

Gratte-ciel

MUTATIONS TECHNIQUES
TECHNOLOGIQUES ET
ARCHITECTURALES

Antoine BERAT-VIDAL

MÉMOIRE DE DIPLÔME DESA GRADE2

Sous la direction de Marco STATHOPOULOS

ÉCOLE
SPECIALE
D'ARCHITECTURE

MUTATIONS TECHNIQUES, TECHNOLOGIQUES ET ARCHITECTURALES DU GRATTE-CIEL



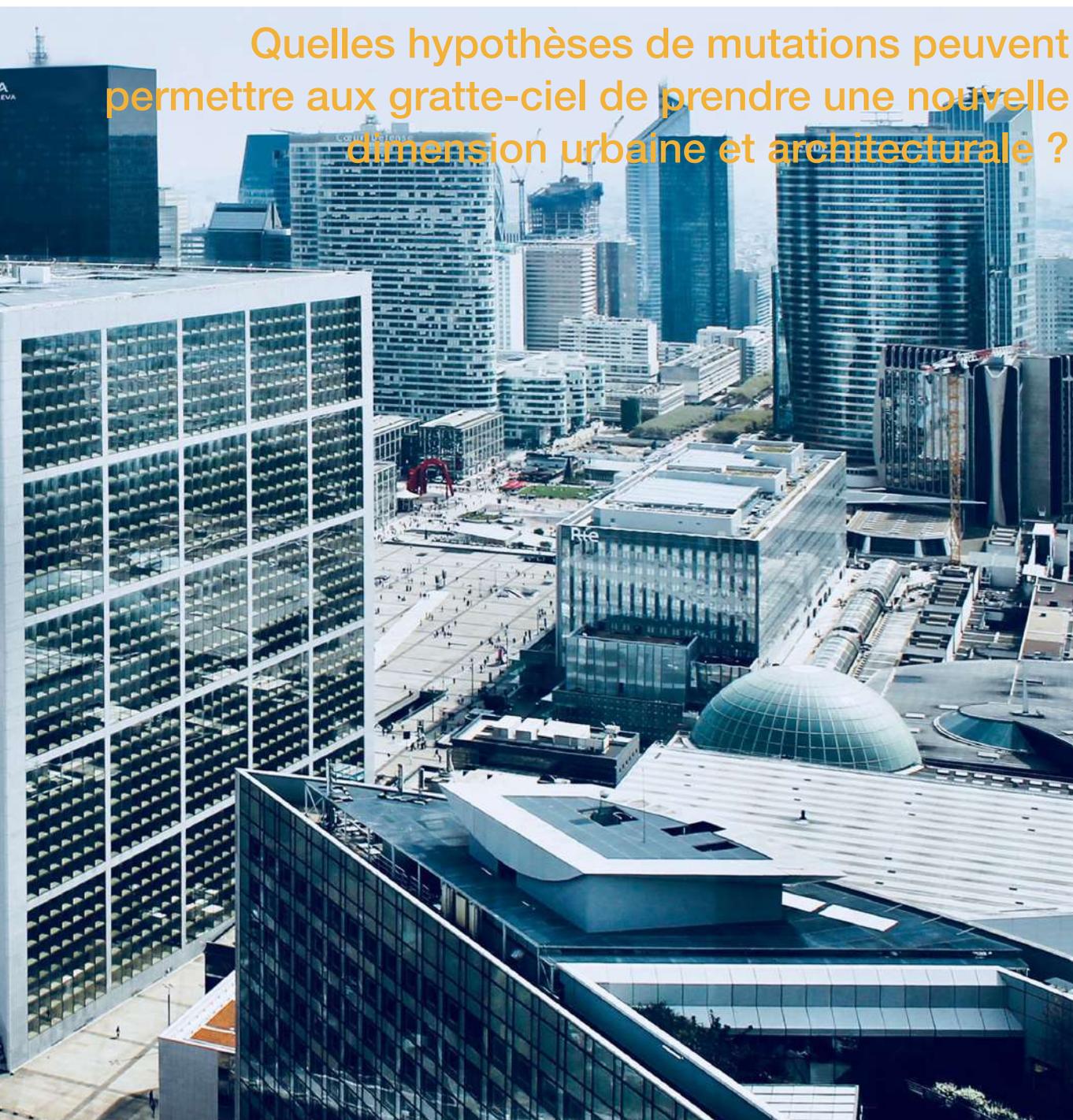
Figure / Photographie de la Défense prise depuis les tours de la Société Générale
Photographie personnelle

Illustration de la page de garde / Photographie de la Cité de Londres et de la Tamise depuis le pont de Waterloo.
Photographie personnelle

Illustration de la page de garde / Coupe du projet de gratte-ciel de Weston Williamson mettant en évidence la technologie MULTI développée par Thyssenkrupp

©Thyssenkrupp / WestonWilliamson+Partners

Quelles hypothèses de mutations peuvent permettre aux gratte-ciel de prendre une nouvelle dimension urbaine et architecturale ?



Membres du Jury

Directeur de Diplôme / Marco STATHOPOULOS

Président de soutenance / Lionel LEMIRE

Candidate / Bernard DELAGE

Architecte DESA / Marie VEZARD

Enseignant extérieur à l'ESA / Fabien BELLAT

Expert / Alan MURRAY

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon directeur de mémoire, Marco Stathopoulos, qui a su me guider dans cette démarche de recherche par ses conseils avisés.

Lionel Lemire, mon président de soutenance, enseignant remarquable qui a su me redonner confiance en moi et en mon travail lors de mon arrivée à l'ESA, et tout au long de l'élaboration de mon diplôme.

Pierre-Maxence Renoult, enseignant à l'ESA et ingénieur chez Arcora, que je n'ai pas eu la chance d'avoir en tant que professeur, mais qui m'a permis une visite complète du chantier de la Tour Trinity, en construction dans le quartier de Paris la Défense.

Je remercie l'équipe de l'agence SOM de m'avoir permis de visiter ses locaux londoniens, ainsi que de m'avoir fait découvrir l'exposition Anatomy of Structure en avant première, à l'université de Westminster. Egalement Marc Hymans qui a su m'amuser lors de nos rencontres autour de la rédaction de ce mémoire, et qui a proposé, et rendu possible, ces visites à Londres.

Je tiens à remercier les autres enseignants que j'ai pu rencontrer au sein de mon cursus au sein de l'Ecole Spéciale d'Architecture. Leur bienveillance et leur implication fut appréciée.

Je remercie aussi Marie Vezard, mon ancienne assistante en semestre 6, avec qui j'ai partagé la préparation de son diplôme, qui a su se montrer très positive à propos de ce sujet et qui m'a redonné espoir en me faisant part du fait que je recréais les ascenseurs imaginés dans l'œuvre de J.K. Rowling, Harry Potter.

Je remercie ma mère, Laurence Vidal et mon père, Jean Berat, sans qui je ne me serai pas battu pour poursuivre mon rêve, et qui m'ont accompagné toutes ces années. Mes grands-parents, Claude et Paul Vidal, qui m'ont toujours encouragé et soutenu dans mes études. Ma grand-mère, Suzanne Berat dont la cave regorge de vieux jouets qui ont nourri mon imaginaire étant enfant. Je tiens aussi à remercier l'ensemble des membres de ma famille, qui m'ont toujours donné envie de réussir. Mon frère et ma sœur, Camille Berat et Charles Wissler, qui m'ont toujours accompagnés, et parfois même pendant les charrettes.

Mes amis qui m'ont toujours écouté, alors que je leur parlais beaucoup (trop) d'architecture. Plus particulièrement Marine que j'ai arrêté devant chaque gratte-ciel de Londres, contre son gré a de nombreuses reprises, et Margaux, avec qui j'ai construit mon argumentaire sur la question du gratte-ciel.

Une pensée émue à Philippe.

Avant-propos

Lors de mon cursus au sein de l'Ecole Spéciale d'Architecture, j'ai étudié de nombreuses thématiques sur la ville. Mon choix de domaine d'expérimentation m'a mené, pendant mon septième semestre, à proposer une tour en réponse au contexte urbain de la Métropole de Rouen Normandie.

Ce ne fut pas la première fois que je m'intéressais à ce type d'édifice. Lors du cycle de Licence, en semestre 2, nous étions invités à réfléchir sur deux types de structures, une jouant sur la verticalité, et la seconde sur l'horizontalité. Je choisissais déjà la verticalité. Cette structure fut ma première expérimentation autour de la question de la tour au sein de l'école, et j'ai la chance de l'avoir développée au sein de l'atelier de mon président de soutenance, Lionel Lemire.

Le gratte-ciel est un sujet qui m'a toujours passionné, ce qui m'a valu le surnom de « Monsieur tour » auprès de mes camarades.

Les gratte-ciel sont pour moi des composants essentiels pour la ville contemporaine, tant pour leurs potentiels urbains pratiques que pour l'impact formel de leurs géométries dans l'horizon. Inspiré depuis mon plus jeune âge par la verticalité, mon attrait pour celle-ci s'est renforcé à mesure que je progressais dans mes études. Mon parcours personnel et scolaire s'est toujours articulé autour de mon intérêt pour ce type d'édifices. C'est pour ces raisons que très tôt dans l'élaboration de ce mémoire, je savais qu'il allait être question de verticalité.

