

# Les modèles génériques bioclimatiques comme outil d'aide à la conception d'une architecture durable : Approche méthodologique

KHELIFI Lamia, BENSALAM Rafik

*Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme -EPAU-*

*El Harrach, Alger, Algérie*

Lamia\_khelifi@yahoo.fr

**Résumé**— cet article présente une démarche méthodique qui explique la manière d'intégrer la préoccupation climatique comme conjecture lors des phases précoces de conception architecturale. En effet, la difficulté majeure pour l'intégration de la dimension climatique dans la conception architecturale se rattache à plusieurs aspects :

- Diversité des objectifs et complexité de la conception architecturale,
- Multiplicité des objectifs du contrôle climatique et aspect laborieux de sa connaissance,
- Dépendance du contrôle climatique du contexte climatique et donc de la stratégie adoptée.

C'est alors que nous proposons une démarche qui se veut généralisable, basée sur les modèles génériques, sans référence à un climat particulier à travers l'utilisation de concepts et de logiques typologiques et topologiques de composition architecturale afin de capitaliser les connaissances climatiques et de les simplifier.

**Mots clés**— modèles génériques bioclimatiques, conception architecturale, analyse morphologique, typologies, topologies.

## I. INTRODUCTION

De nos jours, suite à l'émergence des sociétés consommatrices engendrant plusieurs problèmes environnementaux ainsi qu'une dégradation de la qualité de vie, la conception architecturale se heurte à la nécessité de prendre en charge la problématique environnementale et les exigences d'un développement durable. L'architecte a le plus grand rôle à jouer dans la gestion de l'espace puisqu'il prend en charge le sol sur lequel le bâtiment sera implanté, et le climat dont il cherchera à utiliser les bienfaits tout en minimisant les contraintes. Aujourd'hui, beaucoup de chercheurs tentent une réappropriation du concept d'architecture climatique dans la conception de leurs projets durables.

L'expérience algérienne reste timorée dans le domaine de l'architecture bioclimatique surtout

dans la région méditerranéenne. On assiste récemment au lancement de deux projets pilotes par l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie au développement des énergies renouvelables «APRUE» ayant pour mission, la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie à travers la promotion de l'efficacité énergétique.

Il s'agit d'un premier programme dit « projet national Eco-bat » en 2009, qui consiste en la proposition de 600 logements bioclimatiques à Haute Performance Énergétiques « HPE » à travers 11 OPGI (office de promotion et de gestion immobilière) sur l'ensemble du territoire national, repartis sur des zones climatiques diversifiées. Un deuxième programme triennal « Efficacités énergétique 2011-2013 » concerne l'isolation thermique des bâtiments, le développement du chauffe-eau solaire et la réalisation de quelques projets pilotes de climatisation au solaire. En effet, le manque d'intérêt porté aux aspects environnementaux en architecture est lié à la crise architecturale que traverse l'Algérie. L'architecte s'est doté d'une nouvelle identité en l'absence de référence de formes climatiques puisées de l'architecture traditionnelle. Cette dernière est de plus en plus considérée comme anachronique et obsolète ne servant d'aucune source d'enseignement.

La présente recherche apporte donc une contribution méthodologique d'aide à la conception bioclimatique en architecture. Elle fournit une démarche claire et intelligible, jusque-là inexistante, destinée aux architectes les moins initiés pour conjurer leur ignorance de cette dimension

climatique dans la conception, sans nécessité d'avoir recours à une connaissance pointue de thermique.

La démarche proposée se base sur une analyse morphologique des exemples d'architecture climatique existants pour développer des modèles génériques bioclimatiques. Ces modèles de part leur capacité à générer une multitude de solutions architecturales fournissent une assistance à la conception bioclimatique pour l'architecte lors des phases précoces de conception afin de l'aider à générer la forme architecturale.

## II. METHODOLOGIE

La méthodologie préconisée se heurte à la nécessité de ramener une première idée ou une conjecture suffisamment originale, générique pour permettre d'appréhender la complexité du projet et d'assister l'architecte lors des phases préliminaires de conception. A cet effet, le type générique, de part son caractère abstrait peut aider l'architecte à générer une multitude de solutions et modèles possibles comme dans le cas d'une bibliothèque de formes en ayant le niveau de complexité de la connaissance requise [2].

