

Journée d'étude

Smart French

les ensembles de logement de l'après-guerre au prisme de l'énergie

Vendredi 14 septembre 2018
ENSA Paris-Val-de-Seine
AMPHI 120, 3-15 Quai Panhard et Levassor, 75013 Paris



9:00 Accueil

9:30 : 1ere table ronde : Caractérisations du corpus

R. Labrunye : Inventaire et traitement statistique

G. Bolle : Dispositifs spatiaux des plans masses

D. Siret : L'orientation solaire dans les plans masses

Répondants : **Pr. Bruno Vayssière (Université de Savoie), Jean-Marc Bichat (Agence Germe&JAM) et Pr. Jean-Claude Croizé (Professeur honoraire des ENSA, sous réserve)**

11:30 : 2e table ronde : Dispositifs architecturaux

S. Abadie : Dispositifs de distribution et organisation de la trame structurelle

S. van de Voorde : Les sources disponibles sur les matériaux

E. Gallo : Dispositifs de gaines et énergies

Répondants : **Pr. Christian Moley (Professeur honoraire des ENSA) et Jérôme Marin (Agence De Jean Marin)**

14:00 : 3e table ronde : Potentiels de réusages

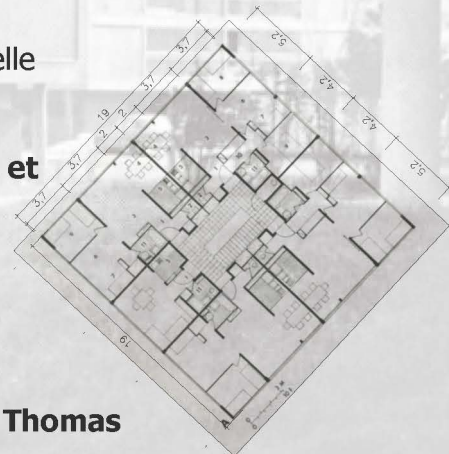
M. Ferrucci et L. Mouly : Potentiels aérauliques

Y. Sutter : Potentiels de lumière naturelle

I. Requena : Potentiels bioclimatiques

Répondants : **Laurent Lehmann (Agence Eliet&Lehmann), Virginie Thomas (PUCA)**

16:00 : Réunion de l'équipe



1ere table ronde : Caractérisations du corpus

/ Inventaire et traitement statistique

Raphaël Labrunye, ENSA Normandie, ATE EA7464

L'ambition initiale du projet SMART FRENCH était de trouver une méthodologie d'étude alternative aux ensembles de logements construits dans l'après-guerre. En effet, ce type de construction se caractérise par une masse très importantes d'objets réalisés entre 1945 et 1975, avec des échelles et des dispositifs très variés. L'état de l'art ne donne pas d'autres alternatives que l'étude monographique, essentielle pour une rénovation respectueuse, mais limitée et chronophage, et les études globalisantes qui n'abordent pas les spécificités de chaque situation. L'axe principal de la méthode s'appuie sur la réalisation d'une base de données : en mobilisant cette outil capable de gérer une grande masse d'informations, nous pouvons espérer caractériser globalement le corpus à partir d'outils statistiques. Le cadrage du corpus s'est fait selon plusieurs critères. La phase chronologique retenue est 1945-1975 élargissant légèrement la législation qui fixe les dates de 1948 (avant l'édifice est considéré comme « bâti ancien ») et 1974 (première réglementation thermique). L'objectif de l'étude portant sur les capacités d'amélioration énergétique d'un patrimoine architectural à préserver, le critère de la qualité architectural nous a semblé un point d'entrée pertinent. L'inventaire a donc été réalisé par un dépouillement systématique de revues d'architecture sur la période, en faisant l'hypothèse que les revues promeuvent des opérations remarquées pour certaines de leurs qualités. Cela ne permet pas un inventaire complet et intègre des opérations de moindre intérêt, mais la méthode a au moins le mérite d'être réalisable dans les temps impartis. Trois revues ont été dépouillées : *Architecture d'aujourd'hui*, *Architecture française*, *Technique et architecture*. Les revues *La Construction Moderne* et *Urbanisme* auraient mérité pareil dépouillement, sans parler des revues techniques. A ce stade de l'inventaire, toute opération de logements collectifs a été insérée dans l'inventaire sans discrimination de taille ou de situation urbaine.

