

Ambiances architecturales et urbaines *De l'environnement urbain à la ville sensible*

Gérard Hégron, Henry Torgue

Ambiances et ambiance

En tant que perception sensible de l'environnement urbain et architectural, l'ambiance est une expérience partagée par tout le monde mais le plus souvent difficilement communicable et explicable. Les définitions les plus courantes du terme « ambiance » sont les suivantes :

- « Éléments et dispositifs physiques qui font une ambiance »
- « Atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne ».

Ces définitions nous renvoient d'emblée à la dualité objectif/subjectif et ouvrent la discussion sur la complémentarité des notions d' « ambiances » et d' « ambiance ». Il est en effet possible d'isoler la dimension physique des phénomènes d'ambiance de leur perception sensible et esthétique ou d'associer à l'ambiance générale d'un lieu les différents phénomènes physiques et sensibles qui se rattachent aux ambiances lumineuses, sonores, thermiques, olfactives, etc.

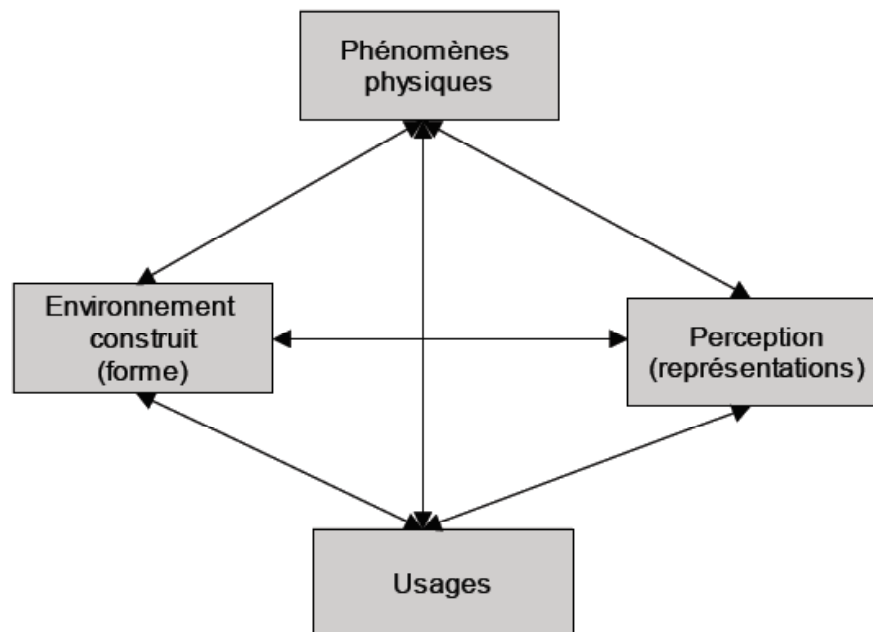


Figure 1 : Éléments constitutifs des ambiances

La notion d'ambiance nous permet d'échapper précisément à une trop stricte opposition sujet/objet, c'est-à-dire d'éviter la séparation entre la perception du milieu par un usager et l'objet perçu. Elle articule la connaissance des phénomènes physiques en présence, leurs interactions avec la forme construite, les usages des espaces architecturaux et urbains, la perception de l'usager et ses différentes représentations (voir figure 1). Elle permet également de traverser les échelles spatiales et temporelles. Paradoxalement, les recherches engagées depuis quelques décennies se sont focalisées sur deux champs complémentaires : l'un se concentrant davantage sur la maîtrise des flux ambiants (lumière, son, chaleur, aéraulique, odeur, ...) s'appuyant sur les sciences pour l'ingénieur et la connaissance des formes urbaines et architecturales, l'autre explorant l'analyse de l'expérience sensible *in situ* et mobilisant les savoirs sur les usages et les représentations.

Les travaux sur les ambiances articulent les trois composantes qui caractérisent le plus souvent la spécificité de la recherche architecturale : les objets, les sujets, le projet.

