

Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 74 (1987)
Heft: 12: Licht und Glas = Lumière et verre = Light and glass

Rubrik: Textes en français

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

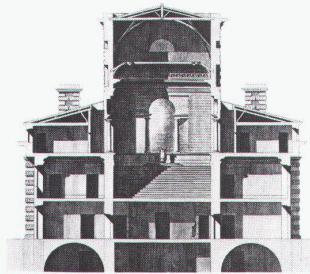
Download PDF: 17.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Gilles Barbey

La saline d'Arc et Senans, cadre inspirateur d'un symposium pluridisciplinaire

Incidences des transformations sociofamiliales sur l'habitat (17-19 septembre 1987)
Voir Page 9



On ne peut imaginer de cadre plus adéquat pour un symposium que la saline royale d'Arc et Senans (1775-1778) et en particulier sa Maison du Directeur, qui sert aujourd'hui de centre de conférences et à propos de laquelle l'architecte Claude-Nicolas Ledoux écrivait: «L'élevation qui se présente à vos yeux porte l'empreinte d'un caractère décidé. Si elle n'a pas les nuances qui disparaissent sous les charmes arrondis des grâces, elle a dans ses détails une expression que rien ne peut altérer.

Le point de vue appelle les tourbillons, et les vapeurs condensées s'assemblent autour de l'objet principal, pour assujettir à son imposante attitude, à sa domination, les bâtiments de côtés.

Le couronnement, dans sa contenance altière, ordonne à tout ce qui l'approche, de baisser la tête. Les assises carrées et rondes des colonnes épouvantées par la distance, reculent et produisent des ombres tranchantes, des effets piquants; ces combinaisons de l'art changent les contrastes à mesure que le soleil s'étend dans sa course méthodique.» (L'œuvre et les rêves de Ledoux, Ed. du Chêne, 1971, p. 59.)

Le puissant bâtiment comporte un vestibule central sur lequel s'ouvrent des fenêtres intérieures qui offrent des visions multiples en transparence. Les conditions d'éclairage naturel changent continuellement et les occupants de la maison ont virtuellement l'impression de se trouver au bord d'une rue. Par ailleurs, le caractère de permanence est affirmé par l'appareil irréprochable de la pierre. C'est donc un lieu privilégié pour s'interroger sur la constance et les mutations de l'architecture.

Trois instances prennent en charge l'organisation du présent sym-

posium: le CNRS, la Direction française de l'Architecture et l'IAPS (International Association for the Study of People and their Physical Surroundings). Une trentaine de chercheurs actifs dans le domaine de l'habitat s'interrogent en compagnie de quelques démographes sur l'avenir du logement sous la pression des transformations sociofamiliales telles que la réduction de la taille des ménages, la mobilité résidentielle, l'augmentation des personnes vivant seules, le développement de la cohabitation juvénile et l'accroissement du travail féminin. D'où vient donc que les modèles d'habitation restent relativement invariables tandis que la famille est en crise? A cette question, deux réponses: dans la réalité, de nouvelles formes de logement se multiplient (comme le «centraal wonen» néerlandais ou d'autres formes similaires d'habitat communautaire) et la persistance, pour environ 70% de la population, de formes d'habitation fondées sur la vie de famille et la conjugalité.

L'intérêt du sujet est qu'il peut être tour à tour approché selon une perspective historique, rapportée au présent, ou encore en fonction d'une vision d'avenir. Opposée aux enquêtes méthodiques s'efforçant de saisir l'évolution de la demande sociale en matière de logement, la recherche prospective tente notamment de définir les nouvelles configurations domestiques, où la forme spatiale ne suit pas davantage la fonction que celle-ci ne suit la forme. Les aspirations de l'habitant sont reconnues de manière connotative, voire phénoménologique, et ne permettent pas d'envisager de transformation directe du plan d'habitation, mais seulement de définir les tendances au changement. Pour certains chercheurs donc, il est indispensable de compléter les démarches fondées sur des critères objectifs par une approche plus sensible et subjective du chez-soi, où la relation affective au cadre est prise en considération. L'expérience montre aussi qu'un avantage certain résulte de recherches multidimensionnelles (à savoir celles qui combinent par exemple les considérations historiques, sociologiques et morphologiques) sur des études ponctuelles, ne serait-ce qu'en fonction de la conjugaison des perspectives d'observation.

Dans l'ensemble et moyennant un effort de décloisonnement des disciplines, les écarts culturels résultant des recherches sont moins importants que les motifs de congruence entre travaux respectifs, de sorte qu'il n'est pas impossible d'imaginer à l'avenir une fusion plus étroite entre des orientations de la recherche sur l'habitat jusqu'ici jugées incompatibles, à savoir d'une part les politiques du logement, d'autre part les études portant sur l'utilisation ou le vécu de l'habitation. Cette remarque peut

rassurer dans une certaine mesure tous ceux qui s'interrogent avec anxiété sur l'effritement et la multiplicité des travaux portant sur l'habitat, qui parfois n'entretiennent plus guère de rapports entre eux.

L'obtention d'une certaine vue d'ensemble des démarches en cours constitue bien entendu l'intérêt principal de tels symposiums d'orientation pluridisciplinaire et à participation internationale. Le profit à tirer de rencontres limitées à quelques chercheurs possédant une expérience comparable est indiscutable en raison notamment des échanges plus spontanés qui résultent des débats. Cette intention avait été inscrite à l'origine du symposium organisé avec compétence par les sociologues françaises Nicole Haumont et Marion Segaud.

G.B.

Actes du symposium à paraître ultérieurement.

Adresse utile: Centre de recherche sur l'habitat, Ecole d'Architecture de Paris-La Défense, 58, rue Salvador-Allende, 92023 Nanterre, France.

Richard Quincerot

L'architecture et la ville

Rénovation et surélévation d'un immeuble, 19, boulevard des Philosophes, Genève, 1986

Architectes: SRA, M. C. et P. Kössler, C. Morel, Genève
Voir page 10



montre une fois de plus que la ville et l'architecture sont deux champs de liberté se situant à des niveaux différents du réel.

