

# GAMMA ANALYSIS : AN ANALYTICAL APPROACH TO DISCOVER ARCHITECTURAL GENOTYPES.

**Hynda BOUTABBA**

Lecturer, Dr, Urb., Department of Urban Mangment, M'sila University,  
e-mail: hynda.boutabba@univ-msila.dz

**Mohamed MILI**

Lecturer, Dr, Urb., Department of Urban Mangment, M'sila University,  
e-mail: Mohamed.mili@univ-msila.dz

**Samir-Djemoui BOUTABBA**

Teaching Assistant, Arch., Department of Architecture, Biskra University,  
e-mail: samir-Djemoui.boutabba@univ-biskra.dz

**Abdallah FARHI**

Professor, Dr, Ing., Department of Architecture, Biskra University,  
e-mail: abdallah.farhi@univ-biskra.dz

## **Abstract:**

This paper aims to highlight the basis of the space syntax approach, specifically the justified graph method or "*gamma-analysis*" in the identification of domestic architectural types according to their spatial organizations and their dwelling patterns. This identification is done through a concept borrowed from genetics and transmitted to architecture: The genotype and phenotype. Based on several examples, this article will explain the way in which the hidden socio-spatial structures of buildings will be highlighted. Originally used in Anglo-Saxon countries, this approach is currently used by a large number of researches focused on architectural spatiality especially domestic at the global level. The article will end with the critique of the method in terms of usefulness and significance of its results.

**Key words:** spatial syntax, gamma analysis, genotype, phenotype, architectural spatiality, spatial organization.

## **Introduction:**

La lecture, la compréhension et la rationalisation des modèles, types et manières d'habiter fut et reste l'un des domaines les plus prisés dans la recherche architecturale. La recherche et l'identification de types a longtemps été considérée comme une démarche inhérente à la construction des savoirs en architecture (Quatèmère de Quincy 1832 ; Devillers 1974 ; Dieudonné et al. 1985) et comme l'une des voies les plus avantageuses de la connaissance des patrimoines bâtis, en offrant une manière de classement des objets variés qui les constituent (Frey 1991). La recherche typologique se présentait comme le moyen le plus efficace dédié à cet effet. Cependant depuis le début des années 1980, principalement dans le monde anglo-saxon, le point de vue méthodologique qualitatif par excellence de la typologie,

puisant ses fondements d'une attitude restrictive d'explication et de classification des espaces et, éclairé par des notions opératoires, commençait à être critiqué. Cette approche analytique est considérée de plus en plus comme seule généralisation d'une science sans loi ni théorie (Dunolard 1981 ; Méhault 2011) et comme une convention à faible support théorique « *low level theory* » (Bandini 1983). Des approches analytiques de type quantitatif commencent à prendre le devant de la scène méthodologique et c'est dans cette visée qu'est apparu le cadre théorique de la syntaxe spatiale. Cette méthode est basée sur des descriptions mathématiques et des quantifications de systèmes spatiaux humains ainsi que sur des inférences sur leurs significations sociales. Ce qui permet de fournir un modèle cohérent de l'environnement humain construit.

En se basant sur notre recherche personnelle ainsi qu'un nombre important d'autres études élaborées sous des contextes géographiques, culturels et sociaux différents, le présent article a pour finalité d'expliquer les outils analytiques de la syntaxe spatiale et ses approches, pour identifier les génotypes architecturaux. Le document fournit dans sa première partie un aperçu sur les fondements historique et théorique d'apparition de la méthode ainsi que sur la genèse des notions de génotype et phénotype architecturaux. Ensuite, le document est divisé en deux sous sections traitant respectivement de l'approche qualitative et quantitative de la méthode. Ses dernières ouvriront, par la suite, le débat sur une discussion sur les étapes nécessaires pour découvrir les génotypes architecturaux. Enfin, le document se termine par la critique et les limites de la méthode.

### Méthodologie d'approche :

Pour éclaircir et expliquer les outils analytiques de la "*gamma analysis*" et ses approches, nous nous sommes naturellement penchés sur la lecture et la compréhension d'ouvrages et articles des pères fondateurs de cette méthode d'analyse, à savoir Bill Hillier, Julienne Hanson et Graham. En plus de cette littérature de base, et pour soutenir notre explication, plusieurs thèses, ouvrages et articles traitant de la méthode ont été consultés et analysés. Sept ont été, en fin de compte, choisis en raison de la variété que leurs problématiques offrent, en matière de type d'architecture et de contextes géographiques et socio culturels. Il s'agit principalement de notre travail personnel : Boutabba (2013) des travaux de Cuisinier (1992), Malhis (2003), Letsson (2009), Mustapha & Hassan (2010), Eloy & Guerreiro (2016). Voir tableau 1.

Auteurs/Année de publication	Titre	Thématique étudiée
Jean Cuisinier (1991)	La maison rustique : logique sociale et composition architecturale	Dans cet ouvrage, l'auteur démontre comment sont articulées logique sociale et composition architecturale. Cette articulation est saisie à travers l'étude de la maison rustique, archétype de l'habitation rurale ordinaire française. L'analyse s'est faite via la théorie des graphes (les prémices de la <i>gamma analysis</i> ). L'auteur cherche la pertinence sociale des compositions architecturales, autrement dit, comment un ordre des lieux fonctionne comme un système de relations spatiales et un système de relations sociales.
Shatha Malhis (2003)	The multiplicity of built form manifestations: Situating the domestic form within interwoven syntactic and semiotic domains	Les villas d'Amman (Jordanie) post-boom pétrolier ont montré des caractéristiques stylistiques formelles d'un grand éclectisme, d'ostentation et d'extravagance. la recherche dans cet article est principalement orientée vers l'investigation du style. Les formes domestiques sont analysées à trois niveaux: la combinaison des règles stylistiques pour produire la complexité des façades, les principes spatiaux syntaxiques qui avaient structuré les propriétés de configuration, ainsi que la sémiologie perceptuelle qui définit la manière dont la variété architecturale est saisie par les propriétaires. Deux génotypes architecturaux ont été ainsi définis.
Quintin Letesson (2009)	Du phénotype au génotype. Analyse de la syntaxe spatiale en architecture minoenne	Cette thèse se focalise sur l'architecture néo palatiale (âge du Bronze en Crète minoenne - 1600-1425 av. J.-C.) Elle a pour objet l'évaluation du cadre architectural en étroite relation avec la perception et les comportements humains. Dans un premier temps, les formes architecturales récurrentes sont abordées de manière descriptive, puis analysées par l'entremise de la <i>gamma</i>