Un premier corpus de 640 entrées a pu être établi qu'il a fallut réduire. Le premier critère discriminant a été d'évacuer les projets dont les échelles et les caractéristiques ne permettent pas de renseigner les indicateurs. C'est le cas par exemple des immeubles urbains construits en mitoyenneté, pour lesquels les critères d'orientation ne portent pas sur l'exposition solaire, ou encore les projets de ZUP qui comprennent des ensembles extrêmement variés. Ont aussi été évacués les projets non construits ou ceux qui n'ont pu être localisés. La sélection se concentre donc sur les 310 opérations où l'orientation prévaut sur l'alignement et d'une taille moyenne (de 10 à 14000 logements).

La principale difficulté a été effectivement de trouver des informations pertinentes concernant les caractéristiques environnementales des opérations, les revues étant assez lacunaires. Parfois certaines données fondamentales sont absentes, comme le type de logements construits, la surface bâtie, les techniques de construction, etc. Il n'existe pas de données pertinentes disponibles sur le logement, à l'échelle d'une opération. Une partie de ces informations a pu être renseignée à partir d'études attentives des opérations, ou des données en ligne comme cadastre.gouv.fr, geoportail.fr ou googlemaps. Cela nécessite d'emblée de restreindre l'étude la sélection de 80 ensembles car les 310 opérations caractéristiques ne peuvent être renseignées à ce niveau de précision dans le temps impartis.

La perspective de développement du projet nous conduit à nous interroger sur les méthodes à développer. A partir des 80 ensembles sélectionnés, une première organisation des récurrences a pu être établie. La taille du foncier est un facteur majeur dans le choix du type de projet mis en œuvre. Il est envisagé deux développements possibles :

- d'un côté une extension du corpus à partir d'open data, disponible sur openstreetmap.fr. Cela concerne les indicateurs d'orientations ou d'épaisseur de bâtiment, facilement extractibles sur SIG.
- D'un autre côté l'approfondissement du corpus de 80. Il s'agit dans un premier temps de tester sa représentativité dans le corpus de 310 et de sélectionner des opérations caractéristiques qui pourraient faire l'objet de collecte de données plus approfondies. Cela concerne les indicateurs de types de logement et de distribution ou les matériaux de construction.

/ Dispositifs spatiaux des plans de masse

Gauthier Bolle, ENSA Strasbourg, UMR Passages & EA 3400 ARCHE

Comment analyser et comprendre les plans de masse produits en France pour la construction d'ensembles de logement collectif entre 1945 et 1975 ? Quels sont les critères et les aspects qui déterminent la forme de ces opérations ? De quelle manière, comment et jusqu'où le contexte d'inscription est-il considéré ? Sortant d'une approche purement iconique, à travers un corpus restreint d'opérations issues de la base de données SMART FRENCH¹, nous proposons d'esquisser des réponses à ces questions en évoquant ;

1. Les champs lexicaux de la production de masse : modèles et discours à l'œuvre ?

L'analyse des opérations de notre corpus éclaire l'assimilation de plusieurs concepts qui ne sont pas toujours explicitement formulés mais intègrent la pratique et contaminent le discours. Tout d'abord, la grande majorité des opérations publiées traduisent une prise en compte d'un ensoleillement. Par ailleurs, d'un point de vue de la conception urbaine, la présence de termes et formes dérivées de l'« unité de voisinage » est également très caractéristique. Le maintien d'un vocabulaire « beaux-arts » est aussi manifeste.

2. Les critères et arguments d'organisation des plans de masse : contextes et efficience ?

Les publications considérées, richement illustrées, sont accompagnées de textes généralement laconiques, qui s'apparentent bien souvent à des notices rédigées par les architectes eux-mêmes. De l'analyse de ces textes émergent de grandes catégories argumentatives transversales concernant les aspects qui semblent déterminer la forme urbaine de ces opérations. On peut les réduire à quelques catégories, qui sont parfois associées ou cumulées dans les discours étudiés.

