



**HAL**  
open science

## Soleil, lumière et chaleur dans l'architecture moderne : excursions dans l'œuvre de Le Corbusier

Daniel Siret

► **To cite this version:**

Daniel Siret. Soleil, lumière et chaleur dans l'architecture moderne : excursions dans l'œuvre de Le Corbusier. *L'émoi de l'Histoire*, 2012, *L'histoire dans tous ses états*, 34, pp.177-193. halshs-01246943

**HAL Id: halshs-01246943**

**<https://shs.hal.science/halshs-01246943>**

Submitted on 23 Dec 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Soleil, lumière et chaleur dans l'architecture moderne : excursions dans l'œuvre de Le Corbusier**

**Daniel Siret**

Laboratoire CERMA, UMR CNRS 1563  
Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes  
Contact : daniel.siret@cerma.archi.fr

### **Introduction**

Si la question de la lumière interroge indiscutablement le sens de la vue, le rayonnement solaire direct relève également du sens du toucher. Le soleil nous touche en effet par ses effleurements et ses caresses sur la peau, mais aussi par ses coups et ses brûlures, la chaleur qu'il transmet et les éblouissements qu'il provoque, sa capacité à nous assommer littéralement parfois. Les conditions créées par son absence nous touchent également, que ce soit le voluptueux enveloppement de l'ombre d'une ruelle méditerranéenne en été, ou bien l'irritation piquante des recoins d'une place sans soleil en hiver. Le problème de la maîtrise du rayonnement solaire pour l'accommoder aux besoins de lumière et de chaleur dans les bâtiments et dans la ville occupe une partie des discours des architectes, médecins et ingénieurs à partir de la seconde moitié du XIXe siècle. Loin d'être simple, cette question de l'afflux des rayons solaires dans l'environnement humain a produit toute une série de propositions théoriques et pratiques. Dans ce vaste ensemble, nous proposons de développer ici la question solaire chez l'architecte Charles-Edouard Jeanneret, dit Le Corbusier (1887-1965), figure emblématique de la modernité architecturale et urbaine tant par ses écrits théoriques que par les constructions qu'il a laissées.

Le thème du soleil est omniprésent dans la poétique corbuséenne qui consacre la Ville Radieuse, le brise-soleil, les vingt-quatre heures solaires et même « la dictature du soleil ». Au delà de ces effets rhétoriques, la question du soleil offre une grille de lecture transversale de l'œuvre de Le Corbusier et permet de percevoir le difficile chemin qui a conduit à une relative maîtrise du rayonnement solaire dans le mouvement moderne. Trois grandes périodes peuvent être identifiées. La première s'étend jusqu'à la toute fin des années 1920. Le soleil est largement absent ; les œuvres écrites ne le mentionnent pas, tandis que les plans montrent rarement l'orientation des projets. Les ombres sur les façades sont dessinées suivant les canons académiques (rayon lumineux à 45°) et ont pour principale fonction d'exprimer les éléments en débord ou en creux ; aucune épure d'ensoleillement n'est réalisée durant la période qui apparaît plus lumineuse que solaire. Le pan de verre se théorise et se construit. Lorsque certains dispositifs traditionnels de protection solaire sont repris dans les projets, c'est à des fins plus rhétoriques que techniques, comme par exemple les pergolas du lotissement de Pessac près de Bordeaux en 1925, ou le toit parasol du premier projet non construit de la villa pour L. Baizeau à Carthage en 1928.

La seconde période s'étend du début des années 1930 à la fin des années 1940. C'est une période de recherches et d'expérimentations solaires qui articule une double ambition ; il s'agit d'une part, pour Le Corbusier, de satisfaire aux exigences de l'hygiénisme urbain en recherchant un ensoleillement maximal pour chaque logement de La Ville Radieuse. La

Charte d'Athènes illustre cette volonté mais c'est surtout la mise en œuvre de la théorie de l'axe héliothermique qui témoigne de ces recherches. Parallèlement, les difficultés thermiques que posent le pan de verre et la délicate mise en œuvre des solutions mécaniques de rafraîchissement et d'isolation conduisent l'architecte à rechercher des solutions passives de protection solaire. Cette démarche entraînera Le Corbusier dans une profonde mutation, qui le conduira à la « découverte », la théorisation, l'expérimentation et la généralisation du brise-soleil dans ses projets.