D'une part, voici un immeuble ordinaire de la ceinture fazyste de Genève. Sa surélévation se plie aux règles élémentaires de la politesse urbaine: le plan de façade est strictement respecté, la corniche supérieure renforce la continuité de l'ilot, la couleur date l'opération dans le front de rue. Mais d'autre part, la bienséance n'interdit pas l'expression individuelle: au-dessus de l'ancienne corniche, la surélévation est clairement visible, ses composants répondent aux éléments de la façade du XIX^e siècle (la percée du balcon à la porte d'entrée, les fenêtres horizontales aux anciennes fenêtres, etc.). La fantaisie de l'appartement duplex supérieur est signalée sans ostentation, avec une réserve toute calviniste, par quatre silhouettes de lucarnes-portiques. Comme dans tout immeuble bourgeois du XIX^e siècle genevois, la toiture est surmontée d'une pyramide de verre: que cette verrière éclaire une salle de bains, et non la cage d'escalier (niveau architectural), ne regarde personne (niveau de la ville).

En parlant d'une «architecture de la ville», Aldo Rossi réduisait les deux termes à la platitude d'une «œuvre d'art totale» ou d'un «système analogique». Ce projet rappelle au contraire que la ville n'est pas un monolithe. Il y a le niveau de la totalité sociale, et celui des libertés individuelles. De même il y a place pour un projet urbain, fut-il de conservation, et pour un projet architectural, aussi exigeant soit-il: quoi qu'en dise A. Rossi, la différence d'échelle(s)¹ entre ces deux niveaux est la condition de l'ouverture qui fait de la ville, non un objet fétiche à vénérer ou à inventer, mais une grande création continuée.

R.Q.

Notes

1 Il y aurait beaucoup à dire (et à redire) sur le «drôle de livre» d'Aldo Rossi, *L'architecture de la ville*, trad. française, Paris, L'Equerre, 1981.

2 Aldo Rossi écrit explicitement que «... nous ne pouvons admettre qu'il existe des échelles différentes» (*ibid.*, p. 32). Cette méconnaissance de l'échelle ou des échelles, au sens où les définit Ph. Boudon, (notamment dans *Richelieu, ville nouvelle, essai d'architecturologie*, Paris, Dunod, 1978) paraît cohérente avec son intérêt pour l'analogie, qui le situe du côté du modèle et de la proportion.

Transformer c'est interpréter

Réhabilitation «N. Magnin» à Branson VS, 1987
Architectes: John Chabbey et Michel Voillat, Martigny
Voir page 11



«L'édifice, posé comme un navire échoué sur un récif, subsiste dans une situation précaire, cependant avec une précision exemplaire.» Prononcée par les auteurs du projet, cette phrase résume parfaitement la situation de l'édifice dans l'environnement dans lequel il s'inscrit; une construction, avant tout, d'une indéniable qualité architectonique et qui présente une typologie claire et conforme – dans ses formes comme dans ses matériaux – au modèle traditionnel de l'étable-fenil: un rez-de-chaussée massif, fermé, qui constitue le socle de la construction; un étage délimité par les deux murs-pignons et par les murs latéraux en bois. A cela s'ajoute une implantation d'une incontestable valeur: le volume long et étroit (17 mètres de long pour 4,35 mètres de large) est positionné parfaitement à la forte pente du terrain, presque au pied de la montagne mais suffisamment en hauteur pour dominer la vallée, à la limite même où l'habitat se termine et les vignobles commencent.

Avec de telles prémisses, le programme du projet semble inéluctable: respecter les qualités de l'existant. Il en va, par contre, autrement pour le programme fonctionnel: d'une étable-fenil, faire une maison individuelle. Thème fort fréquent mais particulièrement complexe et dont la difficulté reste, hélas, trop souvent ignorée. En effet, changer la fonction pour laquelle le bâtiment a été à l'origine conçu, tout en voulant maintenir telle quelle «l'enveloppe» architectonique qui renferme cette fonction, présente, en définitive, une profonde contradiction: en fait, presque toujours, la forme de l'ancien bâtiment dépend de sa fonction, à l'origine.

La qualité conceptuelle de cette intervention réside justement dans l'acceptation de cette contradiction, au point de constituer le thème architectonique du projet. Ceci se traduit à travers trois options précises: premièrement, le maintien des caractéristiques de la typologie extérieure, c'est-à-dire du socle en maçonnerie et des murs en bois; deuxiè-

mement, la création d'une nouvelle structure interne – une maison dans la maison – afin d'organiser la nouvelle fonction habitative; troisièmement, la notification, sur l'extérieur, du nouveau contenu fonctionnel interne et de la structure qui en découle. Le balcon qui avance sur le volume existant et la poutre qui vient fermer, en haut, la longue façade constituent les éléments architectoniques qui, à l'extérieur, dénoncent l'entité de l'intervention intérieure.

Transformation, en somme, qui est interprétation et qui se lit parfaitement non seulement à travers les choix fondamentaux, mais aussi à travers ceux qui concernent les détails, particulièrement dans la conception spatiale interne et dans le traitement des éléments de la structure. En fait, si la subdivision spatiale est volontairement ambiguë – en constant contraste dialectique dans les rapports entre les nouveaux espaces et l'espace global du «contenant» d'origine – les choix concernant la structure reflètent une grande rigueur. Et ceci, non seulement parce que le choix du fer constitue en lui-même un motif de contraste par rapport aux matériaux préexistants, mais aussi et surtout, parce que chaque détail de construction ressort avec insistance et emphase dans le but de faire comprendre – même au plus distractif des observateurs – que les lois de construction du «nouveau» sont totalement autres de celles de «l'ancien».

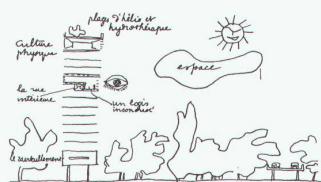
Paolo Fumagalli

Philomena Miller-Chagas

Le soleil dans la ville

La démarche à travers laquelle Le Corbusier incorpore le soleil dans ses propositions d'urbanisme dépend de l'élucidation de questions fondamentales, telles que la définition de sa doctrine et des sources où il les a puisées ainsi que des précisions sur la stratégie qu'il adopte pour incorporer les règles du soleil dans la composition urbaine.

