

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE PARIS- LA VILLETTE

ENSAPLV



Mémoire du cycle de Master,  
Spécialité «Activités et Instrumentations de la Conception»

## **CONCEPTION PARAMÉTRIQUE DE L'ARCHITECTURE MÉTÉOROLOGIQUE**

Présenté par :  
Rodriguez t., Paola G.

Sous la direction de :  
Boissieu, Aurélie  
Guéna, François

*Juin 2016*

## SOMMAIRE

DÉDICACE .....	
REMERCIEMENTS .....	
SOMMAIRE.....	
RÉSUMÉ ANALYTIQUE.....	
ABSTRACT .....	
INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE I.....	6
LE PROBLÈME .....	6
Formulation du problème .....	6
Justification de l'intérêt du sujet.....	7
Des objectifs de la recherche .....	7
Objectif général .....	7
Objectifs spécifiques .....	7
CHAPITRE II.....	8
CADRE THÉORIQUE .....	8
Référants de la recherche .....	8
Bases théoriques .....	8
Météorologie.....	8
Architecture météorologique .....	8
Architecture Bioclimatique.....	9
Architecture Paramétrique.....	9
CHAPITE III.....	
CADRE MÉTHODOLOGIQUE .....	
Type de recherche.....	
Système d'hypothèse .....	
Hypothèse.....	
Variables .....	

CHAPITRE IV .....  
ANALYSE DE RÉSULTATS .....  
CHAPITRE V .....  
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....  
    Conclusions.....  
    Recommandations .....  
BIBLIOGRAPHIE .....  
ANNEXES .....

## INTRODUCTION

Malgré la clarté que présente apparemment le mot "architecture", définie comme l'art de construire, une définition convaincante n'existe pas strictement, une définition ayant une validité universelle. Chaque étape et chaque courant ont produit leurs propres définitions. Cela tient au fait que, dans chaque période, l'architecture a poursuivi une idée de création distincte confrontée à différentes situations, parce qu'une conception architecturale spécifique a été nécessaire.

Eugène Viollet-le-Duc dans son livre intitulé « Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle (1854-1868) » affirme que : « L'architecture est l'art de construire. Il s'arrange de deux parties, la théorie et la pratique. La théorie comprend : l'art proprement dit, les règles suggérées par le goût, dérivées de la tradition, et la science, qui s'appuie sur des formules constantes et absolues. La pratique est l'application de la théorie aux nécessités; c'est la pratique celle qui joint l'art et la science à la nature des matériels, au climat, aux coutumes d'une époque, aux nécessités d'une période »

L'architecture répond à l'époque dans laquelle elle se situe. Évidemment les nécessités des V - IVe siècles av. J.-C. dans la période classique, où l'on recherchait la beauté de l'homme dans son expression maximale, pour concevoir une architecture symétrique et ornementée qui fût suffisamment digne afin de rendre culte aux croyances religieuses de l'époque, sont totalement différentes des nécessités et des outils du XXIe siècle. Actuellement la croissance de population est plus grande, par conséquent la consommation d'énergie l'est également. De plus, nous n'avons plus nécessairement les mêmes croyances et la science et la technologie ont pris un rôle indispensable dans le développement humain.

L'architecture d'aujourd'hui poursuit différents objectifs orientés à résoudre les problèmes qui ont été générés à travers les années par le nouveau monde technologique dans lequel elle se trouve, et qui en même temps a déclenché une crise environnementale qui doit être prise en compte comme un facteur déterminant dans la conception architectonique de nos jours. Cependant, le but principal de l'architecture continue d'être une réponse à une nécessité basique de l'Homme de protection et de sécurité, pour cela elle doit contribuer à l'amélioration de la qualité de vie de celui-ci.

La qualité de vie d'un individu est fortement liée à l'environnement où il vit, et par conséquent aujourd'hui un développement durable doit exister qui permette de satisfaire aux besoins de l'actuelle population sans compromettre les ressources naturelles, pour chercher à affecter et à user le moins possible le milieu dans lequel elle vit. C'est-à-dire que si l'on cherche à changer la qualité de vie d'une personne, on doit d'abord commencer par changer son environnement.

Les villes se comportent comme d'énormes machines qui consomment et transforment de grandes quantités de matière et d'énergie, en générant un impact sur l'environnement. Le secteur du logement et du bâtiment est le responsable principal du réchauffement climatique puisque la combustion d'énergies fossiles pour le chauffage ou le refroidissement des maisons représente presque 50 % des émissions de gaz à effet de serre. De cette façon, le changement climatique oblige l'homme à repenser profondément l'architecture et à déplacer son intérêt d'un point de vue purement visuel et fonctionnel, à un point de vue plus sensible fondé sur des paramètres invisibles et climatiques de l'espace.