- Les objets : il s'agit ici des phénomènes physiques d'ambiances, naturels et anthropiques, qui sont en interaction avec l'environnement construit (bâtiments, infrastructures, ...) et naturel (parcs, végétation, plans d'eau, ...) ;
- Les sujets : il s'agit des habitants qui pratiquent ou fréquentent les environnements architecturaux et urbains et qui perçoivent et ressentent leur environnement physique (objet) en fonction de leur sensibilité physiologique, psychologique et culturelle (représentations cognitives) et de l'usage de ces lieux ;
- Le projet : l'enjeu est de concevoir un projet urbain ou architectural qui respecte *in fine* les intentions d'ambiance du concepteur (architecte, urbaniste). Il s'agit d'anticiper les propriétés d'ambiance d'un environnement construit qui n'existe encore pas.

Les travaux sur les ambiances constituent par conséquent une recherche intrinsèquement interdisciplinaire qui marie l'architecture et l'urbain avec les sciences pour l'ingénieur et les sciences humaines et sociales.

Du physique au sensible

Depuis une trentaine d'années nous sommes passés progressivement de la notion de nuisance à la notion de confort puis à celle d'ambiance mobilisant des méthodologies d'abord disciplinaires, puis progressivement interdisciplinaires.

Les études conduites sur les nuisances et le confort se sont développées à partir de l'analyse des *phénomènes physiques d'ambiance* s'appuyant sur les sciences pour l'ingénieur mobilisant les connaissances sur les phénomènes physiques, leur

modélisation, la simulation numérique, la gestion et le traitement numérique de l'information, etc.

L'objectif poursuivi est essentiellement la maîtrise des flux ambiants (lumière, son, chaleur, aéraulique, odeur, ...) produits de l'interaction entre formes architecturales et urbaines, phénomènes physiques en présence et usages des lieux [1]. Cette approche sert le plus souvent une vision assez régulatrice et normative de l'environnement sensible. Elle répond à l'une des définitions courantes du terme *ambiance* à savoir « éléments et dispositifs physiques qui font une ambiance ». Elle présente l'avantage de mettre à disposition des méthodes ou outils de simulation et d'analyse prédictifs très utiles en phase de conception qui permettent de répondre à la question : comment la forme projetée et les matériaux pressentis affectent-ils les ambiances physiques ?

Mais une *ambiance* est plus que la collection de signaux ou que l'évaluation de paramètres physiques ou d'indicateurs objectifs. Elle est par essence un phénomène situé. Des progrès ont été réalisés pour intégrer cette dimension en utilisant notamment l'expérimentation *in vitro* grâce aux techniques de l'immersion interactive (réalité virtuelle) où les procédures d'immersion cherchent à mettre en relation les résultats des observations (enquêtes *in vitro*) et les indicateurs physiques correspondants (mesures, paramètres physiques simulés). Mais en raison des limites technologiques, cette méthodologie reste encore insuffisante dans l'explication des situations concrètes.

L'analyse des phénomènes physiques d'*ambiance* s'accorde le plus souvent au pluriel, impliquant l'étude des différentes composantes constitutives d'un lieu : *ambiance lumineuse*, *ambiance sonore*, *ambiance thermique*, etc. L'analyse croisée des paramètres physiques d'*ambiance* à l'aune des usages produit une vision plus synthétique de l'*ambiance*, mais n'en fournit cependant pas une réelle synthèse.

Nous pouvons également constater que la conception et le développement d'outils de compréhension (modèles, simulations numériques, indicateurs physiques) et d'analyse spatiale (indicateurs morphologiques, SIG urbains) des phénomènes physiques d'*ambiance* (lumière, son, thermique, microclimat urbain, ...) ont conduit une certaine communauté de chercheurs à s'intéresser davantage à la notion de qualité environnementale qu'à celle des ambiances en gommant le plus souvent la dimension qualitative et sensible, et à mobiliser leur expertise et leurs outils au service de l'analyse de la haute qualité environnementale (HQE) ou de l'étude de l'efficacité énergétique des bâtiments et des quartiers urbains.