Voir page 16



Dans ce texte, je propose une interprétation de ces différents aspects de la doctrine et des projets d'urbanisme de Le Corbusier, sans écarter les liens indispensables que l'urbanisme entretient avec l'archi-

tecture dans cet œuvre. En effet, on ne peut éluder le fait de la complémentarité des recherches en urbanisme et en architecture chez Le Corbusier: tout modèle théorique de ville comprend l'idée de l'architecture qui lui est conforme, tandis que les recherches sur les nouveaux types de bâtiments supposent les conditions adéquates de milieu que la trame urbaine doit contenir.

Pourtant, le rôle assigné au soleil diffère fondamentalement d'un domaine à l'autre; tandis qu'en architecture s'affirme la prépondérance de l'interprétation plastique, en urbanisme le soleil devient référence d'ordre technique permettant de dimensionner la ville, disposer les bâtiments suivant des critères d'orientation et justifier une nouvelle trame urbaine au nom de la conquête des «joies essentielles»: «soleil, espace, verdure».

Dans tous les cas domine la pensée symbolique de l'architecte qui cherche à intégrer son œuvre dans un système plus large que représente l'ordre de la nature et du cosmos:

«Rechercher, retrouver, redécouvrir l'unité qui gère les œuvres humaines et celles de la nature.»

«Encore et toujours le soleil commande et l'unité régnera entre les lois naturelles et l'esprit des entreprises humaines.»¹

Dans la Ville Contemporaine (1922) les «principes fondamentaux d'urbanisme moderne» n'intègrent pas encore le soleil; la faible densité d'occupation du sol résulte surtout de la revendication de «l'air salubre» (qui justifie l'augmentation des surfaces plantées et l'élimination des cours et des «rues en corridors»), ainsi que des nouvelles règles de circulation définissant «un quadrillage régulier de rues espacées de 400 mètres et recoupées parfois de 200 mètres».²

Sur ce quadrillage s'implantent «en contrepoint» les lotissements à redents, à six étages doubles, suivant un module de 400×600 mètres et les lotissements fermés à alvéoles, de 400×200 mètres et à cinq étages doubles, pour lesquels aucun principe d'orientation solaire n'est retenu: les façades des lotissements à alvéoles tournent le dos à la rue et s'ouvrent vers l'intérieur sur des parcs, à travers des jardins orientés selon quatre directions cardinales; les redents ont une épaisseur unique et s'ouvrent aussi aux quatre horizons. Il est clair que c'est la composition plastique qui préside l'ordonnance de ces nouveaux types de bâtiments d'habitation, qui se trouvent ainsi, au hasard, affectés en majorité, les uns, d'orientations nord et sud, les autres d'est et ouest.

Cette lecture du schéma graphique du modèle de ville est confirmée par celle des textes («Urbanisme»), où le soleil n'est jamais évoqué dans la constitution de la doctrine, mais est tout juste prévu dans un équipement spécifique (le «solal-

rium» placé sur le toit des immeubles-villas des lotissements fermés).

C'est avec la Ville Radieuse (1930) que la référence explicite au soleil dans le projet d'urbanisme apparaît pour la première fois: dans le livre (1935), l'idéogramme des *vingt-quatre heures solaires* figure en frontispice du chapitre reproduisant les dix-sept planches présentées au CIAM de Bruxelles par Le Corbusier et P. Jeanneret, tandis que *l'orientation solaire* est l'objet spécifique des planches 3 et 4 et d'une partie encore de la planche 2.

Avec le concept des «24 heures solaires», Le Corbusier propose un critère nouveau pour dimensionner la ville moderne, dont l'extension n'est plus freinée par les capacités de déplacement de l'homme à pied ou porté par des animaux, tel que dans la ville pré-industrielle. Ce critère, l'alternance des jours et des nuits, unité de reconstitution de la force du travail, est une nouvelle limite «biologique», permettant de définir les limites admissibles des déplacements:

«Le soleil commande déterminant le rythme de nos agissements: 24 heures. Ceci signifie séchement que ces nouvelles fonctions apparaissent à l'horizon social devront s'accomplir dans la proximité immédiate des lieux, le temps commandant d'une part, et, d'autre part, le degré de résistance à la fatigue et la capacité d'énergie et d'initiative individuelles intervenant à chaque geste.»³

Le principe sera mieux formulé plus tard: «Une mesure de temps limitera la distribution des espaces: la mesure solaire de vingt-quatre heures quotidiennes qui rythme nos entreprises et nos actes.»⁴

Il est très probable que l'invention de ce principe soit postérieure à celle du modèle théorique de la Ville Radieuse, dont les planches ne portent aucune mention ni trace concrète d'application. Dans le livre de même titre, Le Corbusier expose la notion des «24 heures solaires», avec laquelle il introduit la donnée du temps humain dans la conception de la ville moderne, idée chère à l'architecte, lui permettant de rappeler l'échelle humaine et sa dépendance d'une échelle supérieure (le rythme de notre temps fonction du mouvement du Soleil).

Dans la réalité, les «24 heures solaires», en tant que critère de dimensionnement de la ville, restent une notion abstraite, sans conséquence pratique, car Le Corbusier ne réussit pas à compléter son idée poétique d'une formulation objective permettant de la concrétiser.

Par contre, ce concept qu'il n'abandonnera plus, et qu'il utilisera surtout en forme de slogan, lui apporte au niveau idéologique, en plus de la justification des limites théoriques à l'expansion de la Ville Radieuse, des arguments:

- contre le développement de la périphérie de la ville, en particulier contre les cités-jardins de banlieue³, critique dans laquelle il inclue son modèle théorique de la Ville Contemporaine;
- pour justifier (a posteriori) les équipements et lieux de loisirs attachés au logement et destinés à «la récupération physique et nerveuse»⁴;
- en faveur des constructions en hauteur et de la faible occupation du sol, en quoi il rejoint des arguments de la Ville Contemporaine: «La ville nouvelle doit augmenter sa densité tout en augmentant considérablement les surfaces planétées. Augmenter les surfaces planétées et diminuer le chemin à parcourir.»⁵

On doit aussi remarquer que le concept des «24 heures» a le mérite d'être assez général, ce que lui permet de rester valable dans le temps, par sa capacité de pouvoir s'adapter à l'évolution des vitesses des transports terrestres.

