graph analysis) (Turner et Al, 2001).

- Le segment : le chemin le plus court est celui qui emploie un minimum de nombre de rues pour arriver à la destination voulue.
- Topologique : le chemin le plus court est celui qui emploie le moins de tournants (virages).
- Métrique : le chemin le plus court est celui qui est physiquement le plus court.

#### **a. Analyser l'Espace urbain par la Space syntax :**

La syntaxe spatiale est l'application de la géométrie discrète aux systèmes architecturaux et urbains. L'élément le plus fort dans la géométrie discrète serait la ligne. Les lignes ont les deux propriétés clefs, celles d'être très simples et globales. La syntaxe spatiale tente de découvrir comment la ville est considérée en tant que champ de visibilité totale. Avec des graphiques de visibilité, l'analyse syntactique permet de donner des directions dans des systèmes spatiaux.

La carte axiale, qui sera élaborée sur fond d'une première carte représentant le système spatial formé par les espaces publics accessibles (rue, place etc.), se construit à partir du nombre minimal de lignes droites les plus longues. Une fois établie, cette carte permet de modéliser et d'analyser les configurations urbaines des villes.

L'analyse de l'espace urbain est basée sur le concept de ligne axiale qui est une ligne de visibilité maximale reliant les espaces et s'arrête dès que la direction change. Plus la ligne axiale traverse un grand nombre d'espaces, moins il y a de changements de directions et la distance topologique diminue rendant le système accessible et peu profond; l'inverse produit un système complexe et profond. La carte axiale ainsi obtenue, représente une succession de lignes de direction de lignes axiales et est reliée au mouvement naturel des personnes résidentes ou étrangères ; elle permet de modéliser, de prédire le mouvement et la localisation des activités diverses.<sup>3</sup>

#### **b. Propriétés de la grille urbaine : quelques mesures phares**

\* **La profondeur** traduit l'aspect relationnel entre les espaces. Un espace est considéré profond s'il faut passer par d'autres espaces pour y accéder. Un pas de profondeur signifie une relation d'accessibilité directe entre deux espaces. « Autant, la profondeur est une propriété puissante qui montre l'existence ou non d'un contrôle social fort »<sup>4</sup>.

\* **La connectivité** mesure, dans une carte axiale, le nombre de lignes immédiatement connectées à la ligne en cours d'analyse. Elle est, ainsi, une propriété qui rend compte des connexions que peut avoir un espace avec les autres espaces de son environnement. Elle est une caractéristique de l'espace que l'on peut voir spatialement à travers le repérage de toutes

<sup>3</sup> D'après CHIARADIA, A. et al., (2003), Concentration et ségrégation, dynamiques et inscriptions territoriales. Configuration spatiale et mixité sociale urbaine.

<sup>4</sup> D'après MAZOUZ, S et al., (1999) The Derivation and Re-Use of Vernacular Urban Space concepts, Architectural Science Review, Vol. 42, Number 1, March.

les liaisons que peut avoir un espace avec ses voisins. Contrairement à l'intégration, elle est facilement perceptible, les paramètres qui participent à la définition, sont l'axialité et la convexité.

\* **L'intégration** signifie, en général, le fait de faire partie d'un tout, d'un groupe, d'un système, d'un territoire, d'un établissement humain. Dans la syntaxe spatiale, l'intégration est définie en fonction de la profondeur de l'espace. C'est une mesure qui permet, pour chaque espace, de comprendre la capacité à intégrer le système spatial considéré ou à en être « ségrégué ».

\* **Le Contrôle** est une mesure du « flux » à travers un espace. Elle est considérée comme la mesure réciproque de la connectivité en relation avec le voisinage. Un espace a une valeur de contrôle élevée lorsque plusieurs des chemins les plus courts, le reliant à tous les espaces d'un système, le traversent. Le choix représente la probabilité pour un espace d'être choisi comme itinéraire par un promeneur par rapport à ses voisins.

\* **L'Entropie** est la mesure de distribution de plusieurs espace/nœud, en terme de leurs profondeurs.

\* **Le Clustering coefficient** détermine la proportion d'espaces inter visibles d'un point donné. C'est une mesure locale similaire à la mesure de convexité.