Sommaire



Figure 9 / New-York, Downtown en 1910
©Detroit Publishing Co.

Introduction	3
I. Mutations techniques et ambitions humaines	10
I.A. Notions	10
I.B. Une pulsion engageant la construction de bâtiments hauts	14
I.B.1. Emergence de la verticalité	14
I.B.2. Origines du gratte-ciel	16
I.B.3. Evolution des systèmes constructifs et enjeux du gratte-ciel	23
I.C. Etude de cas : SOM, Structure + géométrie + architecture	33
II. Mutations technologiques	42
II.A. Mutations possibles pour le modèle actuel	43
II.A.1. Modèle actuel	43
II.A.2. Dysfonctionnements associés à l'immeuble haut	47
II.B. Émergence de nouvelles technologies de mobilité	49
II.B.1. Expérimentations	49
II.B.2. De nouveaux systèmes expérimentés par les industriels	54
II.B.3. Une mutation de ces systèmes expérimentée par les architectes	59
II.C. Conséquences théoriques et pragmatiques de ces mutations	64
III. Mutations urbaines et architecturales	72
III.A. Enjeux urbains	72
III.A.1. Articuler	72
III.A.2. Circuler	83
III.A.3. Densifier	87
III.B. Enjeux architecturaux : hypothèses	97
III.B.1. Pied de bâtiment	97
III.B.2. Corps de bâtiment - étage courant	98
III.B.3. Sommet	102
Conclusion	105
Bibliographie	107

Introduction

Technologie

Aujourd'hui, la technologie fait partie intégrante de nos modes de vies, nous avons un rapport au temps, à notre environnement qui ne peut se faire sans celle-ci. Les innovations techniques ont toujours révolutionné la manière dont l'Homme vit. Une invention, puis une autre, ont permis à l'Homme de construire, de lui donner d'autres méthodes pour se déplacer, d'autres techniques pour simplifier son quotidien, et sa manière d'habiter la Terre. En tant que vivant, les Hommes ne s'adaptent qu'à un contexte socio-économique d'abord et avant tout défini par le temps. La notion du temps ponctue notre quotidien et rythme notre rapport à la vie. Par l'innovation et les nombreuses technologies qu'il a développé, l'Homme contemporain s'est constitué son habitat.

Surpopulation

Nous sommes aujourd'hui 7,7 milliards sur Terre, et nous serons selon une prévision de l'ONU 9,7 milliards en 2050 et 11 milliards en 2100. Ce rapport précise aussi que d'ici 2050, 68% de la population mondiale vivra dans des villes contre 55% aujourd'hui. Ces villes sont différentes dans leurs morphologies urbaines, leurs cultures, leurs densités, leurs paysages, leurs architectures et leurs populations. L'habitat de l'Homme, par cette intensification de l'exode rural, est en mutation ; et il est de notre devoir en tant qu'architecte de loger décemment cette population qui converge, de plus en plus, vers ces villes. Ainsi, le gratte-ciel, par son potentiel pratique et formel constitue une réponse à ces mutation. Cette réponse doit s'inscrire dans la considération des enjeux environnementaux, démographiques, sociaux et urbains d'aujourd'hui et demain.

Habiter

Aujourd'hui, 40 millions de personnes vivent dans les 622 km² sur lesquels s'est développée l'agglomération de Tokyo. Plus de 70 villes comptent plus de 6 millions d'habitants. Dans une moindre mesure, l'agglomération parisienne est le lieu de vie de plus de douze millions d'individus. De plus, 88 km² sont construits chaque jours dans le monde, ce qui représente la taille de Manhattan. Les villes s'étalent sur les campagnes, mettant la population dans des difficultés d'accès aux transports en commun, les éloignant des centres-villes et des bassins d'emplois. Il est évident que l'essor de l'automobile a permis à cette population de réduire le coût financier pour acquérir un logement , mais cela ne leur permet pas dans les structures actuelles des villes de bénéficier des meilleures conditions de vies, ou de reconnaissance vis à vis des personnes jouissant de l'habitat de la ville-centre.

En moyenne, les français investissent 28% de leurs revenus dans le logement¹. Dans un contexte de croissance constante du prix de l'immobilier dans les métropoles françaises, il devient primordial de repenser la façon dont l'espace est consommé et investi. Paris a été classée en 3^{ème} position des villes où le coût de la vie est le plus élevé².

Echelle

Dans nos centres urbains, avoir un rapport direct au grand paysage n'est plus envisageable depuis le sol de la ville. Plus particulièrement dans la ville Européenne dense, comme Paris, où les constructions Haussmanniennes ont certes établi des perspectives, mais on réduit le rapport à l'horizon. Il est nécessaire de prendre en compte ce paramètre pour pallier au fait que de plus en plus de citoyens cherchent ce rapport perdu à la nature et au végétal. Les villes se tournent souvent vers une revalorisation des espaces végétalisés, sans pour autant considérer l'habitat vertical comme étant une vue dégagée sur de grands espaces.

Bâtiment / technologie

L'esthétique, la technologie, et les techniques constructives d'un bâtiment témoignent du contexte spatio-temporel dans lequel ce dernier a été conçu et construit. L'ascenseur a notamment permis à l'Homme de construire des bâtiments, qui à mesure des innovations techniques touchant les domaines de la sidérurgie et de la mobilité, ont eu la possibilité de s'affranchir de plus en plus du sol. C'est la technologie, les techniques et l'ingéniosité humaine qui a introduit de nouvelles présences au sein des villes, monumentales, symboliques et démontrant tout le génie de l'ingénierie et de l'architecture. Depuis ses débuts, l'architecture de l'immeuble haut et du gratte-ciel a évolué. Cette évolution a notamment été permise par les progrès dans deux domaines complémentaires : celui de la technique et celui de la technologie. D'une part, l'industrialisation a apporté de nouveaux systèmes de façades, des nouveaux matériaux, de nouvelles techniques constructives. D'autre part, la technologie a contribué au confort dans ces bâtiments et tend aujourd'hui à apporter les outils de la Smart City au sein de nos édifices et de nos villes. Les composants fondamentaux de ces structures, en revanche, n'ont pas été soumis aux mêmes dynamismes. Le plan type du noyau central d'un bâtiment de grande hauteur a été soumis aux réglementations appliquées dans les pays concernés.

Influences

L'architecture de l'immeuble de grande hauteur a aussi été influencé par les courants architecturaux propres à la période de construction de ces bâtiments, et on retrouve, comme dans la production architecturale mondiale ces mêmes courants. Comme Jean Nouvel l'a remarquablement dit, « l'architecture est un art - c'est ce que les gens tendent à oublier de plus en plus. Elle a le potentiel de nous affecter, de nous émouvoir - et c'est le but de tout

¹ Les conditions de logement en France, édition 2017 - Insee Références

² The Economist, mars 2019

art. »³ Comme toute forme d'art, donc, l'architecture est régie par un courant, et cela se ressent aussi dans le développement de l'immeuble haut. Avant son invention à la fin du XIX^{ème} siècle, il a fallu inscrire celui-ci dans les mouvances de son époque. Il a pu par la suite s'affranchir de ces courants pour inventer son propre langage ; car il s'agit d'une nouvelle forme urbaine, en rupture de ce que l'architecture a pu produire jusqu'alors.

Europe

En Europe, on ne compte pas autant d'immeubles haut qu'en Amérique du Nord, au Moyen-Orient ou en Asie, par exemple. L'effet de Bruxellisation y a joué son rôle. Ce phénomène, issu de la ville de Bruxelles, désigne un effet considéré comme néfaste sur l'urbanisme de la ville des années 1960 et 1970. Des bâtiments de grande hauteur ont été construits sans véritable schéma d'urbanisme, créant ainsi une incohérence entre patrimoine et modernité. C'est ce phénomène qui a poussé Paris et d'autres villes européennes à ne penser l'urbanisme de grande hauteur que dans certains secteurs. Cela a notamment donné naissance au quartier d'affaire de La Défense dans les années 1960. A Madrid aussi, le quartier d'affaires s'est établi, plus récemment, en dehors du centre historique de la capitale espagnole. La ville de Vienne a adopté un schéma urbain similaire. En Europe, la présence de ces grands bâtiments introduit un débat sur la grande hauteur, notamment pour son impact sur le paysage. Ce débat n'est pas considéré de la même façon par certaines métropoles européennes. Londres, par exemple, a entrepris au cours des dernières années la construction de nombreux immeubles de grande hauteur, en dehors de la City et de Canary Wharf, qui sont les deux quartiers d'affaire de la ville. Destinés en grande partie au logement, ils se mêlent au patrimoine architectural londonien, et établissent des contrastes architecturaux saisissants. Dans d'autres villes, au contraire, la construction d'immeubles de grande hauteur n'est pas aussi intense. La ville de Londres va à l'encontre de ces anciennes considérations et tend à construire des tours de logement à proximité de nœuds d'axes de transport en commun. Chaque *Borough* de la ville peut décider d'édifier des tours. Cela se traduit par un paysage urbain caractérisé par de nombreux groupements de bâtiments hauts, signalant des polarités importantes de Londres. En France, et Paris, plus particulièrement, le phénomène est plutôt inverse. Depuis la construction de la Tour Montparnasse, dont la pertinence urbaine a suscité de nombreux débats, la municipalité a banni l'immeuble haut de la ville de Paris, laissant ce bâtiment de 210 mètres seul exemple d'une architecture verticale pour les parisiens. Bien que la Tour Eiffel soit présente depuis plus d'un siècle dans le ciel de la ville, elle, ne choque plus. Malgré cela, la mairie de Paris déploie de plus en plus de tours sur les abords du périphérique. La stratégie des élus est de construire des tours accolées au périphérique, en prétendant que cela permet d'unifier la ville de Paris au Grand Paris. Or, dans les années 1970, les Mercuriales, ainsi qu'une autre série de tours ont été édifiés selon le même schéma dans le but de rivaliser avec La Défense. Tous ces projets se sont avérés être des échecs urbains et financiers.