Au début du XX^e siècle, l'ensoleillement apparaît incorporé dans un projet précurseur, la «Cité Industrielle» de Tony Garnier (1901 à 1904). Le Corbusier publie en 1920 des extraits de ce projet dans *l'Esprit Nouveau*; mais c'est surtout à partir de la création des CIAM (1928), qu'il sera attentif à la question de l'ensoleillement en urbanisme, grâce aux idées véhiculées dans ce domaine au niveau international.

Pour cet architecte, le souci d'ensoleillement concerne essentiellement les espaces internes des locaux habités et se traduit par une règle de disposition des bâtiments permettant d'orienter les ouvertures vers le soleil. Le principe d'orientation solaire adopté pour la Ville Radieuse est celui de «l'axe héliothermique», qui est défini comme l'axe d'insolation maxima, et correspond à la direction nord-sud déviée d'une vingtaine de degrés dans le sens des aiguilles d'une montre, d'après les épures présentées en planche 3. C'est la direction qui sera donnée à la disposition dominante des redents d'habitation, sujet de la planche 4 et aussi à l'axe principal de la ville, tel que le montre la planche de synthèse.

Le premier constat à faire sur l'orientation solaire dans ce modèle de ville, est que Le Corbusier n'apporte pas d'explication ni sur l'origine de cet axe, ni sur la méthode à adopter permettant d'intégrer ce principe dans la composition urbaine.

Dans les planches et dans l'intégralité du texte du livre aucune information n'est donnée sur les préceptes qui sont à l'origine de l'axe solaire, ni sur son auteur, dont le nom n'est pas cité. Il s'agit, en réalité, de trois co-auteurs, C. Barde, J. Pidoux et A. Rey, dont l'ouvrage intitulé «*La science des plans des villes*» est

édité en 1928, simultanément à Paris et à Lausanne.⁶

Les principes d'orientation solaire proposés par ce dernier découlent d'un raisonnement qui peut être ainsi résumé: La direction hélio-thermique correspond à la position permettant à un parallélépipède de recevoir sur ses façades les plus longues des «valeurs héliothermiques» identiques. La valeur héliothermique est le produit de la durée d'insolation maximale d'une façade, d'après son orientation, et de la température observée, en moyenne, pendant cette durée à la date du 15 du mois, suivant les statistiques météorologiques! Le «résultat» pour Paris correspond à une direction N/S déviée de 19° dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire, sensiblement NNE/SSW.⁷

On croit rêver, quand on pense à la réputation «scientifique» de cette notion et à l'audience qu'elle a pu avoir, ce qui peut être expliqué, il me semble, par deux raisons principales. Il y a d'abord l'impact d'un mot nouveau qui permettait de désigner un mode d'implantation des bâtiments qui commençait à se propager. On peut citer nombre de projets orientés selon l'axe nord-sud datés d'avant 1928.

Ensuite, l'axe héliothermique, restant sensiblement nord-sud, apportait une caution supposée scientifique aux préjugés en faveur de la double orientation est et ouest, justifiés par l'idée répandue à l'époque du rôle microbicide du soleil direct, qui serait accru avec la durée d'insolation.

Chez Le Corbusier, ceci se traduit par un principe – «jamais de logis au nord!» – et par la revendication du soleil direct dans le logement, même quand celui-ci est climatisé artificiellement au moyen des techniques de «l'air exact» et des «murs neutralisants» qu'il propose alors, et par lesquelles l'air ambiant et la température des locaux sont contrôlés en permanence. Aux affirmations tranchées de son discours public, s'opposent les doutes et les interrogations sur la validité de ces notions, ce qu'il exprime dans un «questionnaire international» à travers lequel il cherche à obtenir les «certitudes nécessaires» des ordres scientifique et technique.¹⁰

L'intérêt pour ces questions semble s'estomper dans les années qui suivent la publication du questionnaire. Ainsi, quand huit ans après, G. Bardet publie dans un numéro spécial «soleil» de Techniques et Architecture, un article¹¹ très remarqué à l'époque, où il fait le point sur les dernières connaissances en matière d'orientation des bâtiments, les arguments scientifiques présentés, mettant en cause l'axe nord-sud, n'ont pas d'incidence sur la pratique habituelle de Le Corbusier, qui se consacre alors surtout aux aspects

formels de la relation de l'architecture au soleil.

Examions maintenant la question de la stratégie adoptée par Le Corbusier pour intégrer l'axe solaire dans la composition urbaine.

D'après les épures données en planche 3, la même direction solaire conviendrait à la fois pour Paris, Moscou et Buenos Aires¹². La légende de cette planche précise: «Chaque ville devrait avoir son axe vital fixé sur le soleil. Ce tracé devrait être le premier geste de l'urbaniste et le premier acte de l'autorité. L'axe hélio-thermique est l'armature du tracé urbain.»

La première interprétation que suggère cette phrase est celle de l'orientation solaire de la ville en tant qu'entité globale, ce que se traduirait concrètement dans l'espace par la disposition hélio-thermique de son axe fondamental et semble confirmé par la planche de synthèse. Or, un principe de cette nature ne peut s'expliquer que par des raisons religieuses ou poétiques, qui semblent ici absentes et qui pour être vraies, auraient exigé que cet axe principal ait une direction solaire significative et invariable.

Une esquisse de la planche 13, qui donne le plan schématique de la ville permet de résoudre cette question. Dans ce plan (FLC 20363) on peut lire clairement:

- que le schéma de la ville se dispose autour du croisement de deux axes dont l'un est prioritaire, reliant deux zones en extrémité, la zone industrielle et la cité d'affaires;
- que deux cas d'orientations possibles sont envisagés pour le plan, l'orientation hélio-thermique ou celle qui lui est perpendiculaire¹³.

Il apparaît ainsi clair que l'axe principal de la ville n'a pas à priori une direction solaire obligatoire, et que si le modèle théorique de la Ville Radieuse est orthogonal, son tracé n'est pas généré directement par un précepte d'orientation solaire qui serait assigné à ses axes. L'orientation solaire recherchée est celle des logements, pas celle d'une voie principale de circulation:

(La circulation) «dépend de la topographie et de la géographie, elle suit (ou devrait suivre) des règles précises, impératives, complètement indépendantes du tracé du logis. Ceux-ci obéissent à la loi du soleil». ¹⁴

Dans la Ville Radieuse «l'essence même de la ville est la zone d'habitation» (pl. 13). La stratégie de composition urbaine avec l'axe solaire suit cette priorité: on donne l'orientation hélio-thermique à la direction dominante des redents de la zone d'habitation, ensuite on combine cet axe technique avec les autres axes architecturaux de la composition. Ainsi, l'axe principal n'est hélio-thermique que quand il coïncide avec la direction dominante des redents d'habitation.