Les modèles génériques véhiculent un savoir climatique qui sera transféré vers l'architecte comme une conjecture à travers différentes méthodes stimulant sa créativité. Ces modèles se basent sur la référence visuelle et imagée (basée sur des exemples existants) transformée en un langage à travers un processus de codage qui est familier à la culture de l'architecte.

## III. ANALYSE MORPHOLOGIQUE

La lecture des différents travaux de recherches sur l'intégration de la dimension climatique dans la conception du projet d'architecture [3], [4] et [5] a révélé la pertinence d'une approche morphologique de l'espace et des référents formels comme outils d'aide à la conception.

Ainsi, les référents formels se construisent en amont du travail de conception par une recherche cognitive de l'espace à travers une analyse des dispositifs spatiaux existants [6]. Par ailleurs, ils ne sont pas entendus comme un ensemble d'images

seulement visuelles mais participent aussi à l'appréhension de l'espace architectural par différents niveaux typologiques et topologiques ainsi que par un ensemble de concepts qui peuvent élargir la créativité architecturale.

L'analyse morphologique constitue ainsi un exercice clef dans le programme d'initiation du projet d'architecture et pour la constitution des références architecturales. Ainsi, la méthodologie proposée ici est basée sur cette idée, à savoir qu'une analyse morphologique interroge un certain nombre de références issues des exemples d'architecture bioclimatique. Pour cela, nous avons opté pour une démarche formulée à travers des concepts tangibles véhiculant des connaissances physiques et architecturales et qui guideront notre proposition de modèles génériques climatiques.

Ainsi, l'analyse morphologique des principaux dispositifs climatiques pris comme solutions d'intégration climatique dans des exemples de référence est élaborée selon deux niveaux qui varient entre l'élémentaire et le complexe (Fig1).

- 1) Le premier niveau élémentaire concerne la décomposition du système bioclimatique en des entités élémentaires tel que: l'espace, la masse...etc ;
- 2) Le deuxième niveau est plus complexe, il traite de la composition de ces éléments de base en réunissant les logiques typos morphologiques et topo morphologiques pour aboutir vers la fin à des compositions plus complexes

L'analyse morphologique conduit à identifier les préoccupations de logiques de composition spatiale dans le bâtiment à travers des stratégies climatiques. Elle consiste à appréhender les logiques des formes architecturales et permet de lire le mode d'intégration des dispositifs climatiques. Nous considérons le dispositif climatique comme un dispositif architectural [4] qui diffère du dispositif technique et s'intègre au processus global de conception. Dans le discours développé par les concepteurs, le système bioclimatique est généralement associé à un dispositif particulier appelé dispositif climatique.

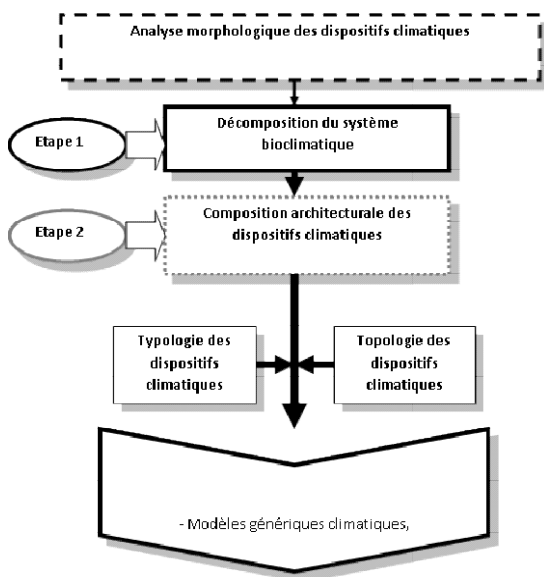


Fig 1: Schéma de l'analyse morphologique des dispositifs climatiques

### 1)- Décomposition du système bioclimatique

Nous définissons le système bioclimatique passif comme une organisation spatiale des éléments ou composants dans laquelle les flux d'énergie calorifique se déplacent avec les seuls moyens naturels qui sont : le rayonnement, la conduction et la convection. Nous abordons deux stratégies climatiques dans l'élaboration de la méthodologie : le chauffage solaire passif et le refroidissement naturel. L'échange thermique entre le procédé bioclimatique et les réservoirs s'effectue à travers trois types de gains qu'il s'agit de gain calorifique (+) ou frigorifique (-) : gain direct, gain indirect et gain isolé que nous détaillerons par la suite.