3. Vers une première catégorisation : hybridation & contradictions ?

De notre analyse, émergent quatre familles de plan masse identifiables par leurs caractéristiques formelles : les « unités », les « projets statistiques », les « ordres », le « grand parc ». Les types de plans de masses récurrents semblent ainsi éminemment associés à l'échelle des opérations et de nombreuses opérations semblent transcender et hybrider les caractéristiques de cette catégorisation, mettant en exergue les ambiguïtés, contradictions et tensions en matière de choix d'orientation du bâti qui rentre parfois en tension avec les desseins de la composition globale.

¹ Notre base de données est fondée sur un dépouillement systématique des revues publiées entre 1944 and 1975, principalement *L'Architecture d'Aujourd'hui*, *Architecture Française* et *Techniques et Architecture*, permettant de repérer plus de 650 opérations de logement collectif sur l'ensemble du territoire français, certaines étant déjà connues, d'autres étant jusqu'à présent très peu renseignées.

/ L'orientation solaire dans les plans masses

Daniel Siret, ENSA Nantes, UMR CNRS AAU/CRENAU

Les controverses sur l'orientation solaire des bâtiments dans la période moderne témoignent de la difficulté à donner une signification pratique à l'injonction hygiéniste d'une insolation « maximale ». Entre la recherche du plus long temps d'insolation (exposition est-ouest reprise notamment par Le Corbusier), l'optimisation saisonnière de l'énergie transmise sur les façades (exposition nord-sud) ou la dilution des ombres (exposition diagonale), les choix d'orientation apparaissent incertains. Les controverses qui en découlent trouvent un écho fort dans la littérature théorique produite dans la première moitié du XXe siècle mais leur influence dans les pratiques constructives effectives reste encore mal connue. Comment les architectes de la reconstruction ont-ils mis en pratique, à grande échelle, les principes d'orientation solaire discutés avant-guerre ? Ces principes conditionnent-ils en partie l'organisation et les formes des grands ensembles ?

Pour apporter quelques éléments de réponse à ces questions, une analyse a été réalisée sur 13 projets de la base SmartFrench correspondant à 112 bâtiments et 492 façades. Différents indicateurs relatifs aux plans masses et à l'enveloppe des bâtiments ont été définis. Pour chaque projet, des simulations d'ensoleillement au sol et sur les façades des bâtiments ont également été menées. Le corpus de données ainsi créé a été soumis à une analyse statistique d'où il ressort une tendance nette aux orientations diagonales, que ce soit pour les bâtiments de type barre ou de type plot ou tour. Les architectes semblent ainsi privilégier une exposition moyenne, ménageant différents potentiels bien loin des débats tranchés d'avant-guerre. Le souci de symétrie prime souvent sur la qualité d'exposition. Ainsi, le tiers des façades avec balcon présentent une orientation dans le quadrant nord-ouest, symétriquement à leurs opposées du quadrant sud-est. Parallèlement, l'analyse de discours des architectes, lorsqu'ils sont disponibles, montre une tendance à la surévaluation des orientations réelles, les façades présentées comme étant « au sud » pouvant être décalées jusqu'à 35° par rapport à l'axe cardinal.

Un autre résultat intéressant concerne la disposition relative des bâtiments dans les plans masses. Il apparaît clairement que cette disposition obéit avant tout à la règle des « deux heures de soleil en hiver » promue par les hygiénistes et par la Charte d'Athènes. Ainsi, on a pu montrer que l'espacement entre deux bâtiments voisins est souvent exactement calqué sur l'ombre portée par le premier sur le deuxième le 21 décembre à midi. On constate que le souci pour l'ensoleillement repose avant tout sur une base normative dictée par un impératif hygiéniste visant à favoriser l'ensoleillement en hiver.

L'échantillon des 13 projets analysés ne permet pas de généraliser ces résultats. Néanmoins, une conclusion provisoire, qui appellerait une vérification minutieuse à travers une analyse extensive de la base de données SmartFrench, nous conduit à penser que la question solaire est prise en compte dans la conception des formes urbaines des grands ensembles, mais sans engagement réel des architectes, qui misent sur des dispositions moyennes et sur la simple application d'une règle hygiéniste contestable.

Ce travail de recherche a été mené par Karim El Alami dans le cadre de son master Sciences et techniques des environnements urbains (co-habilité École Centrale de Nantes, ENSA Nantes). Le stage de recherche s'est déroulé du 1^{er} mars au 31 août 2017 au sein du CRENAU, UMR AAU, à l'ENSA Nantes. Il a été supervisé par Daniel Siret et Ignacio Requena, maître de conférences à l'ENSA Nantes.