Dans le cas du projet d'urbanisation de la rive gauche d'Anvers, Le Corbusier marquera nettement la distinction entre le rôle technique de l'axe d'orientation des redents d'habitation de celui représenté par l'avenue de la Cathédrale, l'axe monumental du plan, qualifié «éminemment architectural».

Anvers est le terrain privilégié d'application du modèle de la Ville Radieuse, à l'instar de Moscou qui avait été le lieu pour lequel il avait été pensé.¹⁵ Tout d'abord on peut noter que le plan s'établit sur deux réseaux différents d'axes orthogonaux qui se superposent, définissant quatre directions parmi lesquelles on distingue les deux majeures, qui se croisent à 45°, l'avenue de la Cité Mondiale et l'axe monumental. Au long de ce dernier, se développent les principaux bâtiments publics, ainsi que la cité d'affaires, qui ne se trouve plus à la tête du plan comme dans le modèle théorique. Les redents ont la direction hélio-thermique, qui est aussi celle d'un des côtés de la trame du réseau des transports automobiles desservant les logements. Il est clair que le tracé est parti d'une direction définie pour les redents et de la volonté de se rallier aux données historiques du lieu, en choisissant pour l'axe monumental une direction perpendiculaire à la précédente et offrant une perspective sur la cathédrale, située sur l'autre rive de l'Escaut.

Le souci d'ensoleillement explique encore les modifications apportées aux différents types de bâtiments parus précédemment dans la Ville Contemporaine et sera présent dans tous ceux conçus par la suite. La forme des redents d'habitation, très régulière et à épaisseur unique, prévue dans la Ville Contemporaine, évolue vers la combinaison de bâtiments, toujours continus, disposés en arabesques variés, à simple épaisseur pour les appartements orientés sud et à double épaisseur pour des appartements ouverts à l'est et à l'ouest (pl. 2). Ces redents, posés sur pilotis, ne couvrent que 12% du sol de la Ville Verte; ils se développent sur 50 mètres de hauteur, avec des rues intérieures qui distribuent des appartements insonorisés, à partir desquels on peut voir le «spectacle architectural» du bâti environnant, les parcs, l'étendue. Les bâtiments cruciformes de la «cité des affaires» sont maintenus encore, mais ils seront remplacés dès 1932 (plans pour Anvers, Barcelone) par les «gratte-ciel cartésiens» en Y, «une forme plus vivante, de même sécurité statique, une forme dictée par l'ensoleillement»¹⁶. C'est peut-être le même argument d'ensoleillement qui explique aussi l'abandon des lotissements fermés à alvéoles, «la plus mauvaise invention que j'ai faite», écrit Le Corbusier en 1933.¹⁷

Après le projet d'urbanisation

pour Anvers, Le Corbusier ne fait plus référence à l'axe héliothermique, mais il gardera toujours les mêmes préceptes pour l'orientation des bâtiments et la même méthode permettant d'incorporer l'ensoleillement dans la composition urbaine. On peut remarquer, par exemple, que toutes les unités d'habitation projetées sont disposées suivant l'axe nord-sud, quelles que soient les orientations des voies d'accès existantes les plus proches. Cette démarche de l'ordre de l'urbain répond à une solution d'architecture: la disposition retenue pour le bâtiment est en fait la seule permettant d'avoir des couples de logements encastrables, chacun à double exposition et avec une pièce principale à double hauteur pouvant recevoir du soleil direct toute l'année.

La transposition plastique de la relation au soleil que l'on retrouve dans les éléments bâties de la ville, n'est pas reconduite pour les lieux non-bâti: tandis qu'au niveau des façades, «les redents provoqueraient le jeu des ombres favorables à l'expression architecturale», au niveau du sol, l'ensoleillement n'est pas considéré dans la configuration des espaces externes.

Il est aussi intéressant de noter que le vœu d'ensoleillement chez Le Corbusier ne s'accompagne pas de préceptes permettant de le rendre effectif à l'intérieur des locaux, en évitant soit l'ombre propre d'une partie du bâtiment sur une autre, soit l'ombre portée d'un bâtiment (ou d'une rangée de bâtiments) sur l'autre. Au contraire des autres théoriciens, Le Corbusier ne propose pas de préceptes généralisables pour garantir l'ensoleillement des locaux en tenant compte de la position et de la volumétrie des constructions environnantes.

Tony Garnier, par exemple, donne des règles extrêmement précises en vue d'assurer le soleil dans les locaux de la Cité Industrielle, où tous les bâtiments font face au sud.

Les auteurs de l'axe héliothermique, proposent pour des rangées de bâtiments avec cette orientation, un écartement égal à une fois et demi la hauteur des bâtiments d'en face, ce que, à la latitude de Paris, permettrait d'assurer aux logements en rez-de-chaussée deux heures de soleil au solstice d'hiver. On retrouve un écho de cette idée dans la Charte d'Athènes – le principe des deux heures de soleil d'hiver – et qui restera sans effet (même si plus tard il devient en France article du règlement national d'urbanisme, toujours en vigueur) faute d'avoir prévu les moyens d'appliquer la règle et de contrôler son application...

Le Corbusier procède de sa façon caractéristique, en présentant l'architecture pour laquelle ses principes d'urbanisme ont été pensés. Chez lui, la formulation de la règle

n'est jamais une question abstraite; elle part des problèmes concrets qu'il rencontre dans sa pratique d'architecte et est faite d'ajustements réciproques entre le cas particulier d'un projet donné et la capacité de généralisation que demande la règle proposée.

Je traite cette question dans un autre texte, qui aborde plus particulièrement le processus corbusien d'invention architecturale avec le soleil.¹⁸ On a souvent relevé la concordance de l'application de l'orientation solaire des bâtiments avec la difficulté d'orientation de l'individu dans l'espace de la ville moderne.

On peut toutefois objecter que cette difficulté n'est pas spécifique de la ville du XX^e siècle, car on la trouve déjà dans des villes à tracé orthogonal, soit quand l'espace externe est uniforme, soit sur les voies diagonales du tracé, même quand l'espace extérieur est varié.

