

École  
Nationale  
Supérieure  
d'Architecture  
de Marseille



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



Aix-Marseille  
université



**Milieus urbains et ambiances thermiques : Influence de la plantation des arbres sur le microclimat selon des paramètres de plantation et son impact sur le confort thermique.  
Cas des villes d'Aix en Provence et Marseille**

*Lizeth **RODRIGUEZ-POTES***

Directeur de thèse : Stéphane **Hanrot**

Co encadrement : Marc-André **Velay Dabat**

Responsable scientifique: Anne **Grenier** (ADEME)

Laboratoire **DREAM-ABC**

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille

Ecole Doctorale 355 Espaces, Cultures, Sociétés

Aix-Marseille Université

---

Composition du jury :

- Pierre CARREGA, président du jury, Professeur des Universités, Université de Nice Sophia-Antipolis
- Frédéric POUSIN, rapporteur avant soutenance, Professeur des Universités, École Nationale Supérieure du Paysage de Versailles.
- Marjorie MUSY, rapporteur avant soutenance, Ingénieur de recherche, Université de Nantes.
- Anne GRENIER, Architecte, ADEME Département bâtiments et urbanisme
- 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

## RESUME

La conception urbaine présuppose non seulement une connaissance théorique des conditions climatiques et de l'impact des éléments du paysage sur le microclimat<sup>1</sup>, mais aussi l'application de ces connaissances pour créer des microclimats qui soient confortables pour les personnes et qui minimisent l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments.

On constate un intérêt croissant, de la part des chercheurs et du public, pour les thématiques en lien avec le rôle microclimatique des arbres urbains et pour leur contribution à atténuer des problèmes microclimatiques, liés à l'îlot de chaleur urbain. Ils peuvent refroidir l'air chaud par évapotranspiration, procurer de l'ombre sur le sol et les murs pendant l'été, et contrôler la vitesse du vent (1). De même, le refroidissement de la température de l'air grâce aux arbres est un moyen efficace pour réduire de manière significative l'énergie utilisée par la climatisation.

Cependant, on peut déplorer que ces recherches soient si peu prises en compte dans l'élaboration d'outils de conception urbaine qui intègrent et organisent la végétation dans le temps et dans l'espace.

Par exemple, à Aix-en-Provence, ville méditerranéenne conçue pour se protéger de la chaleur de l'été et du vent, les arbres sont des composants naturels chers aux citoyens. Ses avenues, allées, cours et boulevards plantés de platanes, lui donnent une identification de ville verte et les arbres d'alignement font partie de son patrimoine. Nonobstant, on y rencontre des problèmes liés au réchauffement de la température de l'air pendant l'été, des tailles sévères de branches aux plus mauvais moments l'année, et une présence d'essences peu variée. C'est pourquoi il est nécessaire de développer des approches appliquées à nos climats, à nos formes urbaines, d'obtenir des résultats quantifiés qui les prennent en compte, de promouvoir des techniques, des outils et méthodes destinés à apporter des réponses concrètes aux questions opérationnelles qui se posent.

Le thème abordé dans cette thèse concerne principalement la micro-climatologie urbaine et vise à mesurer et analyser l'effet des arbres sur les conditions thermiques, en espaces extérieurs, à l'échelle de la rue, en climat méditerranéen et en été.

L'objectif est de montrer dans quelle mesure les espaces urbains sont soumis aux influences thermiques de la plantation des arbres. Il est basé sur l'analyse des mesures microclimatiques de différentes voies urbaines, aménagées avec des arbres en alignement dans la ville d'Aix-en-Provence d'une part, et de mesures faites sur différentes espèces d'arbres au Jardin Botanique de Marseille, d'autre part.

---

<sup>1</sup> 1 Le microclimat intègre les conditions du rayonnement solaire et terrestre, le vent, la température de l'air, l'humidité et les précipitations dans un espace extérieur à petite échelle (1).

Pour la caractérisation et l'analyse de nos cas, trois hypothèses sont posées :

- **Hypothèse 1**, l'orientation des alignements d'arbres par rapport à l'axe de la rue : Le placement des alignements par rapport aux directions de la rue Nord-Sud (N-S), Est-Ouest (E-O), Nord-est/Sud-ouest (Ne/So) et Nord-ouest/Sud-est (No/Se).
- **Hypothèse 2**, l'aménagement végétal, dont la distance de plantation ( $D_a/W$ ) des arbres par rapport aux bâtiments et la couverture végétale ( $2d_a/W$ ) ou la zone occupée par le houppier<sup>2</sup> sur la rue
- **Hypothèse 3**, le pourcentage de feuillage (%F) qui indique la surface foliaire totale à chaque point de mesure et détermine le degré de perméabilité à la lumière et au rayonnement.

On estime que ces paramètres agissent sur les conditions thermiques comme blocage du rayonnement par l'ombre sur les piétons, le sol et les murs pendant l'été, sur le contrôle de la vitesse du vent, la réduction ou l'augmentation de la température de l'air et le taux d'hygrométrie qui peut avoir un effet de rafraîchissement de l'air.

D'après l'analyse des résultats des campagnes de mesures certaines hypothèses se révèlent :

1. La distance de plantation des arbres aux bâtiments a un rapport avec la diminution de la température de l'air.
2. Le fait qu'on ait un pourcentage de feuillage ou une couverture végétale plus importante ne veut pas dire que la température de l'air diminuera automatiquement.
3. En termes d'orientation, les rues orientées Nord-Sud ont les températures de l'air les plus basses. Les rues orientées Est-Ouest ont une meilleure performance thermique que celles qui sont orientées Nord-est/Sud-ouest, même sans arbre. Dans les rues orientées Nord-est/Sud-ouest (ou en biais), les paramètres de végétation semblent ne pas jouer de rôle significatif sur la température de l'air.

Enfin, ce sont non seulement les arbres qui contribuent à modifier les conditions microclimatiques, mais également les formes urbaines, notamment l'orientation des rues. C'est pourquoi on obtiendra de meilleurs résultats si un véritable compromis s'opère entre la forme de construction de nos villes et l'environnement.

### Références

- (1) Panagopoulos (2008), Using microclimatic landscape design to create thermal comfort and energy efficiency, Actas da 1ª Conferência sobre Edifícios Eficientes, Universidade do Algarve, 25 de Janeiro
- (2) Akbari et al. (1997), Peak power and cooling energy savings of shade trees. Akbari, H., Kurn, D.M., Bretz, S.E., Hanford, J.W, and Buildings, 25, 139 – 148

---

<sup>2</sup> Désigne l'ensemble des parties aériennes d'un arbre : les branches, les rameaux et le feuillage.