### 3. Étude morphique de l'agglomération phénico-punique :

#### 1- Introduction :

L'identité morphique des deux agglomérations en question (...) sera définie par l'analyse VGA et l'analyse axiale. Le point de départ de ces deux analyses est l'espace continu ou le réseau viaire des établissements considérés. Ces analyses permettent d'obtenir des cartes ou des graphiques conformément aux applications du Depthmap version 10.

Ces graphiques reflètent une organisation traduite selon une gamme spectrale de couleur dégradée allant de l'indigo (bleu violacé) au bleu, au cyan, au vert, au jaune, à l'orangé, au rouge et enfin au magenta (rouge violacé). Chaque couleur a une signification selon la carte analysée. Une fois ces graphiques réalisés, il y a lieu de chercher les mesures numériques correspondant à chaque propriété syntactique.

Subséquentement, l'application de l'analyse VGA, régie par la visibilité, permet d'obtenir plusieurs indicateurs morphiques. Ces derniers, définissent l'identité morphique des dites agglomérations, en donnant des informations sur le degré de visibilité et d'inter-visibilité au niveau de leurs espaces continus, le degré d'intégration de ceux-ci, leur degré d'hierarchie et d'ordre spatial. Elle permet également de mesurer l'accessibilité et la distribution des espaces, le degré de profondeur visuelle d'un espace vers d'autres, leur degré de privacité, le degré d'interaction visibilité/mouvement et enfin le degré de contrôle visuel au niveau de ces tissus urbains. L'application de l'analyse de l'axialité au

cas d'étude, fournit les mêmes indicateurs morphiques mais qui sont cette fois-ci régis par la perméabilité et le mouvement au niveau des agglomérations.

Ainsi, les données numériques obtenues suite à ces deux types d'analyse, et qui seront récapitulées dans le tableau ci-dessous, révèlent les éléments morphiques spécifiques à ces tissus.

## **2- Présentation des agglomérations phénico-puniques et critères de choix d'échantillon (sites) :**

Pour cette étude dont l'objet est de mesurer la spécificité de l'identité morphique propre aux agglomérations phénico-puniques, tout en définissant les éléments morphiques qui leur sont communs et les lois de composition qui leur sont inhérentes, on a retenu les deux agglomérations de **Monte Sirai** en Sardaigne et **Kerkouane** en Cap Bon tunisien. Ce choix était motivé par deux critères principaux: le premier consiste à leur bon état de conservation affirmant l'urbanisme phénico-punique qui n'avait jamais subi des modifications de la part des occupations postérieures d'où la possibilité d'une lecture urbaine cohérente de l'organisation de cette époque. Le deuxième étant la variation de configuration (reliefs, paysages, altitudes) et de l'implantation des deux sites :

- Une implantation sur une colline dominante pour **Monte Sirai** situé au sud-ouest de la Sardaigne. Cet établissement punique a fait l'objet de plusieurs campagnes de fouilles depuis 1962 par l'équipe de l'université 'La Sapienza'. Il a été fondé par les Phéniciens vers 750 avant j.c. et abandonné vers 110 avant notre j.c. pour des raisons encore toutes hypothétiques. Cette cité fortifiée comportait des quartiers d'habitations, un *Tophet* et une nécropole extra-muros doublement, phénicienne et punique. Sa situation dominante la voie littorale d'une part, la vallée ouvrant sur la riche plaine du Campidano de l'autre, est particulièrement bien réfléchi et choisie.

- Une implantation sur une presqu'île pour le cas de **Kerkouane**. Cette fondation punique imposante a été découverte, par **Pierre Cintas** et **Charles Saumagne** en 1952, située sur la péninsule du Cap Bon Tunisien, à 6 km au nord de Hammam Guzèze. Son importance découle principalement du fait qu'elle est l'unique cité, jusqu'à nos jours, dont la fondation remonte à l'époque punique –au VI<sup>e</sup> siècle av. J-C. – et que les Romains n'ont pas reconstruit après l'annexion de l'Afrique à l'empire romain, nous léguant ainsi un espace urbain fortifié, celui d'une petite cité, typiquement punique, comportant des quartiers d'habitations, un temple/sanctuaire et une nécropole extra-muros.



*Figure1 : Kerkouane : Vue Aérienne sur la cité*



*Figure2 : Monte Sirai : Vue Aérienne sur l'acropole*

### **3- Vérification de l'identité morphique distinctive des agglomérations phénico-puniques :**

#### **a. Analyse et Expérimentation :**