La troisième période enfin, est celle qui s'étend de la fin des années 1940 à la mort de l'architecte. Le Corbusier trouve avec l'aide de collaborateurs exceptionnels les modalités exactes de mise en œuvre du brise-soleil qui devient l'un des éléments fondamentaux de la plastique des projets. Les plans, durant cette période, font une part importante à l'ajustement de ces dispositifs de protection solaire qui doivent notamment permettre de contrer les effets du rayonnement sous le climat indien.

Nous allons ici évoquer brièvement quelques éléments emblématiques de ces trois périodes. Nous présenterons en premier lieu la question du soleil dans la Ville Radieuse et les usages que Le Corbusier fait de la théorie de l'axe héliothermique publiée en 1928. Nous retracerons ensuite la difficile maîtrise de l'ombre, du pan de verre des années 1920 au brise-soleil des années 1950, et notamment au dispositif ambigu de la loggia brise-soleil des unités d'habitations. Nous terminerons par une présentation rapide des projets indiens de Le Corbusier, qui manifestent le passage de la maîtrise géométrique de l'ombre au contrôle physique du rayonnement.

## **Le soleil dans la Ville Radieuse : Le Corbusier et la théorie de l'axe héliothermique**

Durant la deuxième moitié du XIXe siècle et jusqu'au début du XXe siècle, les villes européennes sont le théâtre d'une succession de maladies épidémiques. L'insalubrité des logements est dénoncée. Les découvertes de la médecine (Pasteur, Koch) montrent l'influence de l'air et de la lumière sur le bacille de la tuberculose et mettent en avant l'ensoleillement comme facteur microbicide. Dès lors, l'habitation devient l'un des axes de la prophylaxie sociale de la tuberculose, décrite comme maladie de l'obscurité (Mory 2001, Medici 2003). C'est dans ce contexte qu'une ardente mobilisation du soleil s'installe en architecture et en urbanisme. Les théories et propositions de constructions à gradins d'A. Sauvage, les cours ouvertes d'A. A-Rey et H. Provensal, ou encore les projets d'immeubles à redents s'inscrivent dans cette visée.

En 1928, A. A-Rey, J. Pidoux et C. Barde publient « La Science des plans de villes », traité d'architecture et d'urbanisme hygiéniste. La théorie héliothermique, qui constitue l'un des fondements de l'ouvrage, est basée sur le constat que la température maximale de l'air (ce que les auteurs appellent « la vague thermique ») n'est pas strictement superposée au maximum des flux solaires. Ce décalage entre irradiation maximale et température maximale justifie, selon les auteurs, la nécessité de définir une nouvelle unité de mesure, la « valeur héliothermique », produit de la durée d'ensoleillement en un point par la température moyenne de l'air pendant cette durée. De manière catégorique, Rey, Pidoux et Barde établissent qu'au nom de l'égalité héliothermique des façades, l'orientation optimale des bâtiments se situerait autour de 20° par rapport à l'axe Nord-Sud (19° à Paris), la façade Est étant décalée vers le Sud et la façade Ouest vers le Nord (figure 1).