³ Dalley, Jan, Jean Nouvel: 'Architecture is an art', Financial Times.

Immeuble de grande hauteur

Le gratte-ciel possède deux grandes qualités. Il permet d'abord une hyperdensité. Les territoires habitables diminuent sur Terre. Il est donc nécessaire de repenser les paradigmes de la ville sur une échelle longue en prenant en compte les facteurs démographiques et climatiques. Par sa capacité à produire plus d'espace sur un même site, il permet donc de densifier la ville et donc de loger plus de personnes. Il peut également concentrer la mobilité humaine dans des lieux clés, proches des infrastructures. Dans le préface de *Gratte-ciel contemporains*, William Pedersen énonce notamment le fait que « Si l'espèce humaine veut se perpétuer, nous devons habiter, ne serait-ce que pour des raisons de viabilité sur un espace plus dense. Les villes du monde à la plus forte densité de population, comme New-York, Tokyo et Hong-Kong, sont aussi les plus énergiques et les plus efficaces. L'actuelle densité de ces modèles semblera bucolique, comparée aux plus grandes villes de la fin du XXI^{ème} siècle. »⁴. En somme, l'Homme doit s'adapter, ainsi que son habitat. Il est pertinent de considérer que dans la conjoncture actuelle, l'immeuble haut présente un grand potentiel.

Il précise aussi que « Vu à travers le prisme de la nécessité, l'immeuble haut n'apparaîtra plus comme un instrument d'exploitation au sens des responsabilités douteux. Il sera transformé en moyen de viabilité de notre planète. »⁵. Cela peut être mis en parallèle avec les arguments de détracteurs de la grande hauteur qui invoquent notamment le fait que celui-ci ne soit que le fruit d'une spéculation, et soit ainsi dénué de tout intérêt. Rejeter de prime abord le gratte-ciel paraît paradoxal, et c'est aussi l'idée que se fait William Pedersen sur la question. Il remarque que « de manière ironique, tous les architectes se voient comme des urbanistes, et pourtant beaucoup ne montrent un intérêt que limité pour la composante principale de nos villes : l'immeuble haut. Ils le voient comme un instrument financier destiné à une exploitation commerciale. Privé de valeur sociale et culturelle, le lien obligé entre immeuble haut et commerce disqualifie la passion auto-proclamée de l'architecte artiste pour ce type de construction. Peut-être Cass Gilbert a-t-il inauguré l'ère de l'immeuble haut de la mauvaise manière en le définissant comme « une machine à faire payer le terrain ». Cette formule rhétorique ne l'a d'ailleurs pas empêché de laisser parler son instinct artistique, comme l'atteste le Woolworth Building. »⁶. Malgré cette introduction trompeuse du Woolworth Building, William Pedersen souligne le fait que malgré la formulation de Cass Gilbert, cet ouvrage fait désormais partie du patrimoine architectural mondial pour ses différentes qualités architecturales. Il est certain que l'auteur se place en défenseur de l'immeuble haut à travers ce préface. Parmi tous les arguments évoqués, on peut déceler un potentiel architectural, urbain et sociologique dans ce type de bâtiment.

⁴ Höweler, Eric. *Gratte-ciel contemporains*. p. 6

⁵ Höweler, Eric. *Gratte-ciel contemporains*. p. 6

⁶ Höweler, Eric. *Gratte-ciel contemporains*. p. 6



Figure IN-1 / New-York, Woolworth Building
©The Pictorial News Co., N.Y.



Figure IN-2 / Tokyo, vue de la ville
©Marie Vezard

Enjeux

Ce mémoire établit une corrélation entre technique, technologie et architecture pour observer à travers ce spectre l'immeuble de grande hauteur. Etudier les mutations techniques, technologiques et architecturales associées au gratte-ciel est pertinent pour répondre aux enjeux humains, économiques, écologiques et urbains de notre siècle. Pour y répondre, l'approche développe un répertoire d'exemples qui établissent un propos structuré, et articulé autour du potentiel architectural et urbain de ces structures. L'hypothèse de ce travail de recherche, fonde le propos sur les systèmes de mobilités, essentiels au déplacement en hauteur. Le groupe ThyssenKrupp a par exemple développé un ascenseur capable de se déplacer aussi bien à la verticale, qu'à l'horizontale. L'agence britannique PLP va même plus loin, et propose un projet de gratte-ciel où les circulations verticales se font en façades via des capsules. Ce type de technologie pourrait vraisemblablement révolutionner la façon dont sont conçus ces édifices et permettre aux architectes de considérer de nouveaux modèles de gratte-ciel, plus imprégnés de l'humain et de sa perception de la ville.

Le sujet ici n'est pas de chercher à cataloguer toutes les constructions de gratte-ciel au niveau mondial, mais bien de porter un regard sur celles qui par leurs techniques ou leurs innovations ont pu permettre de redéfinir les possibilités constructives de ce type de bâtiment, et qui sont pertinentes au propos développé dans ce mémoire. Dans un contexte de crise humanitaire, de prise de conscience du respect de notre environnement et de préservation de l'énergie, il est nécessaire que la façon dont nous pensons la ville évolue. Afin de palier au manque de logement des métropoles mondiales, les formes urbaines exploitant la verticalité semblent présenter de nombreux avantages. Notamment la mise en commun des ressources et des services, ainsi qu'une très grande densité, entre autres. Bien que la construction de telles structures soit consommatrice de ressources, elles permettent de loger l'Homme. Il est d'ailleurs certain qu'une tour consomme moins d'énergie qu'une zone pavillonnaire diffuse, et peut alors réduire l'emprunte globale des villes sur Terre. En pensant correctement celui-ci, il est possible d'envisager que le gratte-ciel soit une solution favorable à l'économie. De plus il peut permettre de libérer un grand nombre d'espaces. Ce fut déjà la stratégie adoptée lors de la conception du Centre Pompidou, où une partie du site a été dédiée à une place publique, mais cela a été possible seulement parce que l'ensemble du programme a été superposé, augmentant ainsi la hauteur du bâtiment. Si l'on fonde le propos pour que ce que l'on gagne soit bien supérieur à ce que l'on perd, alors le gratte-ciel constitue un potentiel pour le développement des villes. Si le propos développé dans ce travail de recherche ne met pas en avant l'écologie, c'est que celle-ci doit être considérée comme une évidence, et non comme une quête devant à tous prix être mise en avant au détriment de l'architecture, et du bien-être des utilisateurs. Cela étant, primordial pour la conception de bâtiments de grande hauteur.

Problématique

Quelles hypothèses de mutations peuvent permettre aux gratte-ciel de prendre une nouvelle dimension urbaine et architecturale ?

Plan

Dans une première partie, nous étudierons l'émergence d'une pensée verticale, et la façon dont sont apparus les gratte-ciel, associé à de nouvelles techniques. Dans une seconde partie, nous porterons notre attention sur la technologie, et notamment les systèmes de déplacements, et leurs mutations. Enfin dans une troisième partie, nous établirons le potentiel urbain et architectural envisagé pour réinventer le gratte-ciel, et lui faire prendre une nouvelle dimension urbaine et architecturale.

Sculpter la ville vers le ciel.

Figure 1 / Photographie du Chrysler Building en 1930
©Detroit Publishing Co.

I. Mutations techniques et ambitions humaines

I.A. Notions

Approche

William Pedersen est un des fondateurs de Kohn Pedersen Fox and Associates qui est l'une des agences américaines ayant pris part dans la conception et la construction d'immeubles de grande hauteur. On peut citer comme construction emblématique de cette agence le World Financial Center de Shanghai, la Lotte World Tower de Séoul ou le One Vanderbilt à New-York. A Paris, cette agence a réhabilité la Tour First, anciennement Tour Axa, tout en en faisant par la même occasion le plus haut immeuble du pays. Dans le préface de William Pedersen, dans *Gratte-ciel contemporains*, il exprime l'idée que « New-York est une ville « profonde », une ville où le réseau de rues semble creusé dans un seul et même matériau. Les immeubles émergent par ce processus d'excavation. »⁷. Par cette idée, William Pedersen exprime bien le fait que la ville de New-York possède un urbanisme singulier, caractérisé en grande partie par la très grande quantité de bâtiments de grande hauteur que l'on trouve sur l'île de Manhattan. Thierry Pacquot, quant à lui, le rejoint sur cette idée et « considère qu'une « tour » est tout édifice qui dépasse le plafond d'une ville », et fait donc bien la distinction entre une « ville tourée » et une « ville détournée »⁸. New-York, Chicago ou Hong-Kong seraient considérées comme des villes « tourées ». Londres ou Paris seraient, quant à elles des villes « détournées ».