		<i>analysis</i> et l'analyse visuelle, via Depthmap. L'apport principal de la recherche tient à la mise en évidence d'un génotype d'architecture palatiale.
Faris Mustapha et Salahdine Baper (2010)	Using space syntax analysis in detecting privacy: a comparative study of traditional and modern house layouts in Erbil city, Iraq	L'objectif de cet article est d'examiner les paramètres spatiaux qui jouent un rôle dans la protection de la vie privée, en démontrant dans quelle mesure, ils influencent la répartition de ces espaces. Dans cet article, la <i>gamma analysis</i> est utilisée pour examiner la morphologie spatiale de deux types d'habitations (traditionnelles et modernes) dans la ville d'Erbil, afin de détecter le niveau de confidentialité dans leurs configurations. Les auteurs pensent que les données collectées seront utiles dans le processus de conception des futurs aménagements de maisons irakiennes.
Hynda Boutabba (2013)	Spécificités spatiales et logiques sociales d'un nouveau type d'habitat résidentiel du Hodna oriental, le type "Diar Charpentii"	Cette recherche se focalise sur l'étude spatiale d'un nouveau type d'habitat domestique apparu cette dernière décade dans une région agropastorale de l'Algérie: Le Hodna oriental. Un habitat résidentiel dont les expressions stylistiques sont diversifiées et en même temps opposées aux références architecturales rurales locales et par rapport aux us et mœurs d'une société semi-nomade qui s'est récemment fixée sur le sol. L'objectif de cette recherche est de tenter de comprendre, si cet habitat domestique, à l'inverse à ce que laisse apparaître ses façades, pourrait entretenir, au niveau de sa spatialité une unité qui pourrait l'identifier comme génotype architectural. Et si, ces génotypes architecturaux entretenaient une quelconque relation avec l'architecture domestique locale de la région. La <i>gamma analysis</i> du corpus a révélé l'existence de 7 génotypes et un phénotype non génotypique. La comparaison a révélé que le type « <i>Diar Charpentii</i> » est dans une grande majorité un descendant spatial des modèles domestiques ancestraux avec lesquels il forme un génotype d'inégalité.
Sara Eloy et Rosalia Guerreiro (2016)	Transforming housing typologies. Space syntax evaluation and shape grammar generation	Cet article se concentre sur la transformation des typologies de logement en utilisant une méthodologie basée sur la grammaire, assistée par des mesures de syntaxe spatiale. Les bâtiments étudiés ont été construits à Lisbonne (Portugal) du 18ème au 20ème siècle et sont des cas répétitifs représentatifs dans la ville. Les descriptions des bâtiments sont ensuite utilisées dans le cadre de la systématisation des principes de réhabilitation pour la grammaire de la transformation. Il a été conclu que les caractéristiques particulières de ces bâtiments permettent de mener des stratégies de réhabilitation spécifiques.

**Tableau 1.** Thématiques des recherches choisies comme exemples pour l'explication de la gamma analysis  
 Source : Auteurs.

### Fondement historique : vers une revalorisation d'une science de l'actualité architecturale

La théorie du terrain de rencontre, telle est le concept donné par Hillier (1987a) à la doctrine qui stipule que l'architecture n'est pas une discipline à part entière, mais plutôt une fusion de plusieurs autres disciplines. Un dogme selon lequel l'architecture pourrait avoir des fondements scientifiques en se présentant comme une activité qui produit des choses plutôt que de la connaissance. A la Barlette School de Londres, Davies fut l'un des plus fervents défenseurs de cette philosophie malgré son attestation, suite à un article publié en 1964 en collaboration avec Cowan, de l'existence d'un noyau propre d'études inhérent à l'architecture, qu'ils appelèrent alors le développement et la modification des bâtiments (Davies et Cowan 1964). Ce dernier fut l'amorceur de plusieurs grandes études qui s'intéressèrent à la forme du bâtiment (Cowan 1963 ; Cowan et Nicholson 1965) mais qui n'ont pas pu pour autant balancer cette philosophie limitatrice de l'architecture. Il a fallu attendre la fondation, par March et Steadman, du centre for *Configurational Studies*, à l'Open University pour qu'une série extraordinaire de recherches mettant en exergue la réalité de la forme construite et la morphologie, fut inaugurée et reconnue en tant que telle, notamment, le travail sur les grammaires de la forme par Sitny (1978). Cette étude sur la forme construite était venue réfuter, la philosophie du "terrain de rencontre". Cet "antidote" avait, en effet, donné naissance à un courant de pensée qui considérait l'étude de la forme comme le sujet central de la recherche architecturale, dont la description mathématique était la technique de Base (March et Steadman 1971 ; Martin et March 1972) rejetant ainsi toutes références aux approches multidisciplinaires. Ce qui avait fait perdre, selon Hillier, à la recherche certains éléments essentiels de la forme construite, notamment les ordres sociologiques et culturels.

C'est à l'issue de ces deux courants de pensées que Hillier développa une nouvelle approche de l'étude architecturale qui se veut complémentaire de la fameuse science des formes possibles de Steadman par une revalorisation d'une science de l'actualité architecturale. Une théorie qui décrit les liens unissant les formes non géométriques de l'espace construit à la nature des relations sociales qui s'y déploient en postulant l'existence d'une logique sociale de l'espace.