La seconde définition courante du terme *ambiance* « Atmosphère matérielle et morale qui environne un lieu, une personne » complète la dimension objective (physique et environnementale) en introduisant une dimension subjective (sensible, esthétique). La compréhension et la production des qualités sensibles dans le projet passent par conséquent par l'étude du rapport entre les différents facteurs d'*ambiance* (lumière, son, chaleur, aéraulique, odeur, ...) et des liens qui existent entre le quantitatif et le qualitatif, le physique et l'humain, le conçu et le vécu, le théorique et la pratique. Elles nécessitent une analyse des **ambiances *in situ*** qui ne fait abstraction ni du signal physique, ni de la perception, ni de la composante humaine et collective.

Un ensemble de phénomènes localisés peuvent exister comme ambiance lorsqu'il répond à quatre conditions [2]:

- Les signaux physiques sont repérables dans l'espace concret qui les conforme ;
- Ces signaux informés interagissent avec la perception, l'affectivité et l'action des sujets ainsi qu'avec les représentations sociales et culturelles ;
- Ces phénomènes composent une organisation spatiale construite (construction architectonique et perceptive) ;
- Le complexe signaux – percepts – représentations est exprimable ce qui permet d'accéder à la représentation experte et usagère.

Le champ des ambiances entremêle donc la forme construite, la forme perçue (le vécu) et la forme représentée. Le terme "construit" englobe tout le contexte environnemental qui prend ici les aspects de l'urbain sans se limiter aux édifices architecturaux. Que ce soit l'implantation générale, les matériaux utilisés, l'orientation par rapport au soleil ou à l'aérodynamique locale, l'état des réseaux et leur accès, la gestion des déchets, les transports..., tout le cadre de vie dans ses grandes structurations comme dans ses détails est au cœur de l'analyse des ambiances.

Cette seconde posture consiste à placer l'utilisateur au centre du questionnement sur le lieu et à tenter de comprendre les interactions entre lui, les autres et le cadre de vie. L'habitant n'est pas seulement considéré comme figurant passif, subissant un état de fait extérieur, au sens où l'environnement désignerait le contexte dans sa dimension inéluctable, vaste chape englobante sur laquelle on ne pourrait agir, ensemble de données physiques s'imposant sans échappatoire, mais aussi comme acteur, dans un rapport dynamique avec l'espace, développant des pratiques ordinaires ou remarquables, des projections imaginaires et de multiples systèmes d'appropriation.

Entre les termes "cadre de vie", "milieu", "paysage", "environnement", s'expriment des nuances d'approche du contexte et aussi des questions d'échelle mais tous enracent fortement la démarche de recherche dans une préoccupation que l'on peut qualifier d'"environnementale" au sens où elle ne sépare pas la relation vivante des acteurs dans leurs pratiques et leurs affects des conditions physiques et sensibles de leur milieu ambiant.

Des échelles spatiales et temporelles

De la micro-échelle, à savoir l'espace immédiat qui environne un usager (une rue, une place, un bâtiment, ...) à la macro-échelle (le tissu urbain), d'autres niveaux d'échelles intermédiaires peuvent être considérés comme l'îlot et le quartier urbain. Chaque fois que l'on pense globalement, il est nécessaire d'en appréhender les conséquences locales, et vice-versa. Il en va de même pour la question des ambiances urbaines. Que l'on réfléchisse à leur intégration dans les phases de planification, de programmation ou de conception urbaine, nous devons pouvoir évaluer les impacts des décisions à tous les niveaux d'échelle.

En effet, chacun d'eux est le siège de phénomènes émergents qui lui sont spécifiques et qui interagissent avec les niveaux d'échelle inférieurs et supérieurs. Cela suppose que l'on poursuive les travaux dans deux domaines :

- L'analyse des ambiances propres à chaque échelle : caractérisation et qualification des ambiances ou de l'ambiance (physiques et *in situ*), représentation cognitive du fragment urbain considéré par les usagers, mise au jour d'indicateurs pertinents, ...
- L'étude des interactions entre échelles, notamment entre l'échelle urbaine (quartier ou îlot) et les bâtiments et les espaces urbains ouverts (rue, place, ...).

