



Département de la
Recherche doctorale
de l'École d'Architecture
de Marseille



**L'architecture intelligente : étude de la ventilation appliquée sur façades
dans les bâtiments en zones chaudes
"Pour un contrôle automatisé du confort thermique"**

*Mahmoud **ELGHAWABY***

Directeur de thèse : Stéphane **Hanrot**
Co encadrement : Marc-André **Velay Dabat**

Laboratoire **DREAM-ABC**
Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille
Ecole Doctorale 355 Espaces, Cultures, Sociétés
Aix-Marseille Université

Composition du jury :

- Daniel SIRET, président du jury et rapporteur avant soutenance, Chercheur au CERMA, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes.
- Hanan SABRY, rapporteur avant soutenance, Professeur de l'enseignement supérieur, Université Ain Chaims, Le Caire (Egypte)
- Nicolas BEL, Ingénieur, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
- Marc-André VELAY-DABAT, codirecteur de thèse, Maître-assistant des Écoles d'Architecture, École Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille.
- Stéphane HANROT, directeur de thèse, Professeur des Écoles d'Architecture, École Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille

Etablissement public
sous tutelle
du Ministère de la Culture
et de la Communication

184 avenue de Luminy
Case 924
13288 Marseille cedex 9

Tél +33 (0)4 91 82 71 00

I. Introduction et problématique

En Égypte, depuis la dernière décennie, des tendances architecturales 'eco-tech'¹ essaient d'atteindre le confort optimal, en protégeant l'environnement et en répondant aux besoins technologiques. L'une de ces tendances est l'architecture intelligente à laquelle je m'intéresse. En 2002, j'ai commencé une thèse de master intitulée "le futur de l'architecture intelligente en Egypte, une manière de concevoir des bâtiments environnementaux" dans laquelle j'ai étudié l'expérience européenne et l'expérience égyptienne autour de cette tendance.

Pendant mon travail sur thèse, j'ai montré qu'en Europe les concepts architecturaux intelligents sont bien appliqués dans les systèmes des bâtiments afin d'atteindre les objectifs technologiques et environnementaux. Tandis qu'en Egypte, la théorie de l'architecture intelligente est de réussir à atteindre des objectifs technologiques, mais elle n'est pas efficace par rapport aux objectifs environnementaux. L'analyse s'est portée sur les projets égyptiens, à l'exemple de la bibliothèque d'Alexandrie, les bâtiments du smart village (un village administratif) et d'autres. L'étude a montré que les concepts intelligents étaient bien appliqués dans les systèmes de sécurité et d'urgence, mais moins dans les systèmes de lumière, de ventilation et de climatisation qui consomment la plupart de l'énergie utilisée dans les bâtiments. Ces anomalies révèlent la mauvaise interprétation de l'importation des concepts européens qui ne sont pas appropriés aux zones chaudes et ensoleillées comme l'Égypte. Ces résultats m'ont inspiré l'idée de présenter cette thèse de doctorat sur l'application des concepts intelligents aux bâtiments en zones chaudes. Je m'intéresse plus aux systèmes qui associent le climat et le confort thermique afin de réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments en mettant en relation le microclimat et en développant des systèmes intelligents appropriés aux zones chaudes et arides.

II. Objectifs

Cette recherche consiste à étudier le problème du confort thermique en zones chaudes et arides comme dans le Sinaï en Égypte, en utilisant des systèmes intelligents basés sur le potentiel de la nature comme instrument qui nous aide à réaliser des façades intelligentes actives et appropriées à l'environnement. Le concept de

¹ La plupart des tendances d'architecture dans les dernières décennies sont globalement rattachées à une attitude écologique *deep-eco* (*deep ecological trends*) ou à une approche technologique *hi-tech* (*high technology trends*). Les deux approches ont été critiquées, l'approche écologique *deep-eco* est considéré conservatrice et prend une position défensive qui ne bénéficie pas l'efficacité de la modernisation. Elle favorise la réduction, l'inactivité et le retour vers l'époque préindustrielle. Au contraire, l'approche technologique *hi-tech* emploie la technologie comme but en soi causant des impacts négatifs sur l'environnement. Pendant les deux dernières décennies, ces deux approches ont été mélangées constituant des nouvelles tendances *eco-tech* (*ecological-technological trends*) qui concernent l'environnement en utilisant les potentielles technologiques.

l'architecture intelligente ne voit pas la technologie comme un ennemi de la nature mais plutôt comme un outil contemporain qui nous permet d'atteindre des objectifs environnementaux.

III. Hypothèse

L'architecture intelligente s'inspire de la nature et de ses divers systèmes intelligents comme les capacités thermorégulatrices de la peau humaine, les changements saisonniers de peau de nombreux animaux, l'ouverture et la fermeture des fleurs en réponse à la lumière du soleil.

Les systèmes intelligents naturels des peaux sont-ils considérés comme ressources de concepts plus capables de s'adapter à l'environnement local ?

Cette thèse permettra de bien analyser ces systèmes de réponse et de les imiter, à l'aide des technologies nouvelles, dans des façades intelligentes compatibles avec l'environnement. Je m'intéresse à appliquer cette idée à la région du Sinaï qui est considérée comme l'une des plus importantes régions en Egypte de développement urbain.

IV. Approche

Cette recherche consiste en deux parties principales; l'approche théorique et l'approche pratique.