/2e table ronde : Dispositifs architecturaux

/Distribution de logement et organisation de la trame structurelle

Shahram Abadie, ENSA Clermont-Ferrand, GRF Ressources

Cette étude s'inscrit dans le sillage des recherches menées, depuis plus d'une vingtaine d'années, sur la distribution de logement collectif². L'objectif est de proposer une typologie affinée des plans de logement à travers l'analyse d'un large corpus des opérations de l'après-guerre. Cela permettra d'interroger les principaux constats de la littérature existante notamment quant à la persistance jusqu'au début des années 1960, d'une distribution type (3 pièces traversant avec bloc-eau réuni sur façade arrière), et sa variation ensuite avec l'apparition des immeubles épais (à la suite de généralisation de ventilation par gaines shuntées puis VMC, en parallèle avec l'usage des refends transversaux), ainsi que l'indépendance des schémas distributifs adoptés par rapport au système structurel.

Afin de disposer d'un aperçu statistique, une classification a été effectuée sur un corpus de 240 opérations (1945-1973)³, à partir du nombre d'appartements distribués par palier, ce qui définit les expositions et conséquemment les schémas distributifs théoriquement possibles pour chaque logement⁴. Ainsi, le type binôme classique (2 appartements par palier doublement orientés) se révèle effectivement en déclin progressif (passant de 80% des opérations en 1945-1950 à moins de 10% pour la période 1970-1973), au profit du type quadrinôme (4 appartements par palier, regroupant un quart des opérations entre 1955 et 1965, puis à peu près la moitié du corpus sur la période 1966-1973). L'hypothèse est que la levée de l'obligation d'éclairage et d'aération naturels de la cage d'escalier (entre autres) dans le règlement de construction de 1955 aurait favorisé la multiplication du type quadrinôme avec escalier central, ainsi que des types pentanôme et hexanôme (en moyenne un exemple par an sur la période 1955-1969). Si l'on peut également citer des exemples plus denses jusqu'à 8 logements distribués par palier, voire davantage dans des barres dotées de rue intérieure ou de coursive, les deux types binôme et quadrinôme représentent à eux seuls, 70% de l'ensemble du corpus. Ce qui justifie l'étude plus détaillée de ces deux types dominants. L'analyse de la distribution proprement dite est menée, dans une seconde étape, sur un échantillon rétréci de 80 opérations dont les plans d'étage courant sont disponibles. La typologie des plans est établie à partir d'un double critère : la répartition des pièces humides et l'accès/la hiérarchie des pièces depuis la porte palière. La grille typologique ainsi établie est croisée d'une part avec l'analyse de la structure et la double trame (longitudinale et transversale), et d'autre part, avec l'exposition des différentes pièces (en particulier chambre/séjour). Ainsi est mise à l'épreuve l'hypothèse de l'incidence de la trame de structure (généralement composée de double ou triple travée longitudinale respectivement d'environ 3-5 m ou de 5-3-5 m et des travées transversales de 2,6 m à 3,2 m) et celle de la distinction des expositions Nord et Sud, sur le regroupement et la disposition des pièces.

²En particulier, Christian Moley, *L'Architecture du logement, culture et logique d'une norme héritée*, Paris, Anthropos, 1998 ; voir au demeurant la bibliographie du programme Smart French.

³Corpus constitué à partir des publications de revues ; cf. présentation de la base de données par R. Labtunye.

⁴Sous réserve de certains paramètres tels que l'obligation d'éclairer naturellement la cage d'escalier, typologie du bâti (barre modulaire ou étirée, plot, morphologie simple ou complexe du bâti), etc.

/Dispositifs de gaines et énergies

Emmanuelle Gallo, ENSA de Bretagne, Chercheur UMR AUSser/Ahttep (CNRS 3329) ENSA Paris-la-Villette

La recherche SMART FRENCH nous m'a permis d'explorer plus avant la question des ventilations dans les logements de l'après-guerre et des grands ensembles, ainsi que des conduits de fumées et autres gaines... Ceci a été réalisé à travers des exemples, des publicités ainsi que diverses littératures spécialisées (journée du 17 mai à Rouen). L'évolution des règlements sanitaires et d'habitabilité, qui précèdent ces solutions ou les accompagnent, constitue un parcours diachronique spécifique que nous tenterons de présenter également.