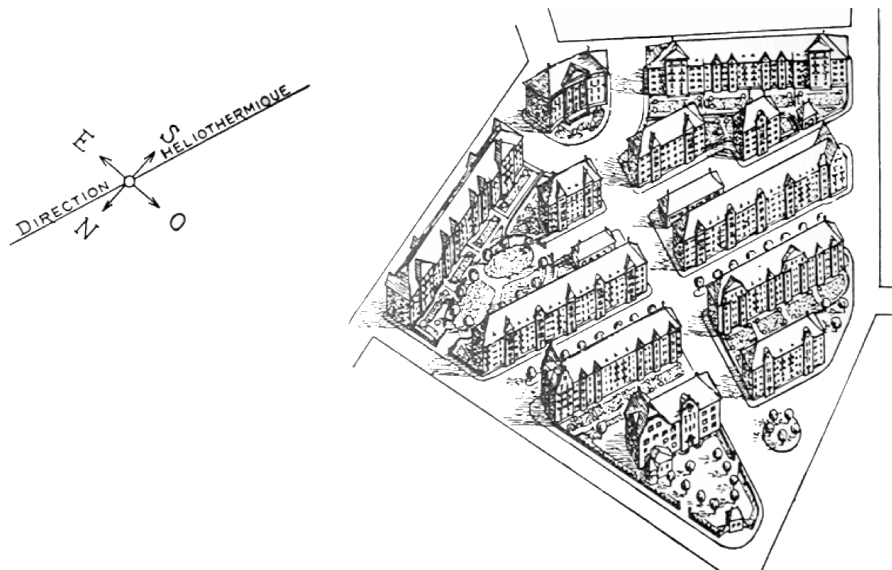


Figure 1  
A. Augustin-Rey (1928) : « Réorganisation scientifique de l'îlot  
selon l'axe héliothermique »

Cette théorie, fondée sur des bases très contestables, a suscité une importante controverse dans les milieux scientifiques (Harzallah et al. 2005). Elle cristallise une opposition profonde entre les hygiénistes partisans de l'exposition Est-Ouest offrant une plus longue durée d'ensoleillement des façades (dont Augustin-Rey et l'une des figures emblématiques), et les « climatistes » défenseurs de l'exposition au Sud, qui prennent en compte l'angle d'incidence du rayon solaire pour établir son efficacité réelle (Barraqué 1988). Cependant, sa renommée aurait sans doute été moindre si elle n'avait pas été mise en œuvre dans *La Ville Radieuse*, le célèbre ouvrage que publie Le Corbusier en 1935 pour présenter sa vision de la ville moderne. Le Corbusier reprend en effet à son compte la théorie de « La Science des plans de villes » (sans d'ailleurs jamais en citer les auteurs ni même en expliquer les principes), et met en œuvre l'axe héliothermique comme principe fondamental du projet présenté au Congrès International d'Architecture Moderne (CIAM) de Bruxelles en 1930. Il définit l'axe héliothermique comme « l'armature du tracé urbain » (*La Ville Radieuse*, p.159), et calcule la densité urbaine de sa nouvelle ville en fonction des valeurs héliothermiques des façades des bâtiments. L'architecte utilise explicitement ou implicitement la théorie héliothermique dans plusieurs autres projets urbains des années 1930. On en trouve la mention dans le plan pour la rive gauche de l'Escaut à Anvers en 1933, où les pans de verre « sont tous orientés suivant les indications précises fournies par l'axe héliothermique » (*La Ville Radieuse*, p.273). Ce principe perdure implicitement dans son œuvre jusqu'au début des années 1940 ; il semble ainsi que le premier projet pour l'Unité d'habitation de Marseille, en 1945, soit lui-même orienté suivant l'axe héliothermique.

Cependant, les propositions de Le Corbusier extrapolent largement les hypothèses des auteurs de « La Science des plans de villes » dans la mesure où ce ne sont pas des immeubles en barres alignées sur l'axe héliothermique qui sont proposés dans *La Ville Radieuse*, mais des configurations de bâtiments à redents, en forme d'arabesques de cinquante mètres de haut, comme les décrit l'architecte (figure 2). Une analyse physique du problème au moyen de simulations numériques montre l'impasse solaire que constituent ces arabesques et révèle les approximations et maladresses multiples dans les orientations et les formes des redents (Harzallah 2007). Elle montre également la grande liberté que Le Corbusier s'accordait avec les théories scientifiques, fussent-elles aussi contestables que celle de l'axe héliothermique.