Dans le cas de Le Corbusier, on ne peut pas sérieusement imputer à la recherche d'ensoleillement la nature de l'espace externe obtenu: le surdimensionnement de l'espace externe existe déjà dans ses premières propositions d'urbanisme où ce paramètre n'est pas encore incorporé et dans la Ville Radieuse les difficultés d'orientation sont renforcées plutôt par la ségrégation des activités et le manque d'un centre organisé. Dans la zone d'habitation, les distances sont d'ailleurs plus importantes dans la Ville Contemporaine que dans la Ville Radieuse, où l'écartement entre rangées est de l'ordre de 200, 300 mètres en moyenne (un schéma montre que le parc Monceau peut être contenu à l'intérieur de deux séquences d'arabesques!). L'élément végétal est prévu en tant qu'intermédiaire entre l'échelle du bâti et celle du piéton, mais la végétation ne règle pas pour le piéton la question de son repérage dans l'espace.

Malgré l'affirmation que «le dehors est un dedans», ces espaces extérieurs sont surtout faits pour être contemplés, pas pour être «habités». Les esquisses lyriques pour Rio, São Paulo, Montevideo et le plan obus pour Alger, répondent aux données topographiques d'un paysage fortement présent, et approché à travers la vue.

L'apport remarquable de Le Corbusier à la question de l'espace dans la solution du problème de l'architecture, est surtout appliquée aux locaux internes; il ne le rapporte pas à l'espace externe de la ville. Les raisons sont encore à clarifier – il n'est pas certain que tout s'explique par le refus du pittoresque, car même pour une cité-jardin comme Pessac il ne propose pas un traitement particulier de l'espace externe.

Dans les premiers croquis pour le centre de St-Dié, où l'échelle est limitée par la taille de l'ancienne ville, les espaces extérieurs sont dé-

signés – forum, corso, mail – ce qui laisse supposer que Le Corbusier avait un projet de lieux extérieurs à l'échelle du piéton.

C'est à Chandigarh que l'on va trouver la reconciliation des deux visages de l'architecte, quand il propose un espace à l'échelle humaine à intérieur de l'espace monumental du Capitol: «J'ai apporté en creusant dans la terre, une petite contribution personnelle, baptisée drôlement: «la fosse de la considération». Il s'agit d'un trou carré dans le sol, de 4,79 m de profondeur et de 25,07 mètres de côté. Des gens s'y réuniront, ceux qui parleront et ceux qui écouteront, debout ou assis: ils ne verront que le ciel posé sur les quatre bords de la fosse et «la main ouverte»...»¹⁹ P. M.-C.

Notes

- 1 «Manière de penser l'urbanisme», éd. Denoël-Gonthier, 1982, p. 43 et 83.
- 2 On peut toutefois considérer que l'élimination des cours et de la rue-corridor sous-entend aussi la recherche de lumière naturelle, donc de soleil. Le Corbusier, d'ailleurs, date de cette époque son intuition des «joies essentielles»: «En 1922, j'avais commencé à entrer dans ce rêve dont je ne suis plus sorti: vivre dans la ville des temps modernes! ... j'avais deviné les joies essentielles: ciel et arbres, compagnons de chaque homme. Soleil dans la chambre, azur dans la fenêtre, houle de verdure devant soi, au réveil, dans la ville.» (*La Ville Radieuse*, éd. Vincent, Fréal, Paris, 1964, p. 12.)
- 3 «La Ville Radieuse», op. cit., p. 65.
- 4 «Manière de penser l'urbanisme», op. cit., p. 46-47.
- 5 «Les fomenteurs des cités-jardins et les responsables de la désarticulation des villes ont proclamé haut et fort: à chacun son petit jardin, sa petite maison, sa liberté assurée. Mensonge et abus de confiance! La journée n'a que vingt-quatre heures.» (*Manière de penser l'urbanisme*, op. cit., p. 8-9).
- 6 «La vie machiniste laisse prévoir, sous peu, une journée de travail diminuée, laissant dans la journée quotidienne de 24 heures, un nombre d'heures libres si important que le devoir de l'autorité est de préparer les lieux et les locaux susceptibles de combler ces heures libres qui seront consacrées à la récupération physique et nerveuse: (sport au pied des maisons; solariums et plages sur les toits-jardins), etc.» Extrait du rapport accompagnant le Plan d'urbanisation de la rive gauche de l'Escaut à Anvers (*La Ville Radieuse*, op. cit., p. 272).
- 7 «Urbanisme», éd. Vincent, Fréal, Paris, 1966, p. 160.
- 8 A. Rey, J. Pidoux, C. Barde – *La science des plans de villes*, Ed. Payot, Lausanne; Ed. Dunod, Paris, 1928.
- 9 Rey, Pidoux, Barde, ibid., p. 18-24.
- 10 Le «questionnaire international» avait été proposé au 3^e CLAM à Bruxelles; il est reproduit dans *La Ville Radieuse*, p. 47-50.
- 11 G. Bardet – *Le facteur soleil en urbanisme, Techniques et Architecture*, n° 7-8, 1943, p. 202-206.
- 12 Vers la même époque, Le Corbusier adopte un axe d'orientation opposé (axe est-ouest) pour les bâtiments de la zone d'habitation européenne du plan d'urbanisation de Nemours (Ghazouat actuel). Cette localité est située à la latitude de 35°N; une latitude similaire à celle qu'occupe Buenos Aires (35°S) dans l'hémisphère sud. Les bâtiments sont disposés en damier, avec des façades nord et sud, orientation «parfaite» d'après Le Corbusier, car «nous sommes en Afrique».
- 13 On peut noter qu'il y a eu erreur de dessin, la déviation de l'axe hélio par rapport au méridien étant inversée, méprise probablement imputable au fait que dans l'ouvrage de référence le nord figure en bas du cadran, au contraire des représentations habituelles.
- 14 «Sur les quatre routes», éd. Denoël-Gonthier, 1978, p. 91-93.
- 15 Thilo Hilpert – *Le lieu de la Ville Radieuse*, AMC, n° 49, sept. 1979.
- 16 «La Ville Radieuse», ibid., p. 132.
- 17 Lettre du 8/5/1933 à Victor Bourgeois, cité par Gerosa – *Le Corbusier – urbanisme et mobilité*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1978, p. 55.
- 18 P. Miller-Chagas – *Le jeu du soleil*, catalogue de l'exposition «Le Corbusier et la Méditerranée», 1987. Ed. Panthères, p. 113-123.
- 19 *Oeuvre Complète*, vol. 5, p. 10.