Les recherches sur les ambiances *in situ* illustrent par ailleurs la tension entre deux temporalités qui traversent ce champ :

- Un processus d'accélération de l'urbanisation qui extrapole la forme urbaine comme modèle dominant, souvent sans respecter le rythme d'une évolution raisonnée, avec de graves conséquences environnementales,
- Une résistance du milieu physique comme du cadre traditionnel qui voudrait se protéger derrière un conservatisme patrimonial.

Entre la ville en mouvement, en croissance exponentielle, et la ville stabilisée, voire immobilisée, s'exposent deux modèles de développement qu'il convient d'analyser dans leurs multiples formes et à des échelles extrêmement diversifiées (grand territoire, commune, quartier, espace public, immeuble...). Une approche multiformelle doit être pratiquée pour caractériser chacun d'eux et des analyses *in situ* de leurs confrontations et équilibres doivent être menées pour en saisir les modalités émergentes.

Des ambiances à l'ambiance

Les savoirs actuels laissent entrevoir une possibilité forte de passer du champ de recherche opéré sur les ambiances à celui d'une théorie générale de l'ambiance architecturale et urbaine. Plusieurs voies complémentaires restent à explorer.

Elles passent notamment par la recherche de modèles d'intelligibilité capables d'intégrer les diverses ambiances (lumière, son, chaleur, odeur, ...) et les dimensions qualitative et quantitative en s'appuyant sur de nouveaux modèles et de nouvelles approches :

- Modèles multicritères permettant de concevoir des formes urbaines rendant compatible la production de différentes ambiances ;
- Simulations numériques inverses permettant de satisfaire *a priori* les intentions du concepteur en matière d'ambiances dès les premières phases de l'esquisse du projet ;

- Expérimentations immersives et interactives rendant compatibles la maîtrise des flux ambiants (simulations physiques) et les techniques de l'analyse *in situ* des ambiances (dimension qualitative) et facilitant la mise au jour de modèles émergents de la perception de l'environnement urbain.
- Étude des corrélations entre le contenu des signaux (phénomènes physiques) et leur perception située (effets) [3, 4]. Les résultats de ces travaux permettent entre autres de découvrir les origines physiques d'ambiances perçues *in situ* et d'en modifier les comportements pour moduler leurs effets.

D'autres pistes se font jour dans les domaines de l'anthropologie et de l'épistémologie de l'environnement :

- L'inter-sensorialité ou inter-modalité qui prend en compte la concomitance perceptive des différents phénomènes physiques d'ambiance, leurs interactions et leurs conjugaisons ;
- Les représentations sociales de l'ambiance qui traitent des représentations collectives d'objets comme le paysage, l'espace public, le patrimoine et qui demeurent des instruments du lien social dans l'espace urbain ;
- La gestion urbaine et l'évolution technico-économique de la maîtrise des ambiances.

De l'urbain au périurbain

La recherche sur les ambiances s'est le plus souvent développée à partir de l'analyse de fragments urbains issus des centres ville, alors que les périphéries des villes étaient les espaces où l'on construisait le plus. C'est majoritairement à partir des centres ville qu'ont été expérimentés et calibrés la plupart des modèles existants, qu'il s'agisse de modèles d'observation, de représentation, de caractérisation ou de conception des ambiances urbaines ; en particulier, l'identification des références pour le projet [6], les tests de nouvelles méthodes de recueil de données [6] ou la caractérisation de la perception des espaces ouverts [7].