L'approche théorique a deux objectifs principaux. Premièrement, elle vise à clarifier quelques définitions utiles pour la recherche telles que le confort et le confort thermique, la ventilation naturelle, son rôle dans le confort thermique, et l'architecture intelligente et son approche environnementale. Deuxièmement, elle étudie l'approche de l'architecture intelligente et les systèmes de ventilation contrôlés dans l'architecture contemporaine, le biomimétique et les systèmes biologiques adaptés au climat chaud, trouvés dans la nature, et finalement l'architecture traditionnelle et les solutions intelligentes qui bénéficient de la ventilation naturelle. Ces analyses ont été prises afin de développer une idée architecturale qui prendra la nature et les solutions architecturales traditionnelles comme des sources d'idées, qui pourront être réalisées à l'aide de la technologie. Une idée - « les murs respirants » - a été développée par cette recherche. Ces murs sont capables de contrôler la ventilation naturelle et de la refroidir en imitant la peau naturelle et son rôle thermique (Fig. 1).

L'approche pratique a visé à tester la validité de l'idée théorique dans la réalité, par deux expérimentations. La première tend à mesurer l'efficacité de la technique en comparant deux modèles, l'un traditionnel en béton et briques, l'autre conçu avec la technique des murs respirants. La deuxième expérimentation s'attache à mesurer le comportement thermique d'un bâtiment résidentiel réel situé dans le Sinaï et qui sera pris plus tard comme base sur laquelle on appliquera les nouveaux concepts théoriques par le logiciel de simulation thermique.

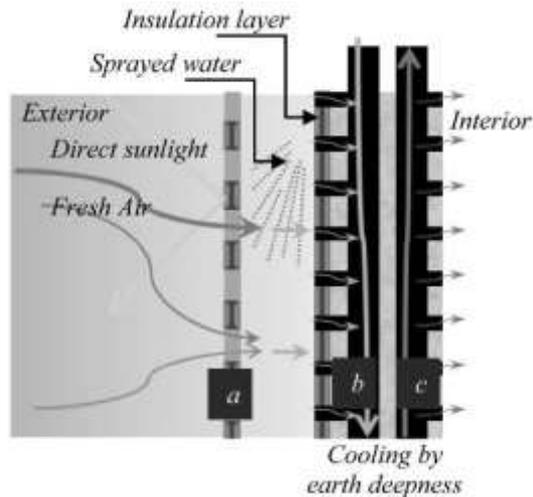


Figure 1: La conception des murs respirants; (a) la couche externe, (b) la couche moyenne, (c) la couche interne.

V. Résultats préliminaires

La première expérimentation nous donne des résultats importants. Par exemple, les températures de l'air mesurées à l'intérieur des deux modèles confirment le bon comportement thermique du modèle respirant en comparaison avec le modèle traditionnel (Fig.2), prenant en considération que cette expérimentation a été faite sans utilisation du refroidissement par évaporation à l'aide d'arroseurs d'eau. La température moyenne à l'intérieur du modèle respirant (29,46 °C) s'affichait inférieure d'environ 3°C à la température moyenne enregistrée à l'intérieur du modèle traditionnel (32,43 °C). La température maximale enregistrée (Tmax) à l'intérieur du modèle traditionnel était de 39,4°C, alors qu'elle était de 36°C à l'intérieur du modèle respirant.

Les différences de températures à l'intérieur des deux modèles se sont révélées, au maximum, jusqu'à 5,6°C inférieures dans le modèle respirant. Le modèle respirant peut être plus efficace avec l'aide du système de refroidissement par évaporation en activant des arroseurs d'eau qui n'ont pas été utilisés au cours de cette expérience.

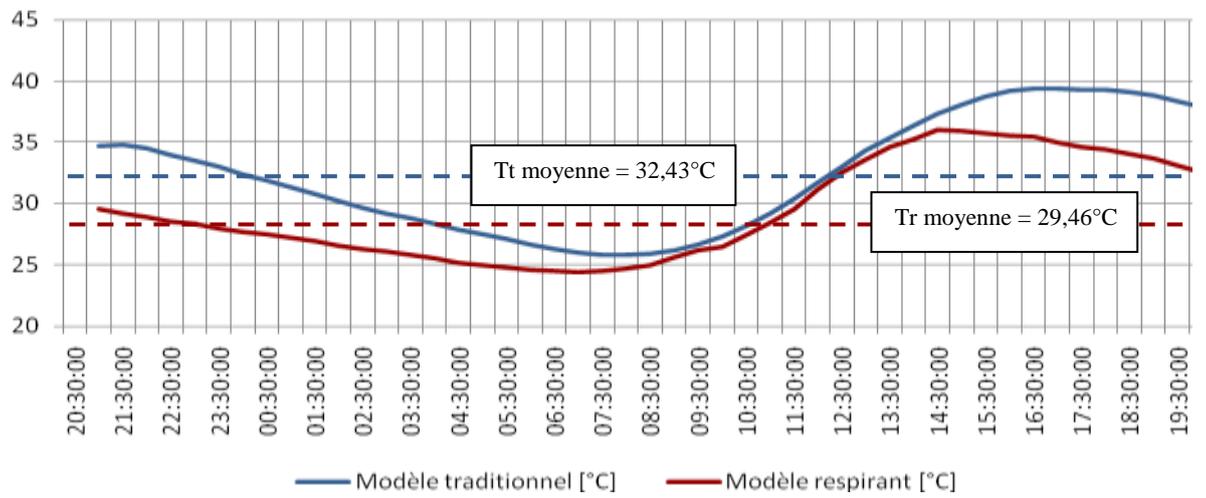


Figure 2: Températures de l'air enregistrées à une cadence d'une demi-heure pendant une seule journée selon les deux modèles simultanément sans utiliser de refroidissement par évaporation.