Le travail d'inventaire d'ensembles de logements mené en parallèle sur une large base de données, puis sur un nombre d'exemples plus réduits, a également permis d'affiner des pistes concernant les moyens de chauffage utilisés pendant la période. Pistes établies lors d'un travail d'investigations antérieures : *Ensembles Urbains 1940-1970, les ressorts de l'innovation constructive*, (Lambert, Nègre, Gallo, Rodriguez-Tomé, CDHT/CNAM 2009). Le fait de disposer de fiches comportant une iconographie graphique (plans d'étages courants) ainsi que des photographies nous permet de faire des hypothèses concernant les positions des différentes circulations verticales dans le bâti : conduits de fumées, gaines, vide-ordures ainsi que l'éventuelle présence d'une cheminée traditionnelle dans le salon. Ces hypothèses sont tantôt confortées et complétées par les informations historiques dont nous disposons grâce aux différentes sources, tantôt elles en restent à ce stade, les données étant souvent lacunaires sur les questions du confort thermique.

La position de certaines pièces (cuisine, salle d'eau, WC) en façade ou non, liée à la forme et aux dimensions du bâti donne la possibilité ou non de ventiler par l'ouverture des éléments destinée à l'éclairage naturel. Cette journée devrait donc être par conséquent également l'occasion de confronter nos différents résultats sous divers angles d'études afin de percevoir de nouvelles dimensions.

Comme nous préparons actuellement un projet de recherche sur les murs creux dans l'architecture du XX^e siècle avec des visées opérationnelles, cette observation fine est l'occasion de sélectionner des ensembles de cette période concernés par ce type de mises en œuvre, ou susceptibles de l'être.

3e table ronde : Potentiels de réusages

Potentiels aérauliques

Margherita Ferrucci, aérodynamique Eiffel et Laurent Mouly, ENSA Normandie, ATE EA7464

La maîtrise de la ventilation naturelle et naturelle-hybride dans les logements joue un rôle important dans la réduction des besoins énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre. En outre si elle est bien conçue, elle peut assurer une très bonne qualité de l'air intérieure et un bon confort hygrothermique dans l'habitat en diminuant les symptômes liés à l'insalubrité du bâtiment. Pour un parc immobilier si vaste de logements de l'après-guerre, trouver des solutions et des techniques de rénovation qui utilisent les circuits aérauliques pour ventiler les logements et aussi qui peuvent refroidir les structures en été (ventilation nocturne) ou augmenter leur température en hiver (préchauffage de l'air) est un défi indéniable. En considérant l'amplitude du parc immobilier, l'amélioration des performances énergétique (aussi si faibles avec peu d'interventions) en hiver ou en été (ou dans les deux saisons) pourrait amener à des fortes réductions de la demande d'énergie pour chaque opération. La typologie d'édifices de dimensions importantes ça nous amène à évaluer leur potentialité aéraulique, qui dépend de leur fort impact avec l'environnement: le vent, le soleil et la température. Pour l'évaluer nous avons choisi de collecter certaines informations clés en analysant 60 programmes parmi les 80 choisis par l'équipe des historiens. Bien que l'analyse ne soit pas exhaustive, nous retenons que l'échantillon soit représentatif de l'ensemble du parc avec une variété de géométries et de solutions constructives très riche. Avec une analyse comparative systématique et simple nous avons déterminé les éléments qui décrivent la géométrie des édifices, l'environnement, la typologie de façade et de ventilation. Tous les éléments sont mis en relation avec la volumétrie de chaque typologie de façon à peser l'importance de chaque paramètre. L'objectif de l'analyse est de arriver à cibler les caractéristiques du parc immobilier plus recourant à fin de réussir à modéliser les immeubles, du point de vue de l'aéraulique et aérodynamique, avec trois ou quatre modèle représentatifs de chaque scénarios. Avec la modélisation, théorique dans une première phase et expérimentale dans une deuxième, sera possible de formaliser la problématique et avancer des propositions concrètes de rénovation susceptibles de s'adapter facilement à chaque opération.