Les périphéries des villes possèdent des caractéristiques qui leur sont propres. C'est là que l'on observe aujourd'hui les mutations les plus rapides et les plus profondes en termes urbanistiques. L'espace périurbain est un milieu à paysage « lent », où les vues sont traditionnellement plus longues et les plans de récession plus distants. La structuration de ces espaces ne peut reposer sur le seul traitement du bâti, d'ordinaire fort dilué [8]. Il convient par conséquent de reconnaître la spécificité et la diversité du milieu périurbain en termes d'ambiances, et de proposer des outils conceptuels et méthodologiques qui permettent de rendre compte des valeurs qui leur sont associées. Ceci passe par une recherche relative à la nature même de ces ambiances ainsi qu'aux outils dont disposent les autorités publiques pour formaliser leurs qualités en vue de les valoriser et, éventuellement, de les transformer.

De la conception des ambiances urbaines

La conception des ambiances a toujours mobilisé la communauté des chercheurs car elle constitue l'aboutissement logique des savoirs développés dans ce domaine. Les ambiances tiennent par ailleurs une place significative dans les critères de qualité environnementale des espaces urbains et architecturaux et par conséquent dans tous les projets urbains de type HQE ou développement durable. La tâche est immense et de nombreux facteurs de progrès sont à réaliser.

Une première approche consiste à développer **des méthodes et des outils** qui procurent au concepteur la capacité d'intégrer dès la phase de conception le contrôle *a priori* des phénomènes d'ambiance dans le projet architectural ou urbain.

Dans le champ de la conception assistée par ordinateur, un certain nombre de laboratoires mettent en œuvre depuis plusieurs années des approches dites inverses, déclaratives ou sous-contraintes. Elles permettent de concevoir une forme qui produit les propriétés d'ambiance désirées. Il s'agirait aujourd'hui de poursuivre cet effort pour généraliser cette démarche à des phénomènes obéissant à des lois physiques plus ou moins complexes comme l'éclairage naturel ou artificiel, les phénomènes sonores, la ventilation naturelle, etc.

À l'échelle de l'îlot ou du quartier urbain, nous disposons aujourd'hui de méthodes et d'outils (simulation de l'éclairement, de l'écoulement du vent, du microclimat, production d'indicateurs, etc.) qui contribuent à l'évaluation de certaines qualités d'ambiance des projets urbains en cours de conception [9, 10]. Il reste cependant encore beaucoup de chemin à parcourir pour faciliter la tâche des urbanistes notamment en approfondissant les liens qui existent entre indicateurs morphologiques (il en existe une kyrielle !) et qualités d'ambiance [11], et également pour développer une **vision intégrée** dans la résolution concomitante des problèmes qui se posent aux concepteurs comme l'intégration des facteurs d'ambiances, l'ajustement micro-climatique et l'efficacité énergétique des bâtiments.

L'appropriation de la problématique des ambiances par les **acteurs du projet** et son intégration effective dans le processus de conception nécessite la poursuite de l'analyse de son positionnement et de son statut. Qui parle des ambiances ? À quelles étapes du processus les ambiances sont-elles introduites, décrites, conçues et validées ? Que recouvre la notion pour chacun des intervenants du projet ? Quel degré de maîtrise peuvent-ils en avoir ? Comment les ambiances se construisent-elles dans les processus de négociation ?

Les modalités de **représentation et de communication des ambiances** jouent un rôle central dans la conduite d'un projet. Les phénomènes d'ambiance sont mouvants dans le temps et dans l'espace et leurs frontières sont le plus souvent floues. Pour les représenter, les systèmes de notation graphique courants atteignent par conséquent vite leurs limites. Des propositions de représentation iconique ou symbolique des ambiances ont été faites, de même que la mise en œuvre de représentations utilisant les techniques d'imagerie numérique, mais de nombreuses

voies restent cependant ouvertes en particulier pour les phénomènes non visuels (sons, température, odeurs, visibilité, ...) :

- Mise au jour des représentations langagières et iconographiques des ambiances architecturales chez les acteurs du projet (expert, usager, maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage) ;
- L'approche par référence qui consiste à expliciter une ambiance de manière relative, en la comparant à une situation connue des protagonistes de la négociation. C'est ici que l'on peut tester la validité des paradigmes comme les effets, les formants, les motifs ou les objets ambiants ;
- La simulation immersive qui, outre l'image stéréoscopique, permet de restituer d'autres modes de représentation de l'espace notamment sonore et tactile.