Définitions

Communément, le mot tour et gratte-ciel définissent la même chose. Il est cependant important d'apporter une nuance issue de la définition anglaise de la tour (*tower*) et du gratte-ciel (*skyscraper*). La hauteur seule d'un bâtiment ne suffit pas à apporter une distinction entre ces deux termes. Un gratte-ciel ou un immeuble haut compte au moins 50% de sa surface habitable ou utilisable, tandis que les tours seraient définies par des usages propres à télécommunications, entre autre. Par exemple, la tour Eiffel, la CN Tower de Toronto, ou la BT Tower de Londres se définiraient comme des tours, tandis que la Tour First, le 30 St. Mary Axe de Londres ou le One World Trade Center de New-York sont caractérisées comme des immeubles de grande hauteur, ou pour certains des gratte-ciel.

⁷ Höweler, Eric. *Gratte-ciel contemporains*. p. 6

⁸ Pacquot, Thierry. *La Folie des hauteurs, Pourquoi s'obstiner à construire des tours?* p.11

Gratte-ciel

William Pedersen apporte une distinction précise pour réellement caractériser un bâtiment du terme gratte-ciel. « Dans le monde entier, toutes les villes importantes sont maintenant dominées par des les immeubles hauts. Toutefois, seul un petit pourcentage d'entre eux répond à la définition exacte du gratte-ciel. La taille n'est pas en soi déterminante pour une telle classification. Une relation proportionnelle entre la hauteur et la largeur, visant à la plus grande minceur, est un indicateur plus utile. Mais même cela ne suffit pas. Il me semble plutôt qu'un gratte-ciel se définit par une aspiration visant à relier le ciel et la terre. »⁹. La géométrie, ainsi que les dimensionnements sont donc des paramètres distinctifs pour ces structures. J'adhère à la définition de William Pedersen, qui fait la distinction entre un gratte-ciel, et un immeuble de grande hauteur. Selon lui, toutes les tours de Manhattan ne sont pas des gratte-ciel : « Parmi les immeubles hauts, seuls les gratte-ciel ont le pouvoir de créer une présence iconique susceptible de symboliser une ville. »¹⁰. Il est donc certain que le gratte-ciel se doit d'être caractérisé par une dynamique, de disposer d'un rapport subtil entre ses différentes proportions, et être suffisamment élancé pour connecter la terre et le ciel. Le statut d'icône, en revanche, ne se définirait bien après sa construction. La Tour Eiffel, l'Empire State Building, ou le 30 St. Mary Axe ont tous acquis ce statut. Plus récemment, le Shard a lui aussi acquis ce statut iconique, seulement quelques années après sa construction. Ces bâtiments, que ce soit par les qualités architecturales, les présences urbaines ou les techniques constructives innovantes qu'ils déploient ; leurs ont permis d'acquérir le pouvoir de définir l'identité même du lieu qu'ils occupent dans la conscience collective.

Réglementation française

L'I.G.H. est défini par les articles R.122-2 et R.122-3 du Code de la Construction et de l'Habitation. « Constitue un Immeuble de Grande Hauteur, tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau (PBDN) est situé par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie :

- à plus de 50 mètres pour les immeubles à usage d'habitation, tels qu'ils sont définis par l'article R.111-1

- à plus de 28 mètres pour tous les autres immeubles. »

⁹ Höweler, Eric. Gratte-ciel contemporains. p. 7

¹⁰ Höweler, Eric. Gratte-ciel contemporains. p. 7

Plusieurs classes d'I.G.H. sont répertoriées :

- G.H.A. : immeubles à usage d'habitation
- G.H.O. : immeubles à usage d'hôtel
- G.H.R. : immeubles à usage d'enseignement
- G.H.S. : immeubles à usage de dépôts d'archives
- G.H.U. : immeubles à usage sanitaire
- G.H.W.1. : immeubles à usage de bureaux $28 \text{ m} < \text{PBDN} \leq 50 \text{ m}$
- G.H.W.2. : immeubles à usage de bureaux $\text{PBDN} > 50 \text{ m}$

Un I.G.H. doit répondre à un ensemble de règles de construction et d'équipement visant à limiter le plus possible la propagation d'un feu d'un étage à l'autre et à permettre l'évacuation des occupants. L'arrêté du 18 octobre 1977 modifié appelé communément «règlement de sécurité I.G.H.» fixe ces règles. Il comprend des dispositions générales communes à tous les I.G.H. et des dispositions particulières définies en fonction de la classe de l'I.G.H. (G.H.A., G.H.O...).

Les réglementations E.R.P. ou relevant du Code du Travail peuvent également s'appliquer à un I.G.H..

High-rise et Skyscraper / Tall, Supertall et Megatall.

Dans le monde, plusieurs définitions existent pour parler d'immeubles hauts. Le premier mot, *skyscraper* est l'équivalent littéral du mot français gratte-ciel, décliné dans plusieurs autres langues (*Rascacielos* en Espagnol, *grattacielo* en Italien, *Wolkenkratzer* (« gratte-nuage ») en Allemand). On trouve dans chacun des mots un rapport au ciel, sauf en allemand. *Wolkenkratzer* évoque plutôt les nuages, ce qui en fait peut-être le plus sensible de ces mots.

Le mot *High-rise* est aussi couramment utilisé pour parler d'immeubles haut, sans pour autant désigner le gratte-ciel. C'est l'équivalent de l'I.G.H. en France. Chaque juridiction les définit selon ses propres règles d'urbanisme. Le mot *Tower* est quant à lui bien utilisé pour parler de structures n'accueillant pas forcément d'usages définis les mats ou tours de télécommunication. Enfin pour qualifier les gratte-ciel, trois termes sont utilisés. Explicités dans la figure I1.1, on parle de *Tall* (plus de 150 m), *Supertall* (plus de 300 m) et de *Megatall* (plus de 600 m). On compte trois *Megatall* dans le monde en 2020. Le Burj Khalifa, la Shanghai Tower (632 m), et le Abraj Al Bait (La Mecque, 601 m).

Gratte-ciel : Mutations techniques, technologiques et architecturales

D'autres gratte-ciel de même catégorie sont en construction comme la Jeddah Tower, (Arabie Saoudite, 1000 mètres), la tour M (Kuala Lumpur, Malaisie, 700 m), le Merdeka PNB118 (Kuala Lumpur, Malaisie, 644 m) et la Rama IX Super Tower (Bangkok, Thaïlande, 613 m). Le Burj Khalifa à Dubaï reste, en 2020, la plus haute structure construite par l'Homme mais aussi le plus haut gratte-ciel. Sa flèche atteint les 828 mètres au dessus du sol (cf. figure I1.1). Le diagramme présente d'une part la distinction entre les dénominations internationales (Megatall, Supertall et Tall) et françaises (I.G.H. et I.T.G.H.). D'autre part, il présente, avec la Tour Eiffel comme référence, six bâtiments de grande hauteur du continent européen. Chacun est le plus haut bâtiment du pays représenté en 2020. Ces bâtiment sont mis en opposition aux plus haut gratte-ciel des Etats-Unis, de Chine et des Emirats Arabes Unis.