Après quelques résistances, l'architecture s'est mobilisée pour un développement soutenable et durable, en luttant ainsi pour des nouvelles stratégies de dessin impliquant l'optimisation des ressources et des matériaux, l'isolation thermique des façades, et l'utilisation des énergies renouvelables.

L'objectif de ces mesures propose des solutions sur la base des sujets thermiques, énergétiques et hydrauliques, on parle davantage sur des termes météorologiques que sur des termes tectoniques. Alors, cela signifie que les éléments de ce type d'architecture durable qui cherche à être une solution pour le réchauffement global, se rattachent plus à la chaleur, à l'air, à la vapeur, et à la lumière, et peut-être plus tellement aux aspects structurels et matériels, ou les éléments visibles mais plutôt aux éléments invisibles.

Les phénomènes climatiques sont intimement relatifs à la conception architectonique. La relation entre l'architecture et la météorologie est basée sur l'usage des phénomènes climatiques pour donner un confort à l'intérieur du bâtiment. Il s'agit d'une composition architecturale thermique et non métrique. En effet, il existe une branche de l'architecture appelée "architecture météorologique" qui conçoit les phénomènes climatiques tels que la convection ou l'évaporation comme de nouveaux outils pour la composition de l'espace.

L'objectif de l'architecture météorologique consiste à changer les conditions de l'atmosphère interne en mettant les conditions climatiques externes à profit, sans altérer l'environnement pour offrir un confort à l'Homme. L'architecture météorologique s'occupe d'utiliser les phénomènes climatiques pour définir les limites d'un projet architectonique. L'un de ses référents principaux est l'architecte suisse Philippe Rahm (1967) qui remarque que la forme et la fonction suivent le climat.

Pour cela même, l'objectif du présent travail est d'analyser et d'étudier les processus et les outils de conception de l'architecture météorologique.

La présente recherche se trouve divisée en cinq chapitres. Dans le premier chapitre se trouve l'établissement du problème, dans lequel sont suggérés les éléments de recherche qui vont depuis l'information la plus générale jusqu'à la plus spécifique et finalement les objectifs de la même.

Le deuxième chapitre est composé par le cadre théorique, qui contient à son tour les référents de la recherche et des bases théoriques.

Le troisième chapitre il est conformé par la méthodologie qui se suit le long de la recherche.

El quatrième chapitre contient l'analyse des résultats au moyen de l'usage de tables et de graphiques.

Finalement le cinquième chapitre contient les conclusions de la recherche, et les recommandations respectives.

## UN CHAPITRE I

### LE PROBLÈME

#### FORMULATION DU PROBLÈME

Dans le réchauffement global l'industrie de la construction a été responsable de la consommation vorace de combustibles fossiles pendant des centaines d'années, ainsi cela a entraîné l'étude des processus pour créer des édifices sur la base d'un développement durable. L'architecture météorologique surgit comme une réponse à cette problématique, et pour cela son objectif est basé dans la conception de l'architecture à partir d'analyses thermiques puis de concevoir le dessin en base à cela, pour garantir un confort à l'intérieur de la construction, sans en altérer l'extérieur. Selon l'architecture météorologique, l'architecture ne crée pas des espaces mais elle crée des températures et des atmosphères.

"... La conception de l'atmosphère est maintenant le domaine d'architecture. Et les nouvelles normes écologiques l'accroissent. Aujourd'hui, l'espace intérieur est isolé au point où on peut pratiquement chauffer une maison avec la chiquenaude d'un briquet. Mais ceci donne naissance à de nouveaux problèmes comme le renouvellement de l'oxygène, l'évacuation de l'humidité qui s'ensuit de la respiration, ou l'ajustement de températures à 22 °, 19 ° ou 16° Celsius, selon l'usage pour lequel est prévu l'espace. On peut voir que les exigences de développement durable causent un changement de plus en plus dramatique et fondamental dans l'architecture, de l'aspect tectonique au climatique, du visible aux dimensions invisibles". (Rahm .P, n.d)

L'isolement thermique est clef dans ce type d'architecture. On n'étudie pas les images de bâtiments et leurs fonctions mais les interprétations du climat, on travaille avec l'air et ses mouvements, et à la fois avec les facteurs invisibles indéterminés qui conforment le nouveau paradigme de l'architecture. Conformément à Philippe Rahm, l'architecture invisible est une structure qui utilise les conditions thermiques, météorologiques, et l'énergie solaire du lieu, et les canalise d'une manière stratégique le long de la structure tandis qu'il moule le programme de l'édifice pour qu'il remplisse les différentes conditions.