Nous utilisons le concept de réservoirs d'énergie comme composant du système bioclimatique qui présente la particularité d'englober plusieurs éléments tel que : le soleil et les différents puits de chaleur (sol, atmosphère...etc). Ceci démontre la pertinence de notre démarche pour être généralisable à tous les climats à travers les deux

stratégies de chauffage solaire passif et de refroidissement naturel.

### 2)- Composition architecturale

Nous nous intéressons principalement aux rapports typomorphologiques et topo morphologiques issus des logiques d'organisation spatiale du bâtiment. Ces rapports forment [7] le langage architectural. De ce fait, cette composition architecturale des dispositifs climatiques vise à :

- Identifier les critères et les concepts techniques et architecturaux permettant d'établir une typologie de dispositifs climatiques,
- Connaître les techniques compositionnelles, c à d les modalités de composition spatiale et les modalités d'agencement des espaces du bâtiment suite à l'intégration d'une stratégie bioclimatique,
- Enfin, établir une grille de classification des modèles génériques climatiques qui résumant de manière exhaustive l'ensemble des dispositifs étudiés.

#### A) Typologie des dispositifs bioclimatiques

Le critère pertinent que nous avons retenu pour le repérage des typologies des dispositifs climatiques consiste en la connexion des éléments qui structurent le système bioclimatique.

En effet, plusieurs types de connexion peuvent exister entre les différents éléments issus de la décomposition du système bioclimatique, qui sont : le réservoir d'énergie, le dispositif de captage, la

masse de stockage et l'espace qui sont en relation avec les différents types de flux d'énergie. Pour cela, nous nous référons à la littérature [8] qui distingue trois types de gains (gain calorifique +, ou gain frigorifique -) direct, indirect, isolé. Ceci nous a permis d'établir une typologie des principaux dispositifs climatiques selon les deux stratégies de chauffage solaire passif et de refroidissement naturel, comme le montre le tableau 01.

Tableau 01: Typologie basée sur la connexion des éléments qui structurent le système climatique

	Type de connexion	Types de flux	
<b>Gain direct (+)</b>	Réservoir d'énergie/ Espace	Conduction + convection	<b>Stratégie de chauffage solaire passif</b>
<b>Gain indirect (+)</b>	Réservoir d'énergie/ Dispositif de captage/ masse/ Espace	Conduction + Convection	
<b>Gain isolé (+)</b>	Réservoir d'énergie/ Dispositif de captage/ Espace	Conduction + Convection	
<b>Gain direct (-)</b>	Réservoir d'énergie/ Dispositif climatique/ Espace	Convection + Radiation	<b>Stratégie de refroidissement naturel</b>
<b>Gain indirect (-)</b>	Espace / masse / Réservoir d'énergie	Radiation	
<b>Gain isolé (-)</b>	Réservoir d'énergie/ Dispositif climatique/ Espace	Conduction + Convection	

Un exemple de typologies de dispositifs climatiques qui relève de la stratégie de chauffage solaire passif est présenté dans la figure pour étayer le choix de ce critère.

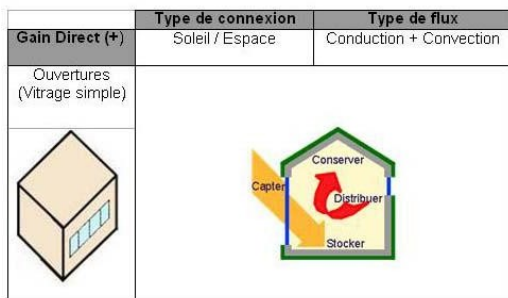


Fig 2 : Exemple d'application du critère de classification des typologies

**B) Topologie des dispositifs bioclimatiques**

La topologie permet d'analyser les agencements spatiaux dans un bâtiment relativement à la question d'appréhension de l'espace architectural. Les principes topologiques définis ci-après permettent d'évaluer les contraintes architecturales en ce qui concerne la composition spatiale résultant

de l'adoption d'un système climatique plutôt qu'un autre. Ainsi, pour chaque dispositif climatique, nous définissons les différentes possibilités d'agencements spatiaux. Les critères topologiques retenus sont les suivants :

*a- Position du dispositif climatique dans le bâtiment*

Nous retenons deux types d'agencement spatial du dispositif climatique à l'espace (Fig 3):