Les **Systèmes d'Information Géographique (SIG)** sont désormais des outils largement diffusés et utilisés. Ils constituent un moyen efficace pour agréger et croiser un ensemble de données variées et pour intégrer des données quantitatives ou qualitatives acquises *in situ* (mesures de grandeurs physiques, résultats d'enquêtes), ou produites par des techniques numériques (simulations, évaluation d'indicateurs, ...), permettant ainsi de confronter les composantes physiques et environnementales de l'espace construit ou non construit avec ses qualités d'usage et ses dimensions économiques et sociales. Ils permettent par ailleurs de visualiser et restituer l'information de façon synthétique, compréhensible par la plupart des acteurs (décideurs, concepteurs, gestionnaires, usagers, ...) en la restituant dans son contexte géographique (analyse spatiale).

Le développement de SIG urbains intégrant les qualités environnementales et d'ambiance des milieux urbains [12] peut servir plusieurs objectifs dans le cadre de la conception urbaine :

- Outil pour la modélisation : exploitation des données modélisées ou acquises *in situ* pour l'identification ou la validation de modèles, pour la simulation des phénomènes physiques en interaction et l'évaluation de leurs impacts environnementaux ;
- Outil de diagnostic : analyse de la qualité environnementale et des ambiances des espaces urbains pour la gestion du patrimoine ;
- Outil d'aide à la décision : analyse de scénarii, analyse de la qualité d'usage des nouvelles infrastructures ou projets d'aménagement urbain, analyse des impacts sociaux, financiers et environnementaux de ces projets ;
- Outil de sensibilisation et de communication des résultats auprès des experts et des non-experts.

Ces nouveaux développements nécessitent des travaux méthodologiques et de modélisation variés : ontologie des données urbaines, modélisation 4D (3D + temps) et multi-échelle des données, traitement des données (croisement, segmentation, ...),

nouvelles techniques de visualisation des données associées aux nouvelles modalités de représentation et de communication des ambiances évoquées plus haut.

Il reste par ailleurs à concevoir une **esthétique des ambiances** [1] immanentes à la forme construite, entendue comme une configuration du divers sensible qui touche aussi à l'esthétique des morphologies architecturales. Cela permettra de répondre au souci de la qualité des formes urbaines et d'éclairer le lien entre connaissance des ambiances ressenties, les techniques du génie urbain et les pratiques de création des ambiances.

De la rétrospective à la perspective

Un certain nombre de travaux ont été menés sur les ambiances dans les différentes théories et doctrines qui ont jalonné l'histoire de l'architecture comme sur les préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines [13] ou sur l'expérience sonore de la ville au XIX^e siècle [14]. Mais afin de pouvoir apprécier les permanences, les ruptures ou les inflexions qui ont tracé l'histoire des ambiances dans le projet urbain, l'écriture de cette Histoire reste dans son ensemble à développer.

Par-delà la compréhension de l'évolution des idées, des théories et des pratiques et de la communauté des hommes et des femmes qui les fabrique, elle permettra d'éclairer les méthodes et pratiques contemporaines du projet urbain en permettant par exemple :

- De différencier la part des approches objectives et physiques en regard des dimensions éthiques et esthétiques du projet urbain ;
- De comprendre les variations qui interviennent dans la réhabilitation ou la requalification de milieux urbains existants (espaces marchands, grands ensembles, etc.) ;
- D'identifier des invariants qui façonnent le développement des milieux urbains, en améliorant les conditions de vie des citoyens par une maîtrise croissante des phénomènes ambiants ;
- D'évaluer l'écart qui sépare certains projets de nature assez « utopique » des réalités techniques dans lesquelles elles viennent puiser leurs solutions ;
- De discuter des approches contemporaines qui empruntent des voies simplificatrices légitimées par des situations d'urgence comme le réchauffement climatique ou la notion de développement durable.