### **Fondements théoriques : la syntaxe spatiale une dérivé de la théorie des graphes :**

Découlant d'un courant de pensée qualifié de modèle sociologico-écologique (Kent 1990 ; Lawrence et Low 1990 ; Sanders 1990), la syntaxe spatiale est définie comme l'ensemble des règles qui gouvernent les compositions architecturales, telles qu'on peut les appréhender par les graphes qui en donnent la représentation en mettant à disposition des outils mathématiques appropriés pour le traitement d'un champ spatial bâti qui présente manifestement toutes les caractéristiques d'un réseau. Rappelons que l'utilisation de la théorie des graphes et du calcul matriciel à l'analyse et à l'intelligibilité des spécimens architecturaux remonte à la fin de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle avec comme précurseurs les travaux de Christopher Alexander, Levin (1964), Krejcičirk (1969) ainsi qu'un bon nombre de morphologues anglais depuis, cités dans une liste non exhaustive, tels que Teague (1970), Cousin (1970), March (1971), Steadman (1983) qui s'étaient intéressés à la démonstration des relations topologiques telle que "*adjacent à*", "*au voisinage de*", "*contenu dans*" et ce, à travers la représentation des plans d'architectures par différents types de graphes d'adjacence, d'accès, de plans et de représentation duale (Boussora 2010 ; Cogis & Schwartz 2018). Hillier & Hanson (1984) se sont intéressés, quant à eux, à un ensemble de techniques de représentation et de qualification de la représentation spatiale des bâtiments. Ainsi, l'espace est loin d'être une entité statique, il est plutôt dynamique et en adéquation avec une logique sociale interne de la société qui l'avait secrété (Makri & Folkesson 2000, Jeong et al. 2014). L'intérêt de cette approche est porté aux processus générateurs des espaces et aux structures socio-spatiales autrement dit aux génotypes de l'architecture, en instituant des outils analytiques qui lui sont propres.

### **Notions de génotype et phénotype architecturaux:**

Génotype et phénotypes sont des termes inventés par William Bateson au début du XX<sup>e</sup> siècle. D'une façon générale, le génotype est la constitution génétique codée et héritable d'une cellule, d'un organisme ou d'un individu (kerritt 2014). Par opposition, est défini le phénotype comme l'ensemble des traits observables d'un organisme. Il est alors considéré au niveau d'un seul caractère, à l'échelle cellulaire (Fig. 1)



**Fig1.** Variation phénotypique de la couleur des fleurs chez le pétunia  
 Source: Matzke et al. 2004

En Architecture, ces concepts ont été utilisés par Hillier et Hansson pour essayer de rendre intelligible la répartition spatiale de bâtiments particuliers et pour essayer d'identifier les

mécanismes qui régissent la production et la reproduction des types architecturaux. Après plusieurs métamorphoses de fond, notamment la substitution de la notion sociologique de mécanismes tendant à recouvrir la capacité de décrire les lieux à la notion biologique de centre gérant, Hillier et ses collègues considèrent la récurrence de certains traits de structure comme l'indice de génotypie et traitent par conséquent la variété des compositions architecturales observées comme des phénotypes (Cuisenier, 1991 ; Bustard 1995, Letesson 2009).

### Les outils analytiques de la syntaxe spatiale et ses approches :

Les outils analytiques de la syntaxe spatiale émanent de deux grands principes à savoir :

- Les données qualitatives et quantitatives des graphes;
- Les rapports entre l'extérieur et l'intérieur d'un édifice.

Par données qualitatives, Hillier entend toutes les caractéristiques d'un plan architectural, rendues possibles grâce à son graphe correspondant. Les données quantitatives sont celles calculées grâce à des formules mathématiques sur la base du graphe du plan architectural de l'édifice étudié. Ces deux données sont dans une relation analytique étroite avec le rapport intérieur/ extérieur d'un bâtiment que Hillier et Hanson (1984 p. 142-147) présentent, non pas comme une simple notion de lieux ou de positionnement, mais comme un certain ordre spatial lié à un système de contrôle des circulations, en instituant l'opposition entre deux coalitions sociales distinctes, deux univers : celui des habitants résidents et celui des étrangers/ visiteurs. Les premiers sont les individus dont l'accès à l'édifice leur est plausible et le contrôle leur est certain. Les seconds, sont définis comme ayant un accès potentiel temporaire au bâtiment, réalisé sous le contrôle des résidents. Ainsi tout bâtiment résout cette opposition à sa manière, du seul fait qu'il érige une interface physique entre l'intérieur et l'extérieur, tout autant qu'une interface sociale entre résidents et visiteurs.

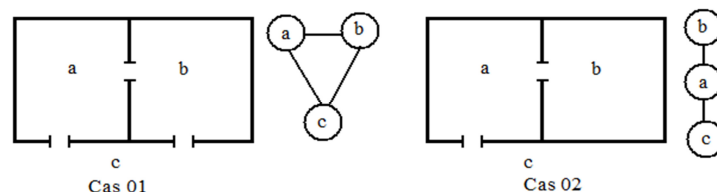
### L'approche qualitative ou analyse visuelle des graphes :

La première étape de *la gamma analysis* consiste en une abstraction d'un plan architectural en graphe justifié. Deux propriétés de représentation s'avèrent nécessaires :

1. Une limite continue avec l'extérieur, de telle manière que toutes les autres parties du monde externe sont sujettes à une forme de contrôle;
2. Une perméabilité intérieure, de telle sorte, que chaque lieu constitutif du bâtiment soit accessible à chaque autre lieu, sans avoir à passer, par l'extérieur.

### Le graphe justifié :

Les espaces constitutifs d'un bâtiment sont abstraitement représentés, dans un graphe, par des cercles et sont appelés nœuds ou cellules (Préziosi 1985). La relation de perméabilité qui les unit est représentée par une ligne : la connexion. (Fig. 2).



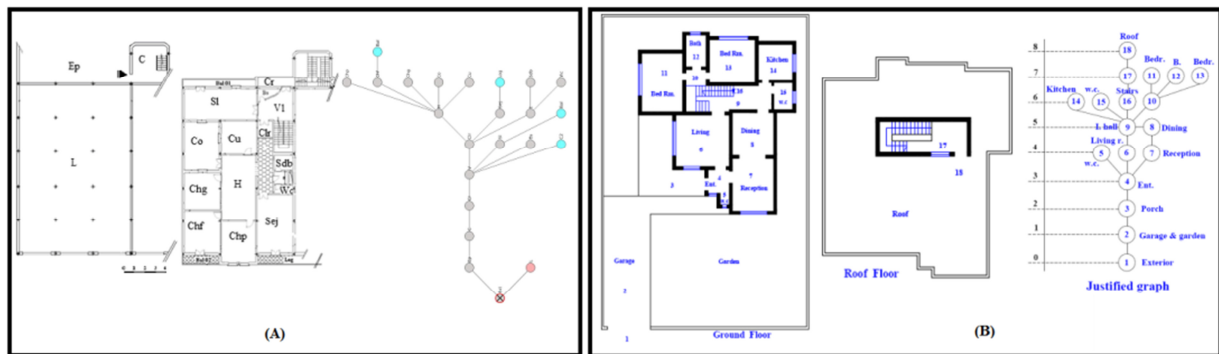
**Figure 2.** Plans, graphes et relations de perméabilité