*a.1- Agencement périphérique*

*a.2- Agencement par inclusion (totale ou partielle).*

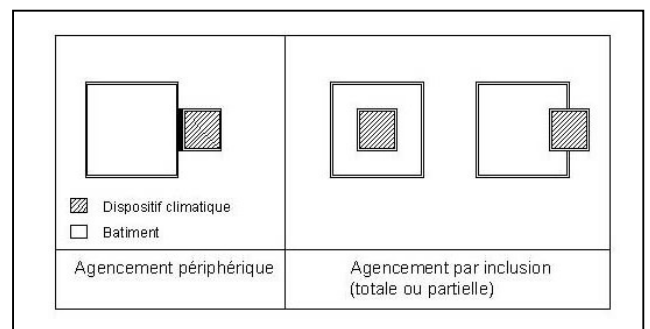


Fig 3 : Exemple d'application du critère de classification des typologies

*b- Type de communication entre le dispositif climatique et le bâtiment : notion de contact*

- Contact surfacique
- Contact ponctuel

*c- Système de composition spatiale*

*c.1- Addition horizontale*

*c.2 – Addition verticale (superposition)*

*d- Forme et proportion du dispositif climatique*

La pertinence de ce critère que nous retenons comme critère topologique d'analyse se mesure essentiellement au plan thermique : la compacité par exemple, est une caractéristique importante pour les échanges thermiques (Fig 4)

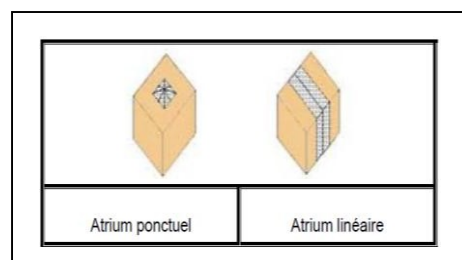




Fig 4 : Exemple de forme et proportion du dispositif climatique

Ainsi, la structure de classification des modèles génériques bioclimatiques est schématisée dans la figure 5 selon les critères typologiques et topologiques retenus au préalable.

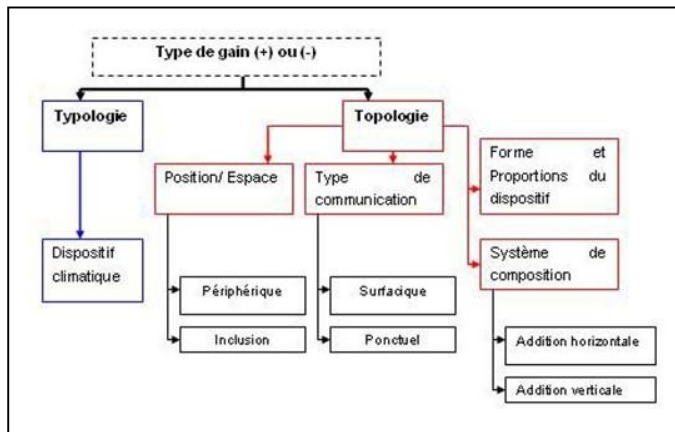


Fig 5 : Structure de la grille de classification des modèles génériques climatiques

IV. RESULTATS :

La classification des modèles génériques est présentée sous forme de tableaux (Tableaux 2,3,4,5).

TABLEAU 2 : MODELES GENERIQUES POUR LE CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF GAIN DIRECT

Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie			
		Position / Espace			
Conduction + Convection		Façade sud	Frontale		
			Zénithale		
Ouvertures Vitrage simple		Toiture	Frontale		
			Médiane		
		Du fond			
		Frontale médiane du fond			
		Façade sud et toiture	Serre		







TABLEAU 3 : MODELES GENERIQUES POUR LE CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF GAIN INDIRECT






Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie		
		Position / Espace		
Conduction + Convection	Mur capteur accumulateur	Façade sud	Mur massif seul	
			Mur Trombe	
Mur d'eau				
Toiture accumulative		Toiture	Massive seule	
			Toiture bassin	