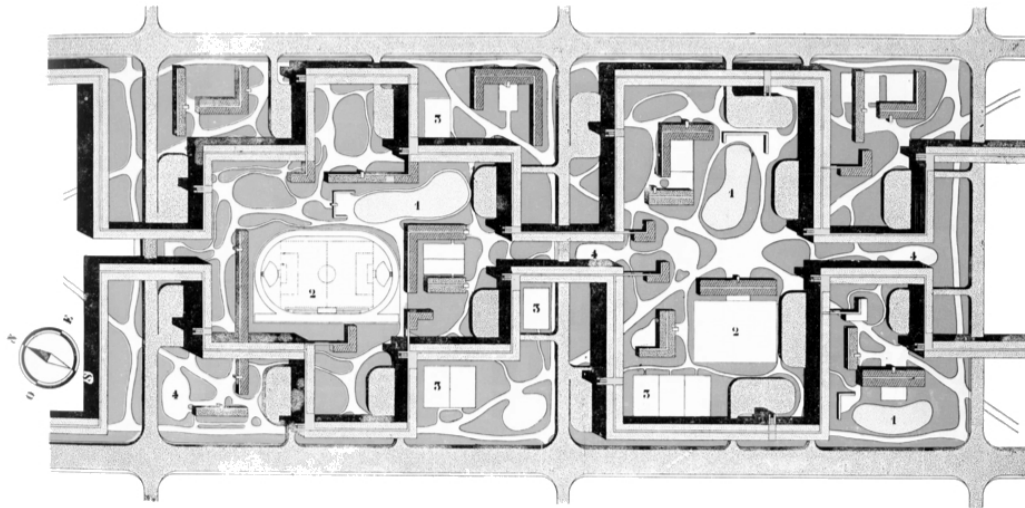


Figure 2.

Le Corbusier (1935) : Secteur résidentiel en arabesque de la Ville Radieuse

On peut aussi mettre en avant le caractère trompeur du dessin de ces arabesques, dont les ombres sont représentées au moment le plus favorable. Dès 1945, G. Bardet dénoncera cette « tricherie » en opposant la « ville ombreuse » réelle à la ville radieuse rêvée : « Dans la splendide publication consacrée à la Ville Radieuse, les ombres ont été tracées le 21 juin à midi, c'est-à-dire le jour et l'heure où le soleil est au plus haut point. Cette tricherie n'a pas permis à beaucoup de s'apercevoir qu'au bas des murailles de 50m. de haut règnerait un microclimat de cave, rendu encore plus dangereux par les courants d'air sous les pilotis ». (Bardet 1945)

### Du pan de verre au brise-soleil : la maîtrise de l'ombre

L'abandon assez discret de la théorie héliothermique par Le Corbusier (il ne s'en explique pas) peut être interprété de plusieurs manières. D'une part, le rôle de l'ensoleillement dans la prévention de la tuberculose est devenu négligeable à partir des années 1940, avec l'usage à grande échelle de la pénicilline. D'autre part, les théories d'A. Rey ont été fortement contestées au début des années 1940, notamment par G. Bardet (1943) qui estime avec raison que le principe de valeur héliothermique est physiquement vide de sens, faux et simpliste. Enfin et peut-être surtout, Le Corbusier se trouve alors confronté à la question de l'excès de chaleur derrière les façades de type pan de verre, et se pose la question de la maîtrise du flux solaire de manière à lutter contre les surchauffes estivales.

Pour résoudre ces problèmes, Le Corbusier suit deux voies parallèles. Dans une première phase, il imagine les solutions mécaniques du « mur neutralisant » et de « l'air exact ». Ces solutions sont progressivement théorisées et même brevetées. Cependant, les connaissances physiques et les moyens matériels semblent manquer pour construire les dispositifs requis. Les surcoûts qu'induisent les dispositifs projetés empêchent également de les mettre en œuvre dans les bâtiments qui auraient pu en faire la démonstration, comme la Cité de Refuge de l'Armée du Salut construite au tout début des années 1930 à Paris (cf. Taylor 1980).