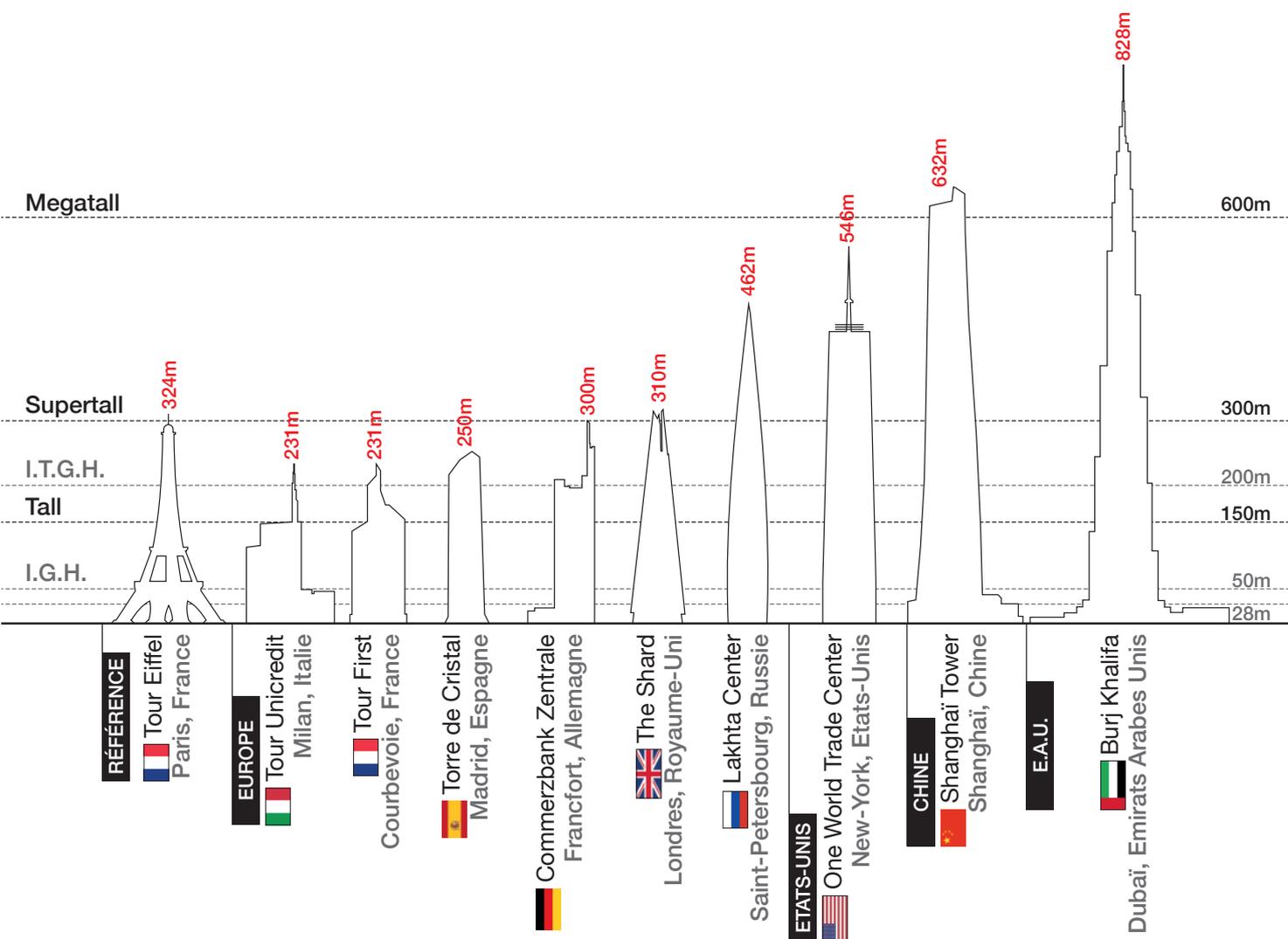


Figure IA-1 / Infographie montrant les différents types de classification affectant les bâtiments de grande hauteur.

Source des données : skyscraperpage.com

I.B. Une pulsion engageant la construction de bâtiments hauts

I.B.1. Emergence de la verticalité

Origines

Apparue au cours de l'antiquité, en Egypte, la pyramide est une forme de bâtiment constituée de pierre. La grande pyramide de Gizeh (146,5m) fut bâtie vers 2650 av.-J.C. et a été préservée jusqu'à aujourd'hui. Elle est restée pendant des millénaires la plus haute structure jamais bâtie par l'Homme et demeure la seule merveille du monde encore visible. Dès le Moyen-âge, les cathédrales prirent le dessus sur celle-ci. Notamment avec l'édification de la cathédrale de Lincoln au Royaume-Uni. Sa flèche portant la hauteur de l'édifice s'est écroulée en 1549 et n'a jamais été reconstruite. La cathédrale devint un outil de représentation pour l'Eglise, et beaucoup devinrent les plus hauts édifices construits par l'Homme. On peut citer, entre autres, la cathédrale de Strasbourg (1647, 142m), la cathédrale de Rouen (1876, 151m) et la cathédrale de Cologne (1880, 157m) qui furent toutes trois les plus hautes structures du monde successivement. Les cathédrales gothiques furent édifiées vers le ciel dans la volonté de rapprocher l'Homme de Dieu. Ces édifices exploitaient leur hauteur à des fins ornementales et spirituelles, mais étaient aussi utilisés à des fins militaires en tant que point d'observation. D'autres constructions quant à elles, comme les beffrois ou les tours défensives avaient un rôle exclusivement stratégique. Comme les seuls accès au sommet de ces bâtiments étaient constitués d'escaliers ou d'échelles, il est vraisemblable que ce type d'accès n'encourageait pas le développement de ce type de construction pour d'autres usages.

Italie

La ville de San Gimignano en Italie a un passé avec la verticalité, qui s'est développé au Moyen-Âge. Chaque famille noble qui assurait un contrôle sur la ville, construisait des maisons-tours qui pouvaient parfois atteindre 50 mètres. Il reste dans la ville encore 14 tours, mais l'on en comptait 75 à l'apogée de la puissance économique de San Gimignano. Dans *La Folie des Hauteurs*, Thierry Pacquot évoque notamment la ville : « Si les tours de San Gimignano, en Toscane, nous ravissent encore, c'est certainement à cause de leur espacement, tandis que dans le cas de Bologne, c'est leur rapprochement.»¹¹. Les deux villes italiennes sont dans l'ouvrage présentées comme les premiers modèles servant un argumentaire construit autour de la dénonciation de la tour comme un moyen d'asseoir une autorité, de symboliser la puissance. Les tours qui ponctuent la ville n'en restent pas moins des exemples notables d'un type d'architecture fondateur pour la ville.

¹¹ Pacquot, Thierry. *La Folie des hauteurs, Pourquoi s'obstiner à construire des tours?* p.12

Pagode

Dans l'architecture japonaise, entre autres, la pagode est un des éléments verticaux les plus remarquables. Dans la ville, elle symbolise la présence d'un lieu sacré. Elle s'établit aussi en tant que point de repère indiquant un temple. En effet, « Son action au sein de la ville est la même que celle de nos églises »¹². Importée d'Inde au VI^{ème} siècle, et déclinée en de nombreuses formes, elle a toujours eu une place au sein de la ville japonaise en tant que première marque historique d'une forme de verticalité.

Course à la hauteur

Avant la révolution industrielle, les bâtiments les plus hauts étaient des forteresses militaires, ou des édifices religieux. En 1889, une tour de métal puddlé de 300 mètres est construite à l'occasion de l'Exposition universelle. Elle est dessinée par Gustave Eiffel, ingénieur, et Stephen Sauvestre, architecte. L'utilisation du métal n'est pas la seule innovation technique mise en place dans ce projet. On retrouve également une série d'ascenseurs permettant d'atteindre le sommet de la tour. La tour Eiffel est alors la plus haute structure du monde jusqu'en 1930 ; elle est alors dépassée par le Chrysler Building (318,9m), puis par l'Empire State Building (381m) en 1931. Il faut ensuite attendre 1972 pour que soit construit le World Trade Center à New-York dépassant les deux constructions de Midtown Manhattan (417 et 415m). Elles furent à leurs tour dépassées en 1974 par la Willis Tower de 442 mètres, à Chicago. Les Tours Petronas (451,9m) de Kuala Lumpur la dépassèrent en 1998. La course à la hauteur ne s'arrêta pas là, et ce malgré la destruction du World Trade Center de New-York dans l'attentat terroriste du 11 septembre 2001. En 2004 fut construite la tour Tapei 101 (509m) puis en 2009 le Burj Khalifa (828m), qui demeure encore la plus haute structure bâtie par l'Homme.

Silhouettes

Des pyramides aux gratte-ciel, l'Homme a assouvi un désir de rejoindre le ciel, et de marquer sa présence sur Terre. Grâce à la technologie et aux techniques, il a pu construire ces édifices. Les bâtiments hauts sont autant de silhouettes dans le paysages que de marqueurs de cette ambition humaine. Ces bâtiments constituent ainsi un héritage culturel et architectural pour l'Homme. Par les silhouettes que ces bâtiments dégagent des lignes d'horizons, les édifices marquent un paysage, rural ou urbain, et composent avec lui. Ils constituent également des points de repères qui permettent aux Hommes de diriger, de la même façon qu'un élément de paysage naturel. Certaines silhouettes ont le pouvoir, de conférer à un lieu son identité. D'autres composent ensemble un seul et même paysage, dans la ville de New-York, par exemple. La structure du paysage peut permettre de distinguer un espace, ou une ville. Paris et Londres, partagent une identité architecturale européenne, ainsi qu'une géographie similaire. Pourtant ces deux villes sont différenciables par les silhouettes structurant leur territoire. La *skyline*, définie par la silhouette des bâtiments qui la composent, regroupe ainsi différentes catégories de marques qui émergent de la ville, dont les gratte-ciel.

¹² Vezard, Marie. Ruines et Résilience dans la région du Tohoku. p.76

I.B.2. Origines du gratte-ciel

Pour la symbolique, la stratégie et l'identité, l'Homme a embrassé la verticalité. Cette pulsion à construire vers le ciel a été développée par les innovations et l'ingéniosité de l'Homme. La course à la hauteur n'a pourtant été permise que par les techniques et les technologies dont l'Homme ne disposait au moment de la construction de ces structures. Au fur et à mesure, les évolutions de la technologie ont permis d'aller au delà des contraintes qui lui étaient alors encore imposées.