Source: Hillier et *al.*, 1987

Deux types de relations sont à observer : Dans le premier cas, les deux espaces "a" et "b" sont directement connectés à l'extérieur "c". Dans le deuxième cas, seulement un et un seul espace, possède cette connexion (la cellule "a") et contrôle ainsi l'accès de l'extérieur "c" vers la cellule "b". Si l'un des lieux est sélectionné comme racine du graphe, les lieux connectés seront rangés les uns par rapport aux autres en niveaux, selon le nombre de lieux par lequel il est nécessaire de passer, pour parvenir à chaque lieu à partir de la racine (Cuisenier 1991). Ce graphe auquel a été associé un pré ordre et par lequel, l'extérieur a été sélectionné comme racine, est connu selon la terminologie de (Hillier 1984) par "*justified graph*"

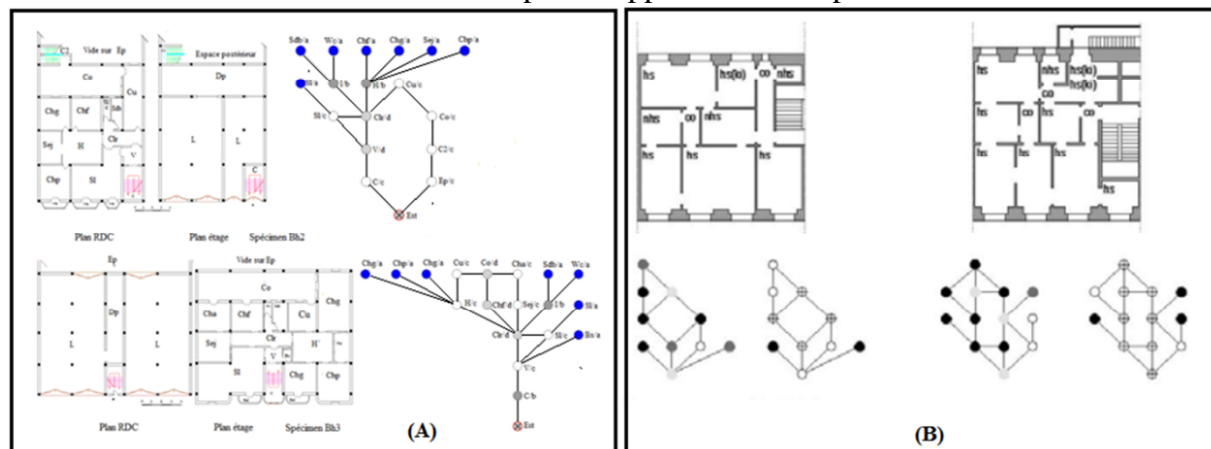
**Le choix :**

matérialise l'existence d'une pluralité de chemins possibles pour aller d'un nœud à un autre, dans un graphe justifié (Lima 2001). Ce dernier peut révéler plusieurs structures invisibles du plan: La structure linéaire est la traduction d'une position d'espaces en enfilades sur un plan. Aucun choix de parcours d'un segment à l'autre n'est possible. La structure arborescente contrôle l'accès à une série d'espaces à partir d'un seul nœud. (Fig. 3).



**Figure 3.** Exemple d'une structure arborescente  
 Source : (A) Auteurs. (B) Mustapha & Hassan, 2010

La structure annulaire traduit l'existence d'une pluralité de chemins avec un choix multiple de parcours (Fig.4). Le choix permet de distinguer entre les espaces selon leurs situations sur une arborescence ou sur un anneau ou qu'ils interviennent ou non dans la composition d'un certain nombre de circuits. Le choix est clarifié par le rapport liaison/ espace.



**Figure 4.** Exemple d'une structure annulaire  
 Source : (A) Boutabba et Farhi, 2011. (B) Eloy & Guerreiro, 2016

C'est le rapport du nombre de liaisons plus 1 au nombre total de nœuds dans un système, soit la formule :  $SLR = L+1 / K$ . Ce rapport donne une valeur égale à 01 pour une configuration arborescente. Une valeur supérieure à 01 pour une configuration en circuit. La structure linéaire contrôle la circulation et l'interaction sociale dans certains espaces clefs.

**L'approche quantitative : des outils mathématiques pour le traitement d'un champ spatial bâti:**

**La profondeur moyenne (MD) :**

s'obtient en assignant une valeur de profondeur à chaque cellule. Ensuite additionner ces valeurs et diviser le résultat obtenu par le nombre de cellules que contient le système moins celle qui représente la racine (Jafari-Bahman & Khaniyan 2012, p.292). Si K est le nombre total des nœuds dans un système, alors :