En particulier, pour comprendre l'impact du vent sur les bâtiments des 60 programmes nous avons eu besoin d'analyser leur environnement en utilisant le système de classement de la rugosité du terrain proposé dans *l'Eurocode 1* où on attribue une valeur en fonction de la densité du milieu bâti (0 front mer, II campagne sans constructions, IIIa site peu urbanisé, IIIb site urbanisé et IV très urbanisé). En outre nous avons évalué l'interaction aérodynamique entre les édifices du même programme (1 interaction, 0 pas d'interaction). Ce paramètre nous indique, si dans la future modélisation est pertinente ou moins de représenter aussi les bâtiments environnants qui peuvent amener à des effets de masque autre que l'édifice d'étude. A la suite nous avons mesurées les dimensions des immeubles et déterminé le nombre des étages. Leurs dimensions couplées avec les rapports de forme de la section horizontale rh et verticale rv des mêmes bâtiments nous indiquent si nous sommes en présence d'un bâtiment en barre, une tour (étage > R+4) ou une tour-barre (étage > R+4 et $rh > 4$). La hauteur moyenne au-dessus la canopée bâtie et son ratio par rapport à la hauteur du bâtiment de référence a été calculée. Cette émergence de l'édifice ça nous permet de connaître les potentialités des appartements en ventilation traversant d'être bien balayés par le vent et les hauteurs souhaitables pour l'installation de conduit de ventilation. La typologie des façades (avec balcons, loggias, fenêtres) a été déterminée à fin de connaître la possibilité de profiter des espaces intermédiaires pour augmenter la qualité de l'habitat. Nous avons déterminé aussi la disposition des logements en évaluant le type de ventilation (traversant et/ou mono-façade). A chaque élément nous avons

associé la sommation des volumétries des logements de manière à connaître l'impact de chaque caractéristique sur l'ensemble du parc. Cette analyse taxonomique nous amène à des résultats qui structurent la formulation des « modélisations théoriques type » des édifices.

/Potentiels de lumière naturelle

Yannick Sutter, ENSA -Normandie, ATE EA7464

Objectifs

Objectifs pédagogiques : Dans un premier temps, la base de données du projet Smart French a servi de matière à un TD de Physique du Bâtiment en Licence 3 S05.

Objectifs de recherche : Dans un second temps, j'ai proposé une méthodologie pour l'analyse de l'éclairage naturel des logements du corpus Smart French.

Travail effectué

Décembre 2017 : Dans le cadre d'une séance de 4 heures Travaux Dirigés en Physique du Bâtiment (champ disciplinaire des Sciences et Techniques pour l'Architecture) en Licence 3, nous avons présenté le contexte et les enjeux du projet de recherche Smart French et proposé aux étudiants d'étudier quelques bâtiments sélectionnés parmi le corpus constitué. L'exercice a consisté à faire une analyse du contexte, un calcul du pourcentage de percement en façade et une estimation des performances énergétiques de l'enveloppe et ensuite proposer des améliorations de l'enveloppe pour améliorer ces performances. Une trentaine de projets ont ainsi été analysés par les étudiants. Cet exercice leur a également permis de bénéficier d'une initiation à la recherche.

Avril – mai 2018 : Dans le cadre de mes activités de recherche pour l'unité de recherche ATE à l'ENSA de Normandie, j'ai réfléchi à une méthodologie pour caractériser l'éclairage naturel des logements du corpus Smart French. Cette méthodologie devait être simple d'utilisation pour pouvoir être appliquée par des non spécialistes, comme des étudiants. Ainsi j'ai sélectionné quelques indicateurs simples d'appréciation de l'éclairage naturel, c'est à dire qui n'utilisent que des données géométriques : i.e. surface de vitrage, taille des obstructions, taille des locaux. Avec l'aide de trois étudiants, la méthodologie a été appliquée à trois bâtiments du corpus Smart French pour en tirer des informations liées au ratio de percement et à l'accès des locaux à l'éclairage naturel.

La méthodologie est applicable en l'état mais nécessite une validation pour pouvoir être appliquée à d'autres bâtiments et fournir des résultats plus robustes.