Conditions sine qua non

Une invention française a notamment joué un rôle fondamental dans le développement du composant étudié ici qu'est le gratte-ciel. L'ingénieur Felix Léon Edoux dévoila en 1864 une technologie utilisant un vérin vertical et une cabine équilibrée et la désigne comme étant un ascenseur. Depuis son invention, l'ascenseur s'est toujours perfectionné, sans pour autant avoir été sujet à de grandes mutations. Le fait qu'il soit désormais suspendu par des câbles n'a pas pour autant redéfini la nature. L'ascenseur a subi les évolutions des styles, comme tout autre élément architectural. Bien que les premiers ascenseurs aient été introduits avec l'ornementation représentative de l'année de leur mise en service, l'ascenseur est toujours resté une cabine. Le plus souvent fermée, celle-ci s'est déformée, agrandie, ajourée mais est restée ce lieu presque technique, oublié. Aujourd'hui, l'ascenseur est plutôt, quand cela est possible, vitré, permettant ainsi à ses utilisateurs de prendre conscience de leur ascension. Dans la majorité des cas, pourtant, il est encore réduit à une expression utile plutôt qu'esthétique ou spatiale. Pour des raisons structurelles, dans les gratte-ciel, il est en enfermé dans une gaine servant de structure au bâtiment qu'il sert. Le développement des technologies équipant les ascenseurs a été centré sur l'amélioration de la vitesse des cabines, mais aussi leur gestion. En effet, ils se déplacent de plus en plus vite et permettent d'atteindre le sommet des gratte-ciel, de plus en plus haut, le plus rapidement possible. Si l'ascenseur, condition sine qua non au gratte-ciel, venait à muter, il est alors fondamental de penser aux facteurs qui permettraient de redéfinir ce lieu. L'ascenseur ne fut pas la seule avancée technique permettant à l'Homme de développer la construction de gratte-ciel. L'invention du téléphone par Graham Bell en 1876 induit un bouleversement des modes de travail en facilitant grandement la communication. Le chauffage, puis la climatisation ont augmenté le confort des utilisateurs des gratte-ciel. Les avancées de la sidérurgie ainsi que les revêtements ignifuges ont parallèlement participé au phénomène. Ces facteurs ont introduits, favorisés, et amélioré le développement et la construction des gratte-ciel.

Rivalités

Le gratte-ciel, que l'on nomma ainsi outre-atlantique dès 1891 fit son apparition au Nord-Est des Etats-Unis. Ce dispositif urbain est issu d'une rivalité entre New-York et Chicago, dans une course à la hauteur (*The B1M, New-York vs Chicago: Race for the skies*). Porter un regard sur ces deux villes permet de comprendre les rapports qu'ils ont entretenus à la technologie et aux techniques au moment de leur construction, ainsi qu'à l'époque dans laquelle ils se sont inscrit. Trois périodes peuvent être considérées dans le développement des premiers gratte-ciel, associées à trois typologies différentes.

1875-1899 : Emergence

A la fin du XIXème siècle, les Etats-Unis sont dans un contexte de croissance économique et démographique. En 1871, Chicago fut ravagée par un incendie. Plus de 18000 bâtiments furent détruits laissant presque un tiers des habitants de la ville à la rue. Le Grand Incendie de Chicago fut le catalyseur de sa transformation. La grande disponibilité de terrains et une croissance démographique liée à l'immigration donna aux urbanistes l'opportunité de concevoir une ville moderne. L'école de Chicago gagnait en influence, et transforma la ville en un laboratoire architectural mettant en pratique les idées portées par le mouvement. Composé d'architectes américains ayant étudiés à l'Ecole des Beaux-Arts. Ces idées reposaient, entre autres, sur la généralisation de l'usage de l'acier pour la réalisation des gratte-ciel, et une reprise de l'ordre colossal. L'école de Chicago était aussi pour la construction de bureaux, d'usines, de gares et de logements dans une question de fonctionnalité. Pour que ces nouveaux bâtiments soient durables, de nouveaux matériaux issus des avancées du domaine de la sidérurgie vinrent élargir le spectre des réponses architecturales. L'acier, le fer forgé, et le ciment permirent de concevoir des bâtiments avec moins de matière, et ce avec de nouvelles techniques constructives. La spéculation immobilière conduit à penser à construire plus sur une parcelle, et a donc amené architectes et ingénieurs à répéter les étages d'un bâtiment sur plusieurs étages. A la fin des années 1880 cela conduit à la construction du Home Insurance Building, considéré par certains comme le premier gratte-ciel. D'autres désignent plutôt le New York Tribune Building construit en 1875. A New-York, les parcelles étaient de petite taille, et les promoteurs avaient la volonté de rentabiliser leurs parcelles. Le Home Insurance Building fut le premier bâtiment soutenu par une structure interne et externe en métal résistant au feu. Son architecte et ingénieur, William Le Baron Jenney a conçu un bâtiment constitué d'une structure porteuse métallique composée de poteaux et de dalles, couplé à un parement composé de pierre. La façade apparente en pierre de ce nouveau type de bâtiment n'était en fait pas porteuse. Ce système constructif n'a rien de nouveau à l'époque de la construction, et fut employée pour la première fois sur un bâtiments industriel : le Ditherington Flat Mill, à Ditherington au Royaume-Uni. Ce bâtiment fut le premier du monde à avoir recours à une structure porteuse en acier, et est souvent considéré comme l'ancêtre du gratte-ciel. Cette innovation structurelle apparue en Europe permis de réduire de deux tiers la masse du Home Insurance Building comparé à un bâtiment intégralement maçonné. Un ascenseur hydraulique a aussi été mis en place dans le projet, facilitant ainsi l'accès aux 10 étages du bâtiment. Les techniques constructives employées par William Le Baron Jenney, ainsi que les principes



Figure IB2-1 / Chicago, Home Insurance Building
©Chicago History Museum



Figure IB2-2 / New-York, Downtown en 1909 montrant le Singer Building
©United States Library of Congress's Prints and Photographs division

fondateurs du bâtiment ont été dupliqués dans d'autres projets similaires à Chicago où le bâtiment fut plébiscité et perçu comme un signe de modernité. En 1893, on y dénombrait douze bâtiments comprenant entre 16 et 20 étages, contre seulement quatre à New-York. Chicago semblait alors mener les Etats-Unis dans la course à la hauteur.

La ville de New-York, désirant assoir sa dominance sur les marchés européens, sa population ayant triplée entre 1840 et 1870, perçue le progrès vertical comme une solution à ses enjeux de développement. En 1889, le *New York City Department of City Planning* autorisa l'usage de l'ossature en acier. Cela permis la construction du Tower Building, qui ouvrit ensuite la voie à d'autres bâtiments similaires à travers New-York.

1900-1919

A partir des années 1900, à New-York, l'industrie de la construction battait son plein. De récentes mesures de régulation de hauteur mises en place à Chicago, liées à l'explosion de la construction de gratte-ciel, permirent à New-York de dominer cette course. En 1902, cela s'est concrétisé par la construction de l'iconique Flatiron Building. Le plan atypique du gratte-ciel de 87 mètres découle de la forme de la parcelle qu'il occupe. Avant le développement de l'ossature métallique, il aurait été impossible à D.H. Burnham & Company de concevoir un bâtiment au plan triangulaire. Dans la même lignée, le Singer Building rejoint la *skyline* new-yorkaise en 1908, devenant le plus haut immeuble du monde avec ses 187 mètres.

Gratte-ciel : Mutations techniques, technologiques et architecturales

En moins d'un an, le Metropolitan Life Insurance Company livra une tour de 213 mètres de haut et repris le titre au Singer Building. La Metropolitan Life Insurance Tower resta le plus haut immeuble du monde jusqu'à la construction du Woolworth Building en 1913. New-York menait donc toujours la course. Le modèle du gratte-ciel, basé sur le système à ossature en acier se diffusa rapidement au reste des Etats-Unis, et Chicago continuait son développement. L'avant-guerre fut marqué par un boom de la construction, associé aux progrès techniques et aux méthodes de constructions développées, ce qui favorisa la construction des gratte-ciel aux Etats-Unis. Néanmoins, certaines critiques à l'égard de ces bâtiments commençaient à émerger. Les inquiétudes sur les ombres portées et les masses de ces constructions furent soulevées, surtout après la construction de l'imposant Equitable Life building en 1915. Mais, contrairement à Chicago, le *New York City Department of City Planning* fut adopter la loi de 1916 ou *Zoning resolution*. Cette loi donna lieu à des retraits des constructions dépendants des largeurs des voies afin de favoriser l'arrivée de lumière dans les rues et améliorer la circulation de l'air. Ces réglementations ont ouvert la voie à une typologie de gratte-ciel plus effilée, présentant l'avantage de produire moins d'ombre, ainsi que d'offrir une typologie plus singulière par son élancement vers le ciel.



Figure IB2-3 / New-York, Midtown après 1931 montrant l'Empire State Building et le Chrysler Building
©IIP Photo Archive

1920-1939 : Entre-deux-guerre

Toujours sous l'influence de la loi de 1916, la construction reprit à New-York à l'après-guerre, et influença la typologie des gratte-ciel construits. L'influence du style Art-Déco définit de nouveaux critères esthétiques présents dans les constructions entre 1920 et 1930. Le Chrysler Building (1928) et l'Empire State Building (1931), atteignant respectivement des hauteurs de 318,9 mètres et de 381 mètres, furent tous deux les plus hauts immeubles du monde à leur construction, et demeurent les témoins de ce courant artistique et architectural.