Rahm explique dans son livre intitulé "Constructed Atmospheres" que la conception d'une construction est basée sur la loi naturelle d'Archimède, qui fait monter l'air chaud et réduit le froid. Alors, cela parle d'une composition distincte qui change la typologie d'une maison. Il ne s'agit plus de construire des espaces à partir du public et du privé mais à partir de zones humides et de zones sèches. Ainsi, on entend que l'idée est de changer le langage architectural, de substituer le langage traditionnel de symétrie, d'asymétrie, et de composition géométrique, par convection, évaporation, conduite, pression et radiation, comme nouveaux outils de composition architecturale, et d'utiliser les différentes variables thermiques comme la chaleur, la lumière, l'humidité et la vapeur comme les nouvelles "briques" de la construction contemporaine.

"Glissant du plein au vide, du visible à l'invisible, de la composition métrique à la composition thermique, l'architecture comme météorologie ouvre d'autres dimensions, plus sensuelles et plus variables, dans lesquels les limites se dissipent et les pleins s'évaporent. Il ne s'agit plus de construire des images et des fonctions, mais d'ouvrir des climats et des interprétations. À grande échelle, l'architecture météorologique explore le potentiel atmosphérique et poétique des nouvelles techniques du bâtiment que sont la ventilation, le chauffage, le renouvellement d'air double-flux ou l'isolation. À l'échelle

microscopique, elle sonde de nouveaux champs de perception cutanée, olfactive, hormonale. Entre l'infiniment petit du physiologique et l'infiniment grand du météorologique, l'architecture doit construire des échanges sensoriels entre le corps et l'espace et y inventer de nouvelles esthétiques capables de modifier durablement la forme et la manière d'habiter de demain". (Rahm. P, n.d)

Évidemment, l'architecture météorologique est intimement liée à la technologie. Il est contradictoire que le problème en soit la solution, mais certainement la technologie bien que ce soit la cause principale de la crise environnementale existante, est l'outil principal pour remédier les dommages causés par elle-même, au moyen de la conception d'une architecture plus durable. Cependant : Quel est réellement le processus qui implique de concevoir ce type d'architecture? Quels sont les outils technologiques que l'architecte utilise pour la concevoir?

### **JUSTIFICATION DE L'INTÉRÊT DU SUJET**

Ce stage étudie la possibilité qu'offre l'architecture paramétrique dans les processus de conception liés à l'architecture météorologique. Mais au-delà de ce point, ce travail interroge les activités et les outils que supporte créé l'architecture à partir de la météorologie pour aider n'importe quel architecte appliquer ce nouveau processus de conception dans ses projets futurs.

L'intérêt de ce sujet est d'étudier un nouveau processus de conception architectural duquel il est permis d'extraire une liste d'outils, non populairement connus, pour donner la possibilité à un architecte de les appréhender et ainsi les appliquer à ses projets. C'est une nouvelle forme de promouvoir le dessin d'une architecture plus durable, en sachant que pour une grande majorité, ces techniques et outils sont ignorés, et sûrement pour cette raison ne s'appliquent pas communément.

### **OBJECTIFS DE LA RECHERCHE**

#### **Objectif général**

Étudier et Analyser le processus et les outils pour la conception de l'architecture météorologique.

#### **Objectifs spécifiques**

- 1) Définir un concept et des objectifs de l'architecture météorologique
- 2) Identifier un processus de la création d'un espace dans deux projets d'architecture météorologique
- 3) Déterminer des softwares et des programmes paramétriques comme outils pour la conception de l'architecture météorologique

## CHAPITRE II

### UN CADRE THÉORIQUE

#### RÉDÉRENTS DE LA RECHERCHE

##### **Philippe Rahm Architectes. (2014) "Constructed Atmospheres"**

"Constructed atmospheres" c'est un livre de l'architecte suisse Philippe Rahm dans lequel ils se fournissent une sélection de ses projets architectoniques avec une vision contemporaine jointe à la météorologie comme discipline. La lumière, la température, la pression, l'humidité, représentent la nouvelle "brique" selon Philippe Rahm, et maintenant des objets ne se produisent pas, mais des atmosphères sont construites. Ce livre est l'indispensable référant pour la réalisation de cette recherche, puisque le même il apporte les explications détaillées de ses projets, qui aideront analyser son processus de conception.

#### BASES THÉORIQUES

##### **Météorologie**

La météorologie est la science qui s'occupe à étudier les phénomènes qu'il touche à l'atmosphère. Le concept de Météorologie s'associe aux conditions dans le temps et un lieu spécifique, par rapport à la température, des précipitations, et d'autres facteurs comme les nuages et les montagnes. La Météorologie est générée à travers de quelques forces, visibles et invisibles.