Dans le même temps, Le Corbusier cherche des méthodes de nature architecturale pour maîtriser l'ombre sur le pan de verre et développe progressivement la théorie du brise-soleil dont le nom apparaît à la toute fin des années 1920 (Le Corbusier 1930). Formellement, Le Corbusier situe l'invention de ce dispositif passif de contrôle solaire au moment de son déménagement Rue Nungesser-et-Coli à Paris en 1934. Il écrit ainsi : « C'est en pays tempéré, à

Paris, que j'ai ressenti les effets inamicaux du soleil à certaines saisons (été) derrière un pan de verre. Ce vitrage qui est adorable pendant dix mois devient un ennemi à la canicule. Il fallait donc inventer quelque chose. C'est dans mon atelier privé de la rue Nungesser et Coli où je souffrais en silence (pour cause !) que j'ai ouvert l'œil sur le brise-soleil, que je les ai imaginés, que je les ai baptisés de ce terme devenu aujourd'hui universel : le brise-soleil (sun-braker). » (Œuvre Complète 1952-1957). Dans d'autres versions, le Corbusier fait remonter la naissance du brise-soleil au projet de villa à Carthage pour L. Baizeau en 1928. Cependant, les planchers porteurs d'ombre de la villa Baizeau doivent plus au client qu'à Le Corbusier lui-même comme nous l'avons montré par ailleurs (cf. Siret 2004).

En réalité, le problème consistant à concilier les bénéfiques du soleil en hiver et ceux de l'ombre en été est posé vers 1932, dans un projet de lotissement en Algérie : le soleil personnifié émet deux rayons qui interceptent un système d'étage en porte-à-faux, avec la mention « soleil d'hiver / ombre en été ». Entre 1932 et 1945, le dispositif du brise-soleil recouvre des formes très diverses : c'est un système de jalousies pivotantes dans les projets pour Barcelone, un assemblage de casiers accrochés aux pans de verre Sud et Ouest des projets d'Alger, des lames obliques et des refends verticaux à Rio en 1936, etc. La fusion entre le principe du jardin suspendu des immeubles villas des années 1920 et celui du brise-soleil, produisant ensemble le dispositif de loggia brise-soleil, apparaît dans les projets pour Alger de la fin des années 1930 (projet de palais de justice 1938), et sous un climat très différent, dans le projet de station biologique à Roscoff en 1939. En 1943, ces différentes possibilités sont évoquées dans ce que A. Wogenscky, l'un des principaux collaborateurs de l'architecte, appelle alors « le réglage de l'ensoleillement » (Wogenscky 1943).

A partir de 1945, Le Corbusier se fait le chantre du brise-soleil dont il s'autoproclame l'inventeur. Il prononce en juillet 1945 une conférence sur l'urbanisme et l'ensoleillement des habitations, et consacre un chapitre du tome 2 de son Œuvre Complète aux « Problèmes de l'ensoleillement » : « Je vais vous montrer une suite de petites découvertes successives qui m'ont permis de devenir et de demeurer ami du soleil et d'apporter, même à certains pays comme le Brésil et sous le soleil tropical, des solutions qui sont les premières à laisser s'épanouir en toute liberté la vie moderne [...] ; d'ailleurs le mot employé ici — le brise-soleil — stipule que l'on s'est rendu maître d'un élément. » (Œuvre Complète 1938-1946) Ces recherches sur le brise-soleil trouvent leur première application concrète dans l'usine Claude-et-Duval à Saint-Dié. Cependant, le projet emblématique de ce nouveau dispositif est évidemment celui de l'Unité d'habitation de Marseille, conçue dès 1946 comme synthèse des théories de Le Corbusier sur le logement et la ville, et modèle idéal des futurs ensembles de logement qui se développeront dans l'après-guerre.

Il faut ici souligner le caractère paradoxal de cette loggia, du fait de la contradiction existant entre l'organisation des appartements traversants, orientés à l'Est et à l'Ouest (héritage de la théorie héliothermique) et le dispositif du brise-soleil horizontal dont l'efficacité est avérée pour les orientations proches du Sud. Le dispositif doit permettre « au soleil de donner son plein effet en hiver et d'être jugulé en été, aux périodes caniculaires » comme l'explique Le Corbusier dans différents documents. Mais en réalité, le brise-soleil se révèle médiocre dans l'appartement type ; le 21 juin, passé 15 heures solaires, la loggia ne protège que la moitié de la façade Ouest, exposant l'autre moitié aux rayons du soir les plus chauds. En hiver au contraire, plus de la moitié de la façade est à l'ombre de la loggia tout l'après-midi. Le Corbusier se trouve en réalité confronté à une situation complexe et paradoxale : avoir à démontrer le bien-fondé de la solution du brise-soleil (démonstration nécessaire compte tenu des expériences malheureuses du pan de verre), dans les orientations où le brise-soleil est le moins efficace. Comme pour la théorie de l'axe héliothermique, les enjeux de cette démonstration valent sans doute bien quelques entorses à la rigueur, qui s'observent par exemple dans des épures d'ensoleillement manifestement falsifiées pour faire correspondre la pratique à la théorie (cf. Siret 2004).