Josef Krawina

Architecture et verre

Voir page 24



Dans la plupart des pays d'Europe, les centres de production du verre se développent en fonction de la grande activité constructive apparue à la fin du 18^e siècle. Là où l'on pouvait extraire directement le carbonate de potassium, le traiter et le transporter commodément ensuite grâce à l'énergie hydraulique, d'importantes verreries se constituaient. En Bohême, Thuringe, Vénétie, Hesse et Erzgebirge, dans le nord-est de la France et les Pays-Bas voisins, ainsi que les îles Britanniques, de vastes forêts furent sacrifiées au nouveau et précieux produit. Mais pour tempérer l'enthousiasme du peuple et que l'envie d'en imposer manifestée par les couches sociales montantes ne déborde pas la production, un impôt de luxe très lourd fut levé sur les grandes surfaces de verre. Comme par ailleurs la fabrication du verre devait rester un secret bien gardé, sa divulgation était encore punie de la peine de mort dans l'Angleterre de 1803. Le mouvement national qui suivit le chaos des guerres napoléoniennes et la «Restauration» avec ses tendances conservatrices ne purent éviter que l'humanité ne s'engage dans une phase de développement plus décisive que celle survvenue quelque 350 ans plus tôt, lors de la prise de Constantinople en 1453. En corrélation avec les idées socialistes éclata la «révolution industrielle» et ses con-

séquences évolutrices pour toute la planète! Les idées françaises firent d'abord de nombreux adeptes (Beethoven, Haydn); elles eurent aussi des précurseurs et des interprètes divergents (Humboldt). Principalement le «Royaume-Uni», première nation industrielle du monde, offrit ses découvertes à l'humanité sous la forme de (coûteux) brevets. Ceux-ci concernaient essentiellement l'extraction, la transformation et l'utilisation de l'acier et du fer, ainsi que des méthodes de calcul pour les constructions correspondantes. Des noms anglais tels que Derkinshaw, Bessemer, Cartwright, Curt, Payne, Savery, Smeaton, Stephenson, Watt, Wilkinson et Wyatt s'allieront aux français Cugnot, Fourier, Réaumur et Siemens-Martin; d'autres nations vinrent s'y ajouter par la suite. Ce choix arbitraire n'englobe pas tout le travail expérimental des pionniers de la fabrication de l'acier. Culman et Cremona apportèrent leurs méthodes de calcul valables aujourd'hui encore et dès 1794, l'*«Ecole Polytechnique»* de Paris créa les conditions académiques pour la masse de constructions devant suivre qui combinèrent l'acier au verre ainsi que l'acier à la pierre. (La première grande structure en acier fut le pont en treillis sur la Tyne-River près de Coalbrookdale, Angleterre moyenne vers 1776...)

A l'époque, les grandes villes surpeuplées ne comptaient guère plus de mille immeubles chacune. Alliée aux destructions de la guerre, aux dégâts de la Révolution et à l'arrivée de populations nouvelles, cette situation engendra un développement considérable de l'industrie du bâtiment. Pour les logements et les meubles de larges couches de population, naquit un style sans prétention qui, pour la première fois, ne se référera plus au luxe des cours principales, mais répondait aux besoins modestes des citoyens et des membres de leurs familles: une pièce unique pour exercer leurs activités et organiser leurs loisirs. Pour la première fois, on put parler d'un «style d'habitat démocratique», même si les ouvriers salariés, encore minoritaires à l'époque, ne purent en profiter. Comme auparavant, ceux-ci continuèrent à habiter dans des conditions iniques, et cette situation devait encore notablement s'aggraver avec l'industrialisation croissante jusqu'à l'apogée du libéralisme à la mode de Manchester (voir Ch. Dickens)! Entre 1815 et 1830, malgré la pauvreté du temps, principalement en Autriche et en Allemagne, se développa le style *Biedermeier* qui a justement retrouvé notre faveur aujourd'hui. En contraste voulu avec le côté pompeux du premier Empire, il était dépouillé de tout décor inutile et coûteux, tandis que ses formes étaient claires, simples et fonctionnelles et son exécution solide.

Alors que l'accroissement de la construction de logements pour la

population normale réclamait un supplément quantitatif important de verre à vitre, les édifices utilitaires et représentatifs en expansion rapide exploitaient les chances offertes de formes d'espace et d'expression jusque-là inconnues. Les vieux signes sémantiques de l'architecture ne suffisaient plus: Le besoin de liberté des bourgeois s'accrut à l'infini, la confiance en la science toute-puissante exigeait de nouveaux symboles. Les travailleurs en voie d'organisation voulaient aussi se manifester avec force par des constructions hardies; quoi de plus évident que d'utiliser les nouveaux matériaux acier et verre? Leur effet dématerialisant ne les destinait-il pas à créer la fiction d'une «architektura celesta» («... Frères pour la liberté, le soleil!»)?

Les nouvelles entreprises architecturales absorbèrent des quantités considérables de ces matériaux modernes: Le procédé de la glace coulée, déjà inventé en 1688 par Lucas de Nehou, fut rapidement perfectionné. Cette industrie ne fournissait pas seulement de la quantité mais aussi de la qualité. Dès 1700, les Français pouvaient déjà livrer des dimensions de 120×200 cm. En 1750, l'usine Nehou fabriquait des panneaux de 150×250 cm qui s'accrurent en 1850 jusqu'à 350×500! En 1851, les vitrages du palais de cristal de Paxton furent pourtant exécutés en verre laminé meilleur marché. En 1844, le Kew-Garden de Turner & Burton utilisa, pour la première fois, des glaces bombées de 95×24 cm, épaisses de 3 mm et teintées en vert par de l'oxyde de cuivre.