Ces trois vagues de construction de gratte-ciel, à New-York et à Chicago présentent les marques d'un nouveau type de bâtiment. Le gratte-ciel tel qu'il a été introduit à l'époque est peut-être bien différent de celui que l'on connaît aujourd'hui, par son écriture architecturale, mais on peut tout de même y lire les caractéristiques du gratte-ciel d'aujourd'hui. En particulier la façon dont les personnes circulaient dans ces bâtiments, grâce à l'ascenseur.

Si l'on compare New-York et Chicago au début des années 1930, on voit que New-York a mené cette bataille, notamment avec deux très grands bâtiments qui sont le Chrysler et l'Empire State Building. La rivalité entre ces deux villes perdure depuis, comme nous pouvons le voir sur l'infographie sur la page suivante, qui compare les dix plus hauts bâtiments des deux villes successivement dans les années 1930, et aujourd'hui.



Figure IB2-4 / Le Loop de Chicago en 1931
©Chicago Historical Society

Gratte-ciel : Mutations techniques, technologiques et architecturales

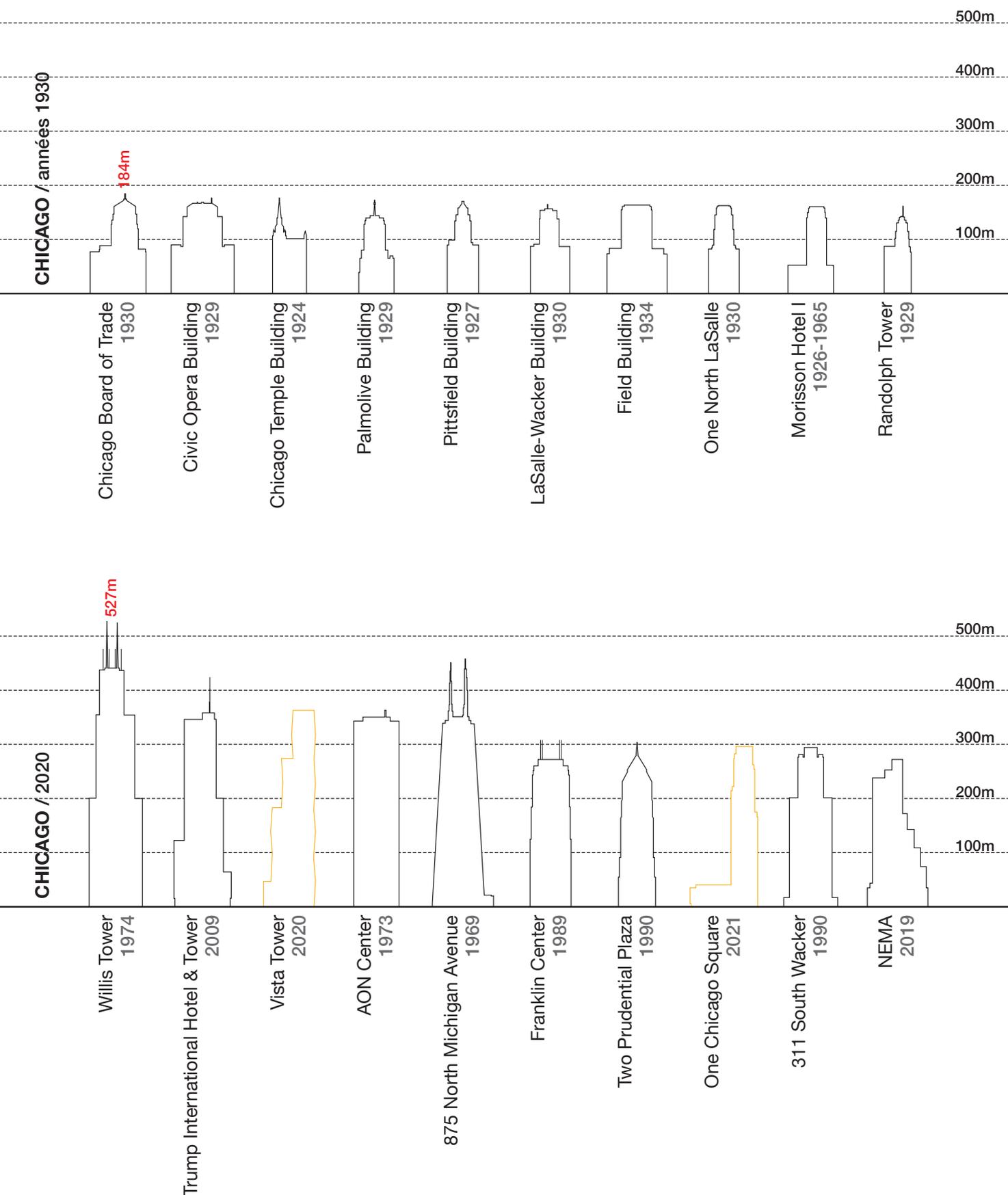


Figure IB2-5/ Comparaison des dix plus hauts bâtiments de Chicago dans les années 1930 et en 2020
 Source des données : skyscraperpage.com (bâtiments en jaune = en cours de construction)

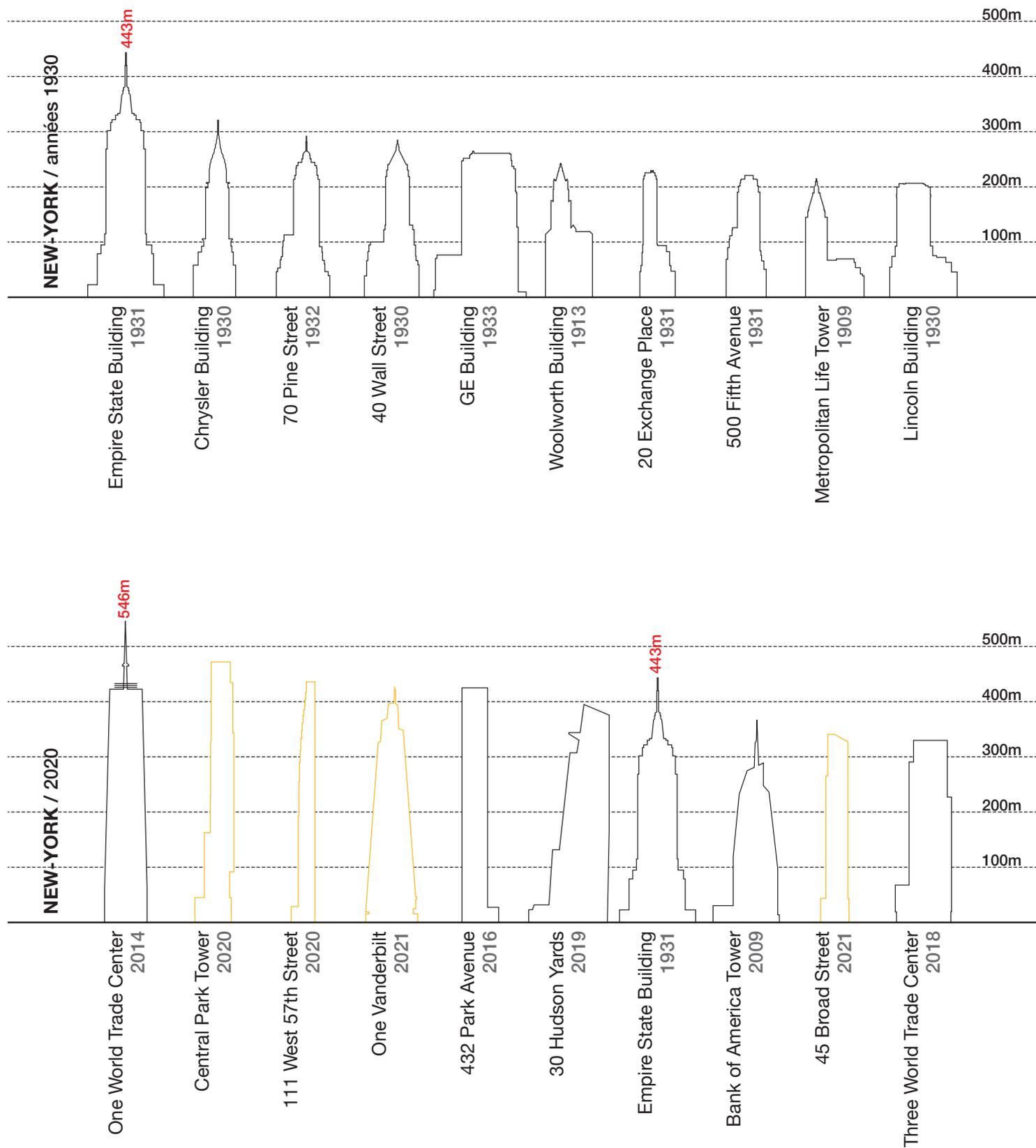


Figure IB2-6 / Comparaison des dix plus hauts bâtiments de New-York dans les années 1930 et en 2020
 Source des données : skyscraperpage.com (bâtiments en jaune = en cours de construction)

I.B.3. Evolution des systèmes constructifs et enjeux du gratte-ciel

Nous l'avons donc vu dans la précédente section de ce mémoire, l'évolution des gratte-ciel s'est faite, entre autres, par les innovations. En perfectionnant les techniques constructives, certaines villes américaines sont entrées dans une véritable compétition afin d'avoir le plus haut gratte-ciel de leur nation. Il est important de rappeler qu'au moment de sa construction, la tour Eiffel s'est inscrite, elle aussi, dans ce mouvement, et a placé la France au premier rang de cette course. Bien qu'il s'agisse d'une tour, et non d'un immeuble ou d'un gratte-ciel, la grande innovation technique dont elle rendait compte et sa hauteur, jamais atteinte pour une structure bâtie par l'Homme ont marqué l'esprit collectif.