TABLEAU 4 : MODELES GENERIQUES POUR LE CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF GAIN ISOLE

Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie			
		Position / Espace			
Conduction + Convection	Serre attenante	Façade sud	Paroi verticale		
			Paroi horizontale		
			Paroi d'angle		
		Inclusion	Façade sud	Inclusion partielle	
				Inclusion partielle	
				Inclusion Totale	
		Inclusion Totale			
Conduction + Convection	Double enveloppe (Barra Constantini)	Inclusion	Façade sud	Inclusion totale	
				Mur extérieur	
		Façade sud	Brise soleil		
			Élément de paroi		
			Toiture	Toiture en terrasse	
		Toiture intégrée			

TABLEAU 5 : MODELES GENERIQUES POUR LE REFROIDISSEMENT NATUREL DIRECT

Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie			
		Position / Espace			
Convection + Rayonnement		Périphérique	Façade	latérale	
				Transversale	
		Agencement par inclusion	Toiture	Inclusion partielle	
				Inclusion partielle	
				Inclusion totale (Atrium)	

Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie			
		Position / Espace			
Convection + Rayonnement		Périphérique	Mur	Latéral	
				Latéral	
		Inclusion	Mur	partielle	
				Totale	

Dispositif bioclimatique	Typologie	Topologie			
		Position / Espace			
Convection + Rayonnement		Périphérique	Mur	Latérale	
				Inclusion	Mur

Cette étude vient compléter l'ensemble des travaux menés dans le domaine de la conception bioclimatique. Elle n'éprouve aucune volonté de présenter un catalogue de modèles prêts à être utilisés par l'architecte, elle vise par contre à stimuler la créativité architecturale dans le domaine climatique, afin de simplifier l'information et de la rendre accessible et mieux maîtrisable durant le processus mental de conception architecturale.

Nous rappelons les avantages du développement des modèles génériques climatiques dans notre démarche :

1- Ils se rattachent au modèle conjecture- analyse car ils développent des stéréotypes et des solutions prises comme références en architecture bioclimatique ;

2- De part leurs hauts degrés d'abstraction, ces modèles véhiculent une multitude de connaissances climatiques et techniques pouvant enrichir la mémoire de l'architecte et sa créativité ;

3- Cette forme de présentation permet son utilisation à tous les climats suivant la stratégie recommandée et selon une démarche claire et intelligible pour les architectes sans notions pointues de thermique ;

4- Ces modèles permettent une classification exhaustive des solutions logiques d'intégration climatique en ayant des possibilités étendues de créativité architecturale et d'association de l'outil informatique. ;

5- Enfin, à travers cette démarche, il s'agit de faire une investigation méthodologique pour stimuler la créativité architecturale dans le domaine climatique au moyen de production d'une information plus riche et mieux structurée lors des phases préliminaires de conception architecturale.

Ces modèles génériques présentés seront sujettes à des compositions architecturales et seront appelés dans le futur à tester leurs performances par des étudiants en architecture. Ils ont aussi contribué au développement d'un outil informatisé d'enseignement et d'aide à la conception bioclimatique en architecture et urbanisme en Algérie. Ce projet a été initié par le laboratoire de recherche 'Architecture et Environnement' (LAE). (PNR : AE 39901, 2011-2013).

#### IV. CONCLUSIONS

## REFERENCES

- [1] S. Mazouz, *Eléments de conception architecturale*, Office des Publications Universitaires d'Alger. 2004
- [2] G. Lassance, *Les procédures référentielles et leur rôle dans la conception des ambiances lumineuses du projet architectural*, Rencontre des doctorants des écoles d'architecture du sud de la France, Marseille'95.1995
- [3] P. Fernandez, *Stratégies d'intégration de la composante énergétique dans la pédagogie du projet d'architecture*, Thèse de doctorat, Ecole des mines de Paris. 1996
- [4] Y.Mansouri, *Conception des enveloppes de bâtiments pour le renouvellement d'air par ventilation naturelle en climats tempérés*, proposition d'une méthodologie de conception, Thèse de Doctorat, Université de Nantes. France. 2003
- [5] H. Ben Dridi, *Les référents formels dans le processus de conception. L'appréhension de l'espace par la topologie*, in *Conception d'architecture*, Sauvage, A. et Cheikhrouhou, A. (Sous la dir.). L'Harmattan, France ;pp. 139-157. 2001
- [6] N. Schulz, « *Système logique de l'architecture* », Bruxelles, Mardaga.1979
- [7] E. Mazria, « *Le guide de l'énergie solaire passive* », parenthèses. France. 1981.