Dans les grandes métropoles en croissance rapide (p. ex. Vienne 233 431 habitants en 1800, 448 688 en 1850 et 2,14 mio en 1914), les besoins en verre se multiplièrent. Par ailleurs, les constructions en verre et acier devinrent une mode pour les fonctions de l'ensemble du monde industrialisé. Partout on construisit des grands magasins conçus comme des palais du commerce; des halls de gare devinrent les symboles de la mobilité nouvellement acquise; les halles de foire furent promues centres de communication; les musées évoluèrent en lieux d'information ouverts sur le monde; les bibliothèques multiplièrent l'étendue de leur savoir et se présentèrent comme centres d'information démocratique; les sergeries devinrent des oasis d'illusion tropicale; les passages se développèrent en points de cristallisation commerciaux et sociaux; les serres étaient utilisées comme champs d'exercice botanique pour le plaisir. Pour moi, il est significatif que l'événement marquant de cette époque de la construction n'ait pas été le fait d'un architecte mais d'un jardinier: Avec sa grande serre-palmeraie à Bretton Hall (1827), l'Anglais J. C. Loudon (1783–1843) justifia et illustra pour la première fois la théorie de cette méthode de

construction faite de quadrillages métalliques légers et de remplissages transparents.

Pour mesurer le côté révolutionnaire de ces nouvelles constructions, nous devons par exemple nous rappeler que la coupole de Saint-Pierre de Rome, érigée en 1590, présentait une épaisseur de matériau de trois mètres pour une ouverture de 40 mètres. La serre-palmeraie de Budleigh Salterton en 1843 n'avait certes qu'une portée de 9,60 m, mais une épaisseur de matériau de seulement 5 cm. Le Kibble Palace à Glasgow de 1872 se contentait d'une épaisseur de construction de 7 cm pour un diamètre de 19 mètres. Les relations épaisseur/diamètre respectives étaient donc de 1:13, 1:192 et 1:270 (les constructions modernes atteignent actuellement env. 1:1600).

Chacun reconnaît d'emblée l'importance historique de la combinaison acier/verre sous la forme de fins réseaux porteurs avec leurs remplissages inondés de lumière; il lui suffit de penser aux multiples possibilités d'utilisation, à la rapidité de la construction, au coût relativement bas, ainsi qu'à l'attrait esthétique totalement nouveau.

Alors que les premières grandes expositions internationales à Londres (1851, 1852), Paris (1855, 1889, 1900), Vienne (1873), Philadelphie (1876) étaient avant tout des nouveautés assorties d'une valeur pratique, elles devinrent par la suite de gigantesques manifestations de prestige qui, grâce à leurs millions de visiteurs (pour la première fois dans l'histoire du monde), eurent un effet de multiplication inimaginable en ce qui concerne les idées et les progrès de l'artisanat ainsi que de l'industrie dans le monde entier.

Les premières halles d'exposition étaient elles-mêmes des prouesses architecturales: le Crystal Palace, 1851, de Paxton à Londres tout comme le Palais de l'Industrie, 1855, de Viel et Barrault. La seconde exposition parisienne ne présentait rien de spécialement nouveau si ce n'est le concept de sa galerie annulaire. Vienne se dota d'un édifice à coupole de 107 mètres de diamètre (dû à l'Anglais Scott Russel). Les fêtes du centenaire de la grande Révolution apportèrent par contre, à Paris, deux édifices remarquables: la Tour Eiffel et la Galerie des machines (Contamin et Dutert). Il s'agissait de deux performances techniques grandioses à l'esthétique exceptionnelle. Longue de 420 mètres la halle, élégante construction à trois rotules dont les portiques en treillis se terminant en pointes reposaient avec une légèreté immatérielle sur des appuis à rouleaux, atteignait la portée sensationnelle de 105 mètres.

Etant donné que l'on devait construire beaucoup et que l'utilisation du verre ne faisait plus l'objet d'aucune pénalité fiscale, seules sub-

sistaient les limites fixées par la rentabilité, la qualité, les délais de livraison et les possibilités de transport. L'aménagement des lignes de chemin de fer secondaires en Europe amena le complément d'infrastructure nécessaire. Conformément à l'économie du laisser-faire, un maximum de verre fut mis rationnellement en œuvre pour les nombreuses bâtisses locatives ainsi que les nouveaux édifices administratifs, commerciaux, scolaires et universitaires.

Alvar Aalto, Michel de Klerk, Ernst May, Gunnar Asplund, Hans Scharoun, Erich Mendelsohn, Peter Behrens, Carlo Scarpa et Le Corbusier, entre autres, tentèrent soit de se rattacher à des bribes de tradition, soit comme Mies van der Rohe, de suivre des voies inhabituelles. Presque toujours se pose la question de savoir si les grandes surfaces de verre, essentiellement utilisées pour des raisons formelles, n'étaient pas devenues une sorte d'échelle servant à mesurer une modernité contestable. Particulièrement aux USA, l'architecture des gratte-ciel fit appel à ce matériau d'une manière toujours plus disproportionnée pour résoudre des problèmes fonctionnels et ceci sans se soucier de l'inconfort des utilisateurs. La technique de la façade-rideau en verre mit rapidement les quadrillages de verre à la mode... La pénurie d'énergie croissante, notre meilleure conscience de l'environnement et la lutte pour une architecture mieux adaptée à notre époque imposeront une intégration progressive et rationnelle de l'utilisation passive de l'énergie solaire. Ceci veut dire des projets spéciaux, des formes de bâtiment adéquates, des implantations convenables, des ouvertures favorables, ainsi que leur dimensionnement optimum...

L'échelle de valeurs permettant d'évaluer toute architecture réside dans l'organisation fonctionnelle conséquente des espaces (contenu) et la logique constructive (forme)...

Les vitrages modernes doivent répondre à des exigences spéciales quant au bruit, à la chaleur, ainsi qu'à leur solidité et stabilité (aspiration et pression du vent). Au demeurant, les verreries les plus connues s'efforcent de poursuivre le développement de ce matériau: Des propriétés physiques particulières permettent une utilisation passive optimale de l'énergie solaire.

La lumière solaire irradiant les vitrages se compose essentiellement de rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'ondes se situent entre 0,3 et 3 micromètres. Ce fait important au plan énergétique signifie que la lumière solaire pénètre dans le volume intérieur en traversant la vitre et, qu'absorbée en grande partie par le sol, les meubles et les parois, elle est transformée en chaleur...

J.K.