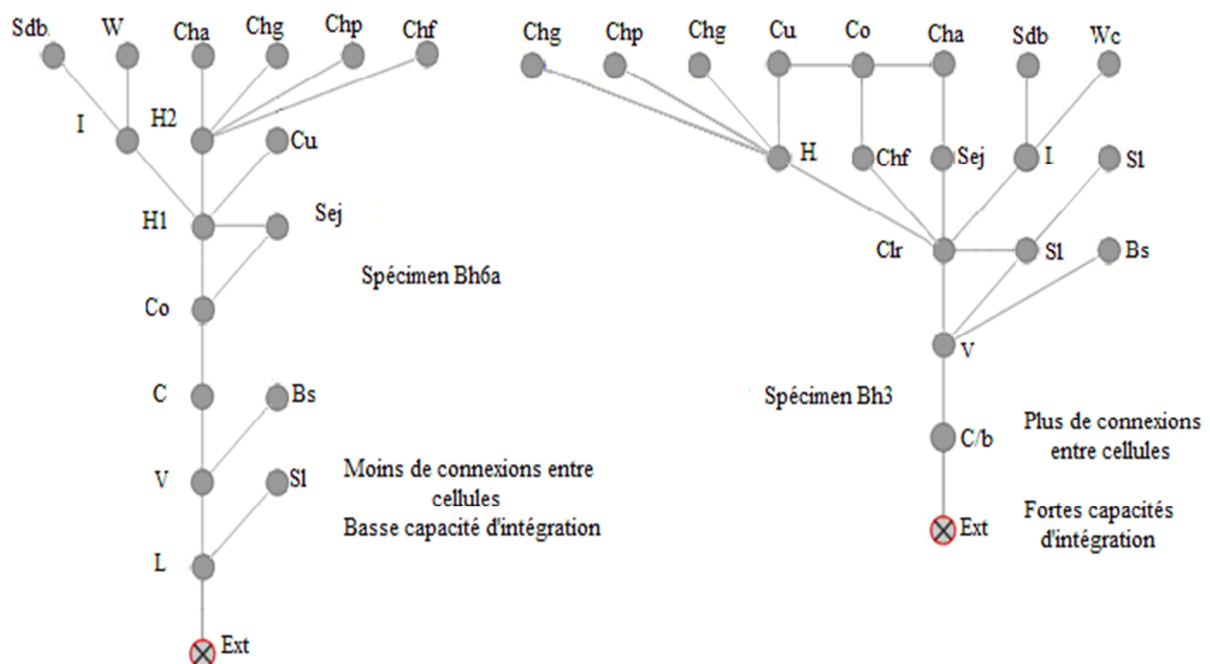
$$MD(n) = TD(n) / K - 1.$$

**Asymétrie relative (RA):**

permet d'apprécier l'intégration ou la ségrégation plus ou moins grande d'un espace donné, via la mesure de sa profondeur relative, par rapport à l'ensemble des autres espaces d'un système auquel il appartient.

$$RA = 2 (MD - 1) / K - 2$$

L'intégration d'un nœud n est décrite par une valeur comprise entre 0 et 1, où une valeur proche de 0 traduit une haute intégration (Kamalipour et al. 2012). La (RA) constitue un bon indicateur de comparaison entre les spécimens architecturaux, lorsque ces derniers sont semblables en termes d'espaces constitutifs. Dans le cas contraire, la (RA) devient moins fiable, en raison du processus de diminution de la profondeur. Dans ce cas, l'asymétrie relative doit être remplacée par un autre paramètre : la valeur d'intégration. (Hillier 1996).



**Figure 5.** Comparaison des capacités d'intégration moyennes selon le nombre de connexions entre cellules

Source : Boutabba, 2013

**La valeur d'intégration(RRA):**

s'obtient en divisant sa asymétrie relative par une valeur X en relation avec le nombre d'espaces convexe que contient le graphe justifié. Cette valeur X peut se calculer par la formule suivante :

$$RRA = RA/X \quad X = \{6.644K \cdot \text{Log}_{10}(K+2) - 5.17k+2\} / (K^2 - 3K+2).$$

Les valeurs bien en dessous de 1 traduisent des espaces intégrés, alors que ceux qui tendent vers 1 et le dépassent, reflètent des espaces ségrégués.

**Le facteur de différence de base (H\*):**

Inspiré par Hillier de la notion d'entropie de Shannon "H" (Shannon et Weaver 1948), ce paramètre permet de quantifier le degré de différence entre les valeurs d'asymétrie relative de n'importe quels trois espaces situés sur le graphe en s'appuyant sur la formule:

$$H = - \sum [a/t \ln (a/t)] + [ b/t \ln (b/t)] + [ c/t \ln (c/t)]$$

Où a, b, c sont les trois asymétries relatives ou valeurs d'intégration de trois espaces:

a : représente l'asymétrie relative maximale, RA (RRA) max;

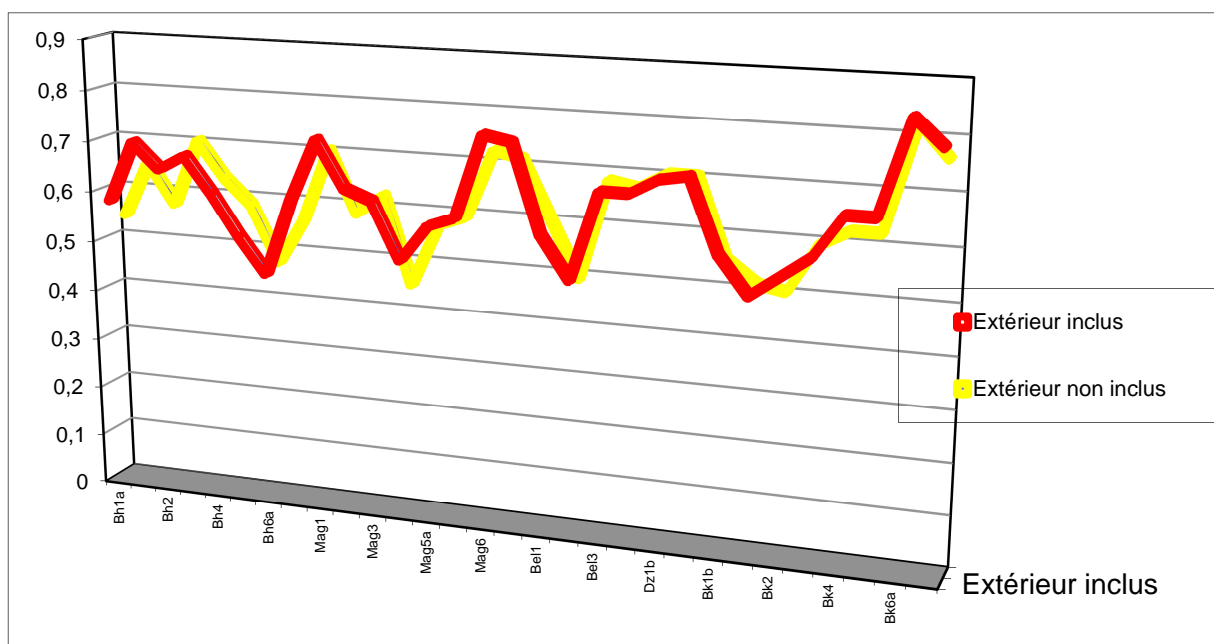
b : représente l'asymétrie relative moyenne, RA (RRA) moy;

c : représente l'asymétrie relative minimale, RA (RRA) mini.

t étant leur somme, t = a+b+c

$$H^* = H - \ln 2 / \ln 3 - \ln 2$$

Plus les valeurs de H\* sont faibles, plus la structure est forte.