## De la maîtrise géométrique de l'ombre au contrôle physique du rayonnement : les projets indiens

Au début des années 1950, Le Corbusier se voit confier plusieurs missions en Inde dont la réalisation d'une ville entière à Chandigarh. Avec ces projets indiens, la démarche plus ou moins empirique et les effets rhétoriques qui avaient prévalu dans le contrôle de l'ensoleillement jusqu'à Marseille ne sont plus de mise. Le difficile climat indien impose en effet une réflexion approfondie sur les modes de construction et le confort résultant. Le Corbusier s'en préoccupe rapidement, comme en témoigne l'idée de « Grille climatique » mise au point fin 1951 (Siret 2006). Si cette grille n'a probablement jamais été réellement utilisée, au moins a-t-elle permis de poser les questions auxquelles devront répondre les œuvres de Chandigarh, et d'esquisser des techniques de rafraîchissement qui imposent une protection solaire efficace. Ces recherches doivent beaucoup au travail de Iannis Xenakis, musicien et compositeur bien connu, mais aussi ingénieur et géomètre exceptionnel entré à l'atelier de Le Corbusier en 1947. Xenakis va donner aux problèmes géométriques solaires de l'architecture corbuséenne une dimension nouvelle, qu'il faut sans doute relier aux expériences musicales et structurelles qu'il mène en parallèle.

Si les études d'ensoleillement sont clairement visibles dans de nombreux projets indiens, l'exemple le plus abouti de cette démarche reste sans conteste la Tour d'ombres, dite aussi « Tour des 4 horizons », dont Le Corbusier orne l'Esplanade du Capitole à Chandigarh. La Tour est installée à l'angle Nord de la « Fosse de la Considération ». Attribut symbolique du Capitole, avec la Main Ouverte et le Monument des Martyrs, la Tour n'a pas de fonction particulière. Le Corbusier la présente comme « une halle très ouverte, très haute et ombragée », son atmosphère sombre devant inviter à la méditation (Œuvre Complète, Vol. 6, 1953-1957). On peut y voir également une sorte de manifeste pour le brise-soleil, la démonstration « que l'on peut maîtriser le soleil aux quatre points cardinaux d'un édifice et le manipuler même dans un pays chaud pour diminuer les températures », comme l'écrira par ailleurs l'architecte. La démonstration est effectivement impeccable : l'agencement des brise-soleil de la Tour, construite au milieu des années 1980, soit trente ans après sa conception, ne laisse quasiment jamais entrer les rayons solaires, ainsi qu'en témoignent nos simulations en laboratoire (figure 3).

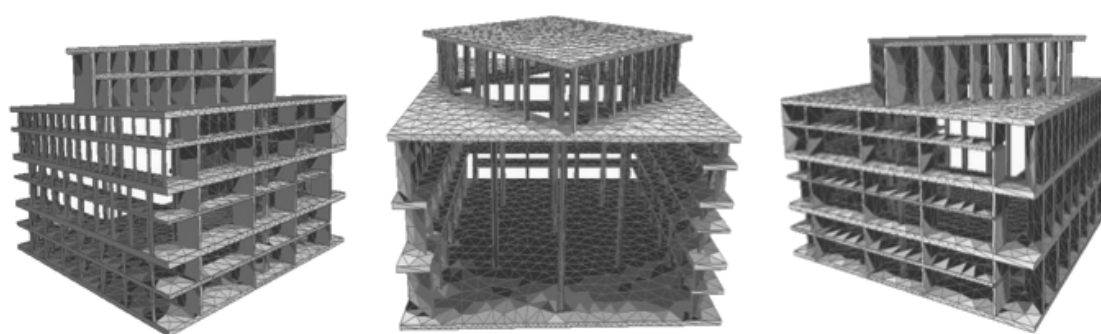


Figure 3.  
La Tour d'ombres de Le Corbusier à Chandigarh : simulations  
d'ensoleillement à différentes dates