##### **Atmosphère**

Il provient du Grec "Atmos", qui signifie "une vapeur" et de "Sphaira", qui est égal à "une sphère". L'atmosphère est la couche gazeuse de la terre, par cela il est la moins dense. Elle est constituée par quelques gaz qui varient selon la pression dans différentes hauteurs. Celle-ci mêle des gaz populairement connue comme "un air" est principalement composé par 21 % d'oxygène et 78 % d'azote, le reste est un pourcentage variable dans des gaz comme l'hydrogène, le méthane et l'hélium. À son tour il est composé par la vapeur d'eau qui n'entre pas dans la catégorie de gaz pour être un air sec.

##### **Architecture météorologique**

L'architecture météorologique est une spécialité de l'architecture qui dessine l'atmosphère. Elle surgit comme une réponse à une architecture de type durable. Ses projets sont créés à partir des paramètres climatiques qui délimitent les espaces dans son intérieur. De cette façon, sa conception se base dans orienter différents endroits d'un édifice en fonction à différents facteurs comme l'humidité, la lumière et la chaleur. Et en utiliser de nouveaux outils comme l'évaporation et la convection pour garantir un confort à l'homme sans abîmer au milieu qui l'entoure.



### **Architecture Bioclimatique**

L'architecture bioclimatique est cette architecture qui tient en compte du climat et les conditions de l'environnement pour aider à obtenir un confort thermique des espaces pour la vie et le développement de l'homme. Cela le fait au moyen de l'adéquation du dessin, de la géométrie, de l'orientation et la construction de l'édifice adapté aux conditions climatiques de son environnement. Elle joue exclusivement avec la conception et les éléments architectoniques, sans utiliser de systèmes mécaniques lesquels plutôt elles se considèrent comme systèmes d'appui.

### **Architecture Paramétrique**

Les outils de conception paramétrique, sont basés sur les paramètres qui agissent comme les variables et les algorithmes pour générer un arbre de relations mathématiques et géométriques. Ils nous permettent d'avoir un processus de conception, lequel nous pouvons manipuler et non une forme préétablie. Cette variabilité nous permet d'optimiser de divers processus dans nos dessins, comme le calcul de structures, de prix, de simulations physiques, de production digitale, et l'exploration de formes architectoniques et industrielles.

L'un des plus grands avantages du dessin paramétrique est la symbiose entre une discipline, qui nous permet d'intégrer différents critères structurels, sociaux, et des simulations de flux. Dans le but de que le modèle tridimensionnel n'est pas seul une maquette virtuelle mais un outil capable des résultats et une information pour obtenir résultats plus efficaces.

## BIBLIOGRAPHIE

- **Rahm. P (s.d).** Pour une Architecture *Météorologique*. Repéré à <http://www.philipperahm.com/data/rahm-office-f.pdf>
- **Cingolani. F (2013).** *Vers une architecture météorologique ?* Repéré à [http://complexitys.com/english/art-en/architecture-meteorologique/#.V1mOa\\_krLIU](http://complexitys.com/english/art-en/architecture-meteorologique/#.V1mOa_krLIU)
- **Philippe Rahm Architectes. (2008).** Repéré à <http://www.philipperahm.com/>
- **Rajagopal. A (2014).** *Philippe Rahm: Climate as Architecture*. Repéré à <http://www.metropolismag.com/November-2014/Philippe-Rahm-Climate-as-Architecture/>
- **Arikiplus (2013).** *Arquitectura meteorológica*. Repéré à <http://www.arkiplus.com/arquitectura-meteorologica>
- **National Geographic (2013).** *La Meteorología*. Repéré à <http://www.nationalgeographic.es/ciencia/metereologia>
- **Cingolani. F (2013).** *Architecture paramétrique et collaborative pour un Monastery*. Repéré à <http://www.immaginoteca.com/unmonasteryparametrique/>
- **Rahm, P. (2012).** [California College of the Arts]. *Lecture by Philippe Rahm*. Repéré à <https://www.youtube.com/watch?v=kvnN-BLkWDc>
- **Rahm, P (2012).** [Sustainable By Design]. *Philippe Rahm: Meteorological Architecture*. Repéré à <https://www.youtube.com/watch?v=RLBCRhYIXZQ>
- **Rahm, P (2015).** [Centre culturel suisse]. *Conférence architecture / Philippe Rahm / 04.02.15*. Repéré à <https://www.youtube.com/watch?v=ILm7hqf6-rQ>
- **Rahm, P., Scuderi, M. (2014).** *Constructed Atmospheres: Architecture as Meteorological Design* (1<sup>è</sup> éd.). Milano : postmedia books