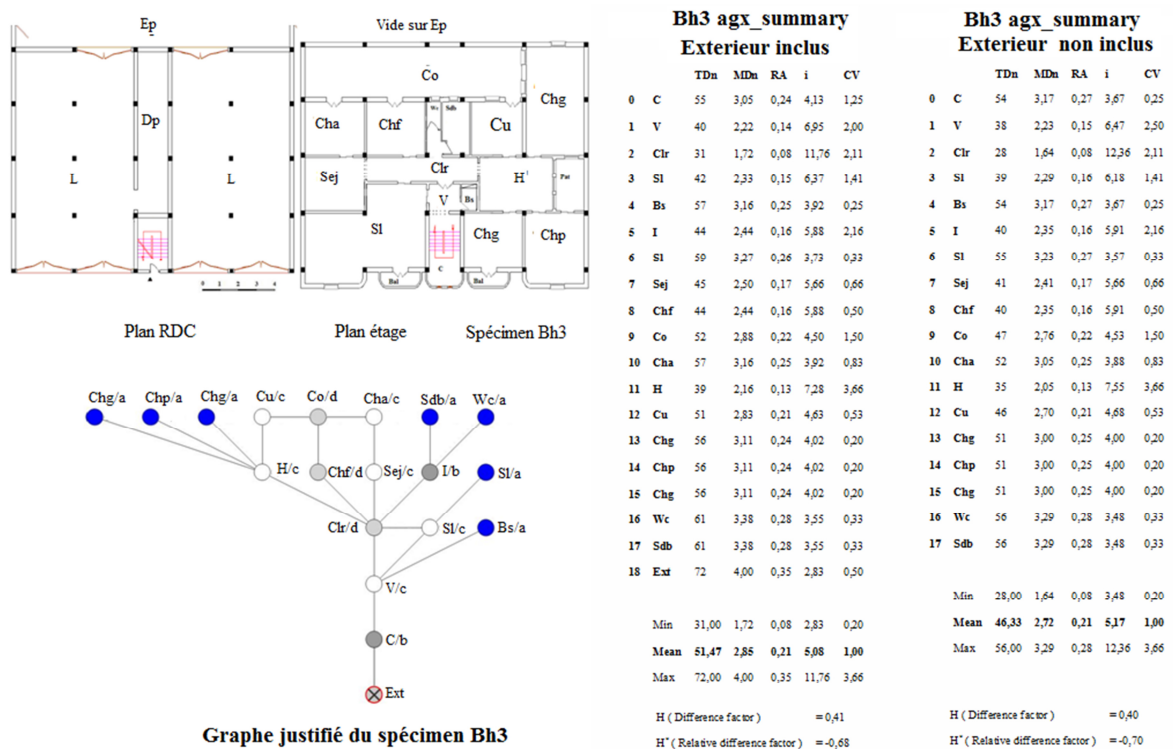


**Figure 6.** variations du facteur de différence de base (BDF ou H)  
 Source : Boutabba, 2013

**Méthode syntaxique de la *Gamma analysis* pour découvrir les génotypes architecturaux**  
 L'analyse est conduite selon plusieurs phases:

**La première phase :** est celle de la représentation : Il s'agit de la décortication des espaces en nœuds afin de dessiner les graphes justifiés du corpus étudié ;

**La deuxième phase :** est celle du calcul de (MD), (RA) ou (RRA), ainsi que (SLR), et ce, pour chaque complexe. Deux séries de mesures seront nécessaires et indispensables (Fig. 5). La première série se limitera au calcul des paramètres cités ci-dessus, uniquement pour les cellules ayant une relation directe avec l'intérieur, en excluant la racine du graphe justifié. La deuxième série, s'étendra en plus du corps de logis, à "l'extérieur". Graphiquement ce dernier sera représenté par le nœud croisé "Ext". Il sera pris comme racine du graphe. L'exécution de cette phase fait appel à des outils informatiques de traitement des données tels que : *NewWave, NetBox, SpaceBox, Pesh, Axman ; JASS et, AGRAPH*).



**Figure 5.** Exemple calcul des données syntaxiques de base d'un spécimen, selon les deux séries de mesure (avec et sans l'extérieur)  
 Source : Boutabba, 2013

**La troisième phase :** est celle de la détermination des génotypes qui s'appuiera sur la considération des paramètres qualitatifs et quantitatifs de tous les spécimens constituant le corpus étudié. Cette étape, via trois paramètres syntaxiques principaux, s'attèlera à dégager certaines récurrences syntaxiques. Ce qui permettra de mettre à l'évidence l'existence d'un génotype architectural : La valeur de la RA ou de la RRA de chaque nœud permettra de

dresser l'ordre d'intégration des différents espaces constituant l'habitation. Le facteur de différence de base  $H^*$  indiquera l'homogénéité d'un système. Le rapport espace liaison SLR distinguera les spécimens en boucles, des spécimens linéaires.

Si l'ordre du rang d'intégration des espaces reste stable sur un échantillon et si les différences dans les valeurs d'intégration relatives sont prononcées, alors la structure est forte, et par conséquent, l'échantillon étudié incorpora un génotype architectural. De pareilles ordinations, d'après le graphe, permettront non seulement une meilleure compréhension de la logique spatiale des bâtiments, mais aussi leur logique sociale, puisqu'à chaque lieu de l'habitation est associé au moins une fonction. Ce ci permet de postuler l'existence d'un modèle culturel.

**La quatrième phase :** est celle de la théorie sur les spécificités spatiales et sociales dégagée des génotypes du corpus étudié. A titre d'exemple, notre recherche (Boutabba 2013) sur les maisons du Hodna en Algérie stipule, dans cette quatrième étape, l'existence de deux principaux modes de structuration de l'espace : le hall "*Westeddar*" et le couloir "*Sabet*" qui subdivisent le corpus de l'étude « *Diar Charpent* » en sept génotypes et un phénotype non génotypique. Dans son versant social, la *gamma analysis* a démontré qu'à travers l'espace du corpus des maisons analysées, la société qui les habite est une société qui gagne en ségrégation et se replie sur elle-même.

La recherche d'Ali Mustapha et al. (2010) explique, dans cette quatrième étape, que les maisons traditionnelles d'Erbil (Iraq) sont différentes de celles construites récemment, appelées maisons modernes. Ces dernières affichent une valeur faible de la RRA, alors que celle des anciennes maisons offre une valeur élevée. Ceci indique d'un point de vue spatial, de meilleures solutions de conception en termes de confidentialité, dans la mesure où l'accès aux espaces s'effectue, en passant par les espaces de contrôle. Les espaces les plus profonds sont les chambres à coucher qui offrent plus d'intimité.