Le projet de Tour d'ombres apparaît comme une brillante démonstration du brise-soleil dans l'architecture corbuséenne. Avec le vocabulaire guerrier que l'architecte affectionne, une planche de 1957 évoque « la conquête de l'ombre et de la fraîcheur ». Si l'on peut accepter la victoire de l'architecte dans la conquête de l'ombre (après vingt ans d'efforts), il convient cependant de nuancer le succès quant à la conquête de la fraîcheur. Le principe trouve ici son

accomplissement géométrique et prouve en même temps ses limites, du fait même du matériau qui a permis sa mise en œuvre. En effet, sous le climat indien, le béton des tablettes et refends interceptant le soleil s'échauffe si fortement que le rayonnement devient insupportable. Pire, l'inertie du matériau conduit les bâtiments à accumuler la chaleur solaire le jour pour la restituer la nuit, annulant les efforts de climatisation naturelle si chèrement acquis.

## Bibliographie

Augustin-Rey A, Pidoux J., Barde C. (1928), *La science des plans de villes, ses applications à la construction, à l'extension, à l'hygiène et à la beauté des villes, orientation solaire des habitations*, Lausanne, Payot et Cie., Paris, Dunod.

Bardet G. (1943), « Le facteur soleil en urbanisme », *Techniques et architecture*, Juillet-Août 1943

Bardet G., « La ville dite radieuse », in *Pierre sur Pierre. Construction du nouvel urbanisme*, Paris, Editions LCB.

Barraqué B. (1988), « Soleil-lumière, soleil-chaleur, deux conceptions du confort ? » In Goubert J.P. (dir.), *Du luxe au confort*, Paris, Belin.

Descat S., Monin E., Siret D. (dir.) (2006), *La ville durable au risque de l'histoire*, Paris, Ed. Jean-Michel Place.

Harzallah A., (2007), *Émergence et évolution des préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIXe siècle à la deuxième guerre mondiale*, Thèse de doctorat en Architecture, Université de Nantes.

Harzallah A., Siret D., Monin E., Bouyer J. (2005), « Controverses autour de l'axe héliothermique : l'apport de la simulation physique à l'analyse des théories urbaines », in *Proceedings of International Conference Changing boundaries: architectural history in transition*, Paris, INHA.

Le Corbusier (1930), *Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme*, Paris, Crès

Le Corbusier (1935), *La Ville Radieuse*, Paris, Vincent, Fréal et Cie.

Medici T-C. (2003), « La tuberculose et l'idéal de l'habitat moderne », *Revue Médicale Suisse*, N°552.

Mory P. (2001), « Architecture et hygiénisme à Paris au début du XXe siècle. L'architecte entre savoir médical et pouvoir politique », in P. Bourdelais (dir.), *Les hygiénistes. Enjeux, modèles et pratiques*, Paris, Belin, 2001.

Siret D. (2004), « Généalogie du brise-soleil dans l'œuvre de Le Corbusier : Carthage, Marseille, Chandigarh », *Cahiers thématiques : architecture histoire conception*, N°4, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lille.

Siret D. (2006), Notices « 1950 - Etudes d'enseulement - Tour d'ombres - Chandigarh », « 1950 - Grille climatique - Chandigarh », « Enseulement (première partie) », in *Le Corbusier, Œuvre complète*, Paris, Editions Echelle 1 et Fondation Le Corbusier, DVD-ROM.

Siret D. (2005), « Enseulement (première partie) », in *Le Corbusier Plans 1932-1944*, Paris, Editions Echelle 1 et Fondation Le Corbusier, DVD-ROM.

Taylor B.B. (1980), *Le Corbusier. La Cité de Refuge. Paris 1929-1933*, Paris, L'Equerre.

Wogenscky A. (1943), « Réglage de l'enseulement », in *Techniques et Architecture*, N° 7-8.