Ambiance et environnement

La réflexion sur les ambiances architecturales et urbaines est comme nous venons de le voir en plein développement. L'ambiance réinvente les modalités d'une écologie urbaine en croisant les différentes notions de l'environnement qu'il s'agisse des

conditions de la vie, de sa pérennisation et des modalités comportementales conformes aux capacités physiques de la ville, ou de ses aspects humains, sociaux et culturels. En d'autres termes, elle subsume les problématiques environnementales et les courants qui s'y rattachent comme la haute qualité environnementale et le développement durable.

Références bibliographiques

- [1] Miguet F. (2007). A Further Step in Environment and Bioclimatic Analysis: The Software Tool SOLENE. in : Building Simulation'07, 10th International Building Performance Simulation Association Conference and Exhibition, Beijing. September 3-6 2007.
- [2] Augoyard J.-F. (2007), A comme Ambiance(s) , Les cahiers de la recherche architecturale et urbaine, n° 20/21, « L'espace anthropologique », pp 33-37
- [3] Dubois C. (2006), Méthodes de Monte Carlo séquentielles pour l'estimation de fréquences fondamentales - Application à la caractérisation et à la reconnaissance de l'effet de métabole, en environnement urbain. Thèse de doctorat en Traitement du signal. Université de Nantes.
- [4] Guastavino Ch. (2003), Étude sémantique et acoustique de la perception des basses fréquences dans l'environnement sonore urbain. Thèse de doctorat en acoustique, Université de Paris 6.
- [5] Péneau J.-P., Joanne P. (1998), « Ambiances et références du projet », Les Cahiers de la Recherche Architecturale, 42/43, pp. 25-36.
- [6] Thibaud J.-P., Grosjean M. (sous la direction de), L'espace urbain en méthodes. Marseille, Editions Parenthèses, 2001.
- [7] Teller J. (2003), A spherical metric for the field-oriented analysis of complex urban open spaces », Environment and Planning B: Planning and Design, 30(3), p. 339–356.
- [8] Dupagne A., Jadin M., Teller J. (1997), L'espace public de la modernité, collection Études et Documents, Publications de la Région Wallonne DGATLP, 141p.
- [9] Musy M., Molines N., PHAM Th., Siret D., Groleau D. (2006), ADEQUA : Aménagement durable d'un quartier - Elaboration d'une méthodologie d'aide à la décision lors de la réalisation ou de la réhabilitation d'un quartier résidentiel (rapport final). CERMA UMR CNRS 1563, 19p. + annexes.
- [10] Groleau D, Bourges B. (2005), Approche bioclimatique globale des ambiances urbaines et des stratégies énergétiques, à l'échelle d'un territoire en renouvellement urbain : le GPV Malakoff Pré Gauchet, Rapport final, IRSTV FR CNRS 2488, Communauté Urbaine de Nantes, Avril 2005. - 42p. + Cd-Rom.
- [11] Adolphe L. (2001), Modelling the link between built environment and urban climate : towards simplified indicators of the city environment, IBPSA 2001, pp. 679-684
- [12] Siret D., Musy M., Ramos F., Groleau D., Joanne P. (2006), Développement et mise en oeuvre d'un SIG 3D environnemental urbain. Revue Internationale de Géomatique, vol. vol.16, n° n°1. - pp.71-91.
- [13] Harzallah Amina. (2007), Émergence et évolution des préconisations solaires dans les

théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIX^e siècle à la deuxième guerre mondiale. Thèse de doctorat en architecture. Université de Nantes. 391p.

- [14] Balaÿ Olivier (2003), L'expérience sonore de la ville au XIX^e siècle. Une face cachée de l'art de bâtir. Bernin, Editions À la croisée, coll. « Ambiances, ambiance».