### **Critique à la « gamma analysis » : limite de la méthode :**

Malgré son efficacité avérée dans l'analyse et la compréhension des études historiques des types d'habitat domestique, notamment le dépassement de la notion géographique d'implantation et dimensionnelle du cadre bâti au profit d'un raisonnement relationnel topologique (Ostwald 2011), la *gamma analysis* a fait l'objet de plusieurs critiques. La compréhension des acronymes mathématiques de la méthode, des notions de "ségrégation" et "intégration" spatiales des graphes justifiés restent très difficiles à assimiler (Dovey 1999, 2010). De plus, le raisonnement utilisant une multitude de tableaux mathématiques, conduisant à la démonstration génotypique semble d'après Manum (2009) très controversé, du fait que l'origine des valeurs trouvées reste inaccessible et opaque. Klarqvist (1993) ainsi qu'Osman et Suliman (1994) s'interrogent même sur la variation des formules clés utilisés par Hillier et Hanson dans leurs œuvres canoniques explicatives de la méthode, tel le cas du remplacement de la notion de la (RA) par le paramètre de la (RRA). D'autre part, la construction du modèle culturel, via l'analyse d'un corpus d'habitation, stipulé par Hanson est aussi critiquée. En effet, nombreux sont les chercheurs qui n'arrivent pas à imaginer la démonstration de la logique sociale que peut incorporer un génotype, via des ratios et formules purement mathématiques (Leach 1978). Bonin (1992) explique que donner le titre de « cellule » à des espaces aussi différenciés spatialement et fonctionnellement, telle que chambre à coucher, à manger ou séjour, et pouvoir les comparer, par la suite, en terme de fermeture et d'ouverture n'est pas assez juste, vu que la fermeture peut être juste symbolique et non matérialisée physiquement. En dépit de ces critiques, Ostwald (2011) rapporte que la *gamma analysis* peut être efficace pour l'étude et l'analyse des grands bâtiments. Chose qui

peut difficilement se faire par l'entremise d'autres approches, telle que la typologie. L'exemple de Bearwood Hall, un manoir anglais de 134 chambres choisi par Hanson (1998) ou les sept «blocs de chambres» Pueblo (Shapiro, 2005) constituent les meilleurs exemples.

## Conclusion

Le volet inhérent à l'architecture domestique, de par le monde, a été étudié en détail dans la littérature architecturale spécifique. Les approches typologiques et typomorphologiques avaient pris la part du lion. Parallèlement, notamment après l'avènement du mouvement post moderne, plusieurs autres recherches de type qualitatif se sont focalisées sur l'étude de l'impact de la culture sur la spatialité de la maison. Cependant, depuis les années 1980, de nouveaux courants de pensée ayant trait à la culture spatiale et aux modèles culturels de l'habitat domestique animent les recherches essentiellement anglo-saxonnes. Des études influencées à différents degrés par les explorations théoriques du sens qui se poursuivent à l'interface entre la sociologie, l'architecture et les mathématiques, inaugurées suite aux travaux de Hillier. Ces études s'appuient sur une nouvelle approche de type quantitatif : la syntaxe spatiale. Cette approche analytique permet de comparer grâce à un arsenal de formules et ratios mathématiques avec efficacité entre les différentes composantes du corpus étudié. Ainsi, une série de mesures d'intégration des espaces aussi bien que des activités auxquels ils sont affectés est possible. Ceci permet, en explorant la structure morphologique des arrangements spatiaux des habitations, de renseigner sur la logique spatiale et sociale qui prévaut pour un habitat domestique qui caractérise une époque, une région et une classe d'usager, autrement dit de visiter en profondeur les structures socio-spatiales ou les fameux génotypes de l'architecture. Malgré les critiques et polémiques portées à la méthode, notamment en rapport avec le processus d'interprétation des résultats numériques, la *gamma analysis* reste efficace et intéressante, mieux que bien d'autres approches, pour l'analyse des échantillons de grande taille. L'étude est d'autant plus intéressante lorsqu'elle met en évidence un génotype pour l'analyse comparative des maisons anciennes (cottages anglais, fermes européennes, maisons berbères) habitations auto construites émanant d'un savoir faire populaire et bâties modernes œuvres d'architectes.

## References:

- Ali Mustafa, F., Sanusi Hassan, A., & Yasin Baper, S.** (2010). Using Space Syntax Analysis in Detecting Privacy: A Comparative Study of Traditional and Modern House Layouts in Erbil City, Iraq. *Asian Social Science*, 6 (8), 157-166.
- Bonnin Ph.** (1992). La maison rurale et les structures de l'habiter [Jean Cuisenier, *La maison rustique: logique sociale et composition architecturale*]. *Études rurales*, (125-126), 153-166.
- Boussora, K.** (2010). Style des façades des monuments islamiques au Maghreb (thèse de doctorat). Département d'architecture, université de Biskra, Algérie.
- Boutabba, H., & Farhi, A.** (2011). syntactic analysis and identification of the social properties in spatial arrangements of buildings: the case of the houses called "Diar charpentier" in eastern Hodna, Algeria. *Theoretical and Empirical researches in Urban. Management (TERUM)*. 6 (4), 78-92.  
<https://ideas.repec.org/s/rom/terumm.html>
- Boutabba, H.** (2013). Spécificités spatiales et logiques sociales d'un nouveau type d'habitat résidentiel du Hodna oriental, le type Diar Charpentier (thèse de doctorat) Département d'architecture, université de Biskra, Algérie.
- Bustard, W.** (1995). Genotypes of space: a spatial analysis of domestic structures in Chaco Canyon. In 60th Annual Meeting of the Society for American Archaeology (23.1-23.21). Minneapolis, University of New Mexico, Albuquerque
- Cogis, O., & Schwartz, C.** (2018). *Théorie des graphes*. Paris : Cassini
- Cousin, J.** (1970). *Topological Organization of Architectural Spaces*. Montreal : Montreal University Press.
- Alexander, Ch.** (1964). *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge- Massachusetts : Harvard University Press.