Perspectives

1. Je réutiliserai la base de données Smart French dans le cadre des TD de Physique du Bâtiment que j'anime.
2. J'envisage de monter un projet spécifique à l'analyse de l'ensoleillement et l'éclairage naturel dans les logements collectifs qui puisse être la continuité du travail démarré dans le cadre de Smart French (par ex dans le cadre du 3^{ème} AàP du Ministère de la Culture *Architecture du XX^e siècle : matière à projet pour la ville durable du XXI^e siècle*).

Caractérisation des potentialités bioclimatiques

Ignacio Requena, ENSA Nantes, UMR CNRS AAU/CRENAU

L'actuel cadre pour l'amélioration énergétique de l'architecture du XXe siècle s'appuie sur un présupposé central : ce parc immobilier manque de qualités énergétiques selon un point de vue performantiel. Cette lecture est aujourd'hui discutée par la mise en valeur d'approches attentives aux liens entre climat et architecture pendant la même période. Dans l'Amérique des années 1930 et 1940, plusieurs recherches technologiques et concours d'architecture témoignent d'un intérêt pour la maison solaire. Faisant écho aux critiques à l'internationalisme de l'architecture moderne, les années 1950 ont vu apparaître des méthodes de conception architecturale basées sur l'analyse du climat local – ex., Climate Control Project (AIA, 1949), Climatologie de l'habitation (Leroux, 1952), Grille climatique (Atelier Le Corbusier et André Missenard, 1951). Dans les années 1960, l'adaptation de l'architecture moderne au climat fera l'objet de recherches approfondies par les frères Olgay, qui diffuseront internationalement leur méthode pour une architecture bioclimatique. Ces travaux, ainsi que d'autres dans la même lignée, sont souvent restés cantonnés au champ de la maison individuelle. Cependant, leur diffusion entre les architectes modernes et leur proximité temporelle à la période de la Reconstruction soulève plusieurs questions : les architectes ont-ils incorporé des critères bioclimatiques dans la conception des ensembles de la Reconstruction ? Existerait-il alors un parc immobilier aux caractéristiques proches des préconisations de l'architecture bioclimatique ?

Dans le but d'apporter quelques éléments de réponse, nous avons procédé à l'étude d'un corpus de 14 projets de la base SmartFrench correspondant à 133 bâtiments, 580 façades et 5044 logements. Nous avons développé cinq indicateurs nous permettant de passer leurs caractéristiques formelles et constructives au filtre des principaux critères du bioclimatisme : captation d'énergie solaire en hiver, prévention des surchauffes en été, réduction des déperditions thermiques, stockage de l'énergie intérieure et ventilation naturelle des espaces. Le corpus de données ainsi créé a été soumis à une analyse statistique en comparant les interactions entre les indicateurs et en tentant des classifications plus généralistes par une analyse factorielle.

L'analyse en cours de cet échantillon ne permet pas de généraliser les résultats. Néanmoins, en guise de conclusion provisoire, nous pouvons confirmer que les préceptes du bioclimatisme ne sont pas totalement intégrés dans l'architecture de la Reconstruction, même si un nombre réduit de projets répondent à plusieurs des critères. Une analyse plus approfondie pointe trois grandes tendances. En premier lieu, le difficile équilibre entre le besoin de capter l'énergie solaire en hiver et le risque de surchauffe en été. L'orientation et la conception des façades (ratio vitrage/opaque et casquettes) s'avèrent essentielles à ce propos, ce qui produit une différence importante entre les bâtiments des années 1950 et ceux des années 1960. En deuxième lieu, la ventilation naturelle semble être bien intégrée, avec une majorité d'appartements orientés vers deux façades, ce qui faciliterait la circulation de l'air, y compris pour les bâtiments susceptibles de surchauffer. Finalement, les aspects d'énergie solaire et ventilation naturelle ne semblent pas avoir une articulation claire avec la compacité et le potentiel de stockage révélé par plusieurs projets de toutes les périodes.

Ce travail de recherche a été mené par Amir Mahamoud dans le cadre de son master ville et environnements urbains (co-habilité École Centrale de Nantes, ENSA Nantes). Le stage de recherche s'est déroulé du 1^{er} mars au 31 août 2018 au sein du CRENAU, UMR AAU, à l'ENSA Nantes. Il a été supervisé par Daniel Siret et Ignacio Requena, maître de conférences à l'ENSA Nantes.