- Cowan, P.** (1963). Studies in the growth, change and ageing of buildings. Transactions of the Bartlett Society, (1)1, 55-84. <https://books.google.dz/books?isbn=1134896603>
- Cuisinier, J.** (1991). *La maison rustique : logique sociale et composition architecturale*. Paris : PUF.
- Devillers, Ch.** (1974). Morphologie urbaine et typologie de l'habitat. Architecture d'Aujourd'hui, (174), 18-22.
- Dieudonné, P. & Bradel, V.** (1985). Existe-t-il une architectonique de la maison? Nancy 1904-1970 contributions à une critique architecturale de la maison individuelle. Nancy : Presse de l'université de Nancy.
- Dovey, K.** (2010). *Becoming Places: Urbanism / Architecture / Identity / Power*. London: Routledge.
- Dovey, K.** (1999). *Framing Places: Mediating Power in Built Form*. London: Routledge.
- Eloy, S., & Guerreiro, R.** (2016). Transforming housing typologies. Space syntax evaluation and shape grammar generation. usjt • arq.urb •, (15), 86-114. <https://ciencia.iscte-iul.pt/id/ci-pub-30607>
- Frey, J.P., Croize, J. C., & Pinon, P.** (1991). *Recherches sur la typologie et les types architecturaux*. Paris : l'Harmattan.
- Hanson, J.** (1998). *Decoding homes and houses*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Hillier, B., Hanson, J., Peponis, J., Hudson, J., & Burdett, R.** (1983). Space syntax: A new urban perspective. Architects' Journal, London, (178), 47-63.
- Hillier, B., & Hanson, J.** (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Hillier, B., Hanson, J., & Peponis, J.** (1984). What do we mean by building function? In: Powell, J.A. and Cooper, I. and Lera, S., (eds.) *Designing for building utilisation*. (p. 61-72). London : E & F.N. Spon Ltd.
- Hillier, B.** (1985). The nature of the artificial: the contingent and the necessary in spatial form in architecture. Science Direct Geoforum special issue on the links between the natural and human sciences, 16(2), 163-178.
- Hillier, B., Hanson, J., & Graham, H.** (1987). Ideas are in things : an application of the space syntax method to discovering house geotypes. Environment and Planning B: Planning and Design, 14(4), 363-385.
- Hillier, B.** (1987a). La morphologie de l'espace urbain: l'évolution de l'approche syntaxique. Arch. B Cornport JArch. Behavior, 3(3), 205-216.
- Hillier, B.** (1996). *Space is the machine. A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Jafari-Bahman, J., Khaniyan, M.** (2012). Finding the problems of comprehensive plans from a behavioral approach and comparing them with the current state by means of space syntax theory: the case of Kababiyah quarter in Hamedan. Me'mariva Shahrsazi-ye Arman shahr 9, 289-299.
- Jeong, S.K., UnBan, Yong.** (201). The spatial configurations in South Korean apartments built between 1972 and 2000. Habitat Int. 42, 90-102.
- Kamalipour, H., Me'mariyan, G., Feizi, M., Mousaviyan, M.** (2012). Formal composition and spatial configuration in native housing: a comparison of the division of parlor space in traditional houses in Kerman. Maskanva Mohit-e Roustaeel38, 3-16.
- Kent, S.** (1990). *Domestic architecture and the use of space : an interdisciplinary cross-cultural study*. New York : Cambridge University Press.
- Klarqvist, B. (1993). A space syntax glossary. Nord. Arkit. (2), 11-12.
- Lawrence, D.L., & Low, S. M.** (1990). The Built Environment and Spatial Form. In Annual Review of Anthropology (p. 453-505). New York : Annual Reviews.
- Lima, J.J.** (2001). Socio-spatial segregation and urban form: belem at the end of the 1990s. Geoforum 32(4), 493-507.
- Makri, M., Folkesson, C.,** (2000). Accessibility measures for analyzes of land use and traveling with geographical information systems. Proceedings of Proceedings of 2nd KFB-Research Conference. Paper presented at the Urban Transport Systems. Lund, Sweden.
- Quentin, L.** (2009). Du phénotype au génotype Analyse de la syntaxe spatiale en architecture minoenne. Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.
- Matzke, M. A., & Matzke, A.J.M.** (2004). Planting the Seeds of a New Paradigm. PLoS Biol 2(5) e133 <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0020133>, consulté le 4 février 2018.
- Malhis, Sh.** (2003). The multiplicity of built form manifestations: Situating the domestic form within interwoven syntactic and semiotic domains In 4th International Space Syntax Symposium (p. 85-120). London : RIBA.
- Manum, B.** (2009). AGRAPH: Complementary Software for Axial-Line Analysis. In Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium. Daniel Koch, Lars Marcus and Jesper Steen, eds. Stockholm: KTH (070), 1
- March, L. & Steadman, Ph.** (1971). *The Geometry of Environment. An Introduction to Spatial Organisation in Design*. London : RIBA Publications.
- Méhault, R.** (2011). *Forces et faiblesses de l'approche typologique en archéologie*. Paris : Éditions Errance.

- Osman, K- M & Suliman, M.** (1994). The Space Syntax Methodology: Fits and Misfit. *Architecture & Behaviour* (10) 2: 189-204.
- Ostwald, M.-J.** (2011) The Mathematics of Spatial Configuration: Revisiting, Revising and Critiquing Justified Plan Graph Theory. *Nexus Network Journal* – Vol. 13, No. 2, 2011
- Preziosi, D.** (1983). *Minoan Architectural Design. Formation and Signification.* Berlin-New York : Mouton Publishers.
- Qutremère de Quincy, A. C.** (1832). *Dictionnaire historique d'architecture.* Paris : Le Clère et Cie.
- Shannon, C., & Weaver, W.** (1975). *Théorie mathématique de la communication.* Paris : Les Classiques des sciences humaines CEPI.
- Shapiro, J. S.** (2005). *A Space Syntax Analysis of Arroyo Hondo Pueblo, New Mexico.* Santa Fe: School of American Research Press.
- Willhelm, H., Rittel, J., & Musso, A.** (1967). *Measuring the Performance of Building. Report of a pilot Study.* Missouri : University of St Louis.
- Sanders, D.H.** (1990). Behavioral conventions and archaeology : methods of the analysis of ancient architecture. *Domestic architecture*, 43(73), 42-73.
- Steadman, Ph.** (1973). Graph theoretic representation of architectural arrangement. *Architectural Research and Teaching*, 2(1), 161–172.
- Steadman, J. P.** (1983). *Architectural Morphology: An Introduction to the Geometry of Building Parts.* London : Pion.
- Stein, R. T. & Heller, T.** (1993). An empirical analysis of the correlations between leadership status and participation rates reported in the literature. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(11)
- Stiny, G.** (1975). *Pictorial and Formal Aspects of Shape and Shape Grammars.* Basel : Birkhauser.