Rapport au temps

Dans son ouvrage, *La Folie des Hauteurs*, Thierry Pacquot revient sur le développement des gratte-ciel. Son opinion est la suivante : « La tour devient un emblème, logo, marque. Elle symbolise l'audace capitalistique, le challenge, le défi. Elle rêve de compétition, de dépassement, de toujours plus haut. Elle synthétise les progrès en matière de construction d'une époque, et à chaque amélioration d'effectue un changement de génération. Car chaque tour est datée. »¹³. Il est certain qu'un édifice est construit à une certaine époque et la reflète. Il me paraît en revanche réducteur de considérer que ce mode de pensée ne s'applique qu'aux bâtiments de grande hauteur. Chaque bâtiment est fondé selon les techniques constructives et les techniques accessibles au moment de sa construction. Le contexte immobilier du site dans laquelle il est construit et le regard que porte l'architecte sur la ville sont aussi des facteurs déterminants dans la conception. De la même manière que l'architecte propose un projet répondant aux enjeux du site. Ceci est valable pour les tours ou les gratte-ciel aussi bien que pour tout autre édifice. William Pedersen exprime l'idée que l'architecture établit un rapport fort entre les différentes temporalités de notre histoire : le passé, le présent et le futur. Selon lui, « Un lien temporel multi-directionnel requiert une représentation symbolique suffisamment « ouverte » pour permettre plusieurs lectures et pour éviter de figer une culture dans une époque. »¹⁴. L'écriture d'un bâtiment traduit son époque de construction, mais certains codes, plus universels, peuvent éviter cela. Pour reprendre une citation de l'architecte britannique Sir Norman Foster, fondateur de l'agence Foster+Partners, « En tant qu'architecte, nous concevons pour le présent, avec conscience du passé, pour un futur qui est en essentiellement inconnu. »¹⁵

¹³ Pacquot, Thierry. *La Folie des hauteurs*, Pourquoi s'obstiner à construire des tours? p.8

¹⁴ Höweler, Eric. *Gratte-ciel contemporains*. p. 7

¹⁵ Foster, Norman. TED Talk, DLD 2007 Conference.

Porter un regard sur les gratte-ciel de New-York et de Chicago permet de percevoir l'évolution de ces villes, et ainsi leur histoire. Ces bâtiments constituent un patrimoine bâti du génie humain. Les courants et les codes qu'ils expriment, ne sont pas, en soit, une faiblesse. Bien au contraire.

Styles architecturaux

Le style architectural des premières formes de gratte-ciel est marqué d'une part par la reprise des ordres classiques de l'architecture. C'est notamment le cas du Home Insurance building reprenant la base, un fût et un chapiteau, définis par l'ordre colossal adopté par l'Ecole de Chicago. Il en est de même pour le Flatiron Building, et de nombreux autres constructions de cette période. Le Singer Building exprimait le style Beaux-Arts américain. Le Chrysler Building et l'Empire State Building sont des exemples singuliers du mouvement Art-Déco. Et pourtant, ils n'en restent pas moins des édifices d'une grande qualité architecturale. Ils ne pourraient aujourd'hui ne plus être qualifiés de contemporains, mais demeurent des chef-d'œuvres éloquents de l'architecture.



Figure IB3-1 / Chicago, The Loop en 2017
©Trashhand



Figure IB3-2 / New-York, Midtown en 2019
©Mchlanglo793

Rupture

Le Wainwright Building, à Saint-Louis, de Dankmar Adler et Louis Sullivan, tous deux figures marquantes de l'École de Chicago fut construit en 1891. Il est perçu comme le prototype influençant le développement du gratte-ciel (Archdaily, *The Stories Behind 17 Skyscrapers & High-Rise Buildings That Changed Architecture*). Mais on peut constater une très nette rupture entre les bâtiments apparus aux Etats-Unis, et les immeubles hauts contemporains. Cette rupture est le résultat d'un abandon des codes classiques dans l'architecture. Le courant moderne définit une nouvelle expression architecturale, plus minimaliste pour les immeubles hauts, dans un rejet de l'ornementation, et dans un retour à la nature de la construction. Un échantillon de plusieurs bâtiments peut permettre de comprendre quelles sont les évolutions dans le dessin du gratte-ciel qui ont mené à la standardisation du bâtiment de grande hauteur.

Après-guerre

La fin de la seconde guerre mondiale marque un tournant dans l'architecture. Aux Etats-Unis, où les gratte-ciel se sont développés considérablement, cela a été induit par deux facteurs. D'une part, l'essor de l'économie américaine. Les accords de Bretton Woods de 1944 établirent le dollar américain comme monnaie de référence internationale, tandis que l'Europe était détruite, divisée et subissait une crise monétaire. Les Etats-Unis prirent alors la place de première puissance mondiale. Le pays tenait la première place mondiale dans tous les domaines. A lui seul, il assurait la moitié de la production mondiale, possédait deux tiers de la flotte mondiale, et cumulait 25% des échanges internationaux. Il tenait d'ailleurs à reconstruire l'économie mondiale selon les principes du libre-échange. Les Etats-Unis disposaient d'une avancée technologique par rapport au reste du monde à la fin de la seconde guerre mondiale. D'autre part, une influence des architectes européens joua son rôle dans l'essor du mouvement moderne aux Etats-Unis. Ayant fui le vieux continent, ils ont amenés avec eux leurs techniques et traditions architecturales. De 1945 à 1970, le pays connut son âge d'or de croissance économique, ce qui induit une construction sans précédent de gratte-ciel à travers les Etats-Unis. En se référant au modernisme américain, Eric Höweler évoque notamment un rapport entre « les grands volumes nécessaires aux bureaux, la notion de fabrication en série et les progrès technologiques. »¹⁶. Il poursuit en évoquant le Seagram Building de Ludwig Mies Van der Rohe, et la Lever House de l'agence Skidmore, Owings and Merrill et souligne le fait que par « leur silhouette abstraite, leurs façades aux lignes dépouillées, et leurs places publiques »¹⁷, ces deux bâtiments ont marqué l'histoire du gratte-ciel, et on grandement participé à la diffusion du style international. Ces trois paramètres furent par la suite repris de nombreuses fois par les architectes.

¹⁶ Höweler, Eric. Gratte-ciel contemporains. p. 10

¹⁷ Höweler, Eric. Gratte-ciel contemporains. p. 10



Figure IB3-3 / Seagram Building, New-York, 1958
©Ezra Stoller/Esto, Canadian Center For Architecture



Figure IB3-4 / Lever House, New-York, 1952
©Ezra Stoller/Esto, Canadian Center For Architecture

Less is More / Yes is More

Ludwig Mies Van der Rohe, architecte allemand expatrié aux Etats-Unis marqua notamment l'architecture a bien des égards. Il fut un des derniers directeurs de l'école du Bauhaus, et pionnier du minimalisme et du mouvement moderne. Il eu recours dans ses projets aux nouveaux matériaux et technologies. Il employa notamment de l'acier industriel et des baies vitrées pour créer des bâtiments austères, d'une grande sobriété mais d'une rare élégance. Sa devise « less is more » fut évoquée par de nombreux architectes par la suite. L'agence danoise BIG a notamment publié *Yes is More*, dont le titre fait indéniablement référence à Mies Van der Rohe. L'ouvrage le présente, aux côtés de Le Corbusier comme étant l'un des pionniers de l'architecture moderne. Pourtant, cette libération a eu des effets néfastes sur l'architecture mondiale selon l'agence de Bjarke Ingels. En effet, en voulant simplifier le vocabulaire de l'architecture et en rejetant toute forme d'ornementation, cela aurait conduit à une monotonie architecturale dans l'ensemble des constructions du mouvement moderne, entraînant un appauvrissement de l'architecture contemporaine issue de ce même mouvement. Selon l'agence danoise, « pour ses disciples (et quelque part, pour lui-même) cette révolution a peu à peu dégénéré dès lors que son slogan libérateur a engendré un appauvrissement de l'imagination, faisant de la libération du style, justement, un nouveau carcan stylistique.

Le résultat est une répétition acharnée des cubes anonymes tous identiques, qui occupent de vastes territoires dans la ville contemporaine. »¹⁸. Pour les gratte-ciel, en l'occurrence, Ludwig Mies Van der Rohe en définit certains codes. Ayant un affect pour des constructions composées de béton, d'acier et de verre, ceux-ci définirent le langage employé par le modernisme lors de la conception des gratte-ciel. On retrouve par exemple l'ensemble de ces matériaux dans deux de ses œuvres. Le Seagram Building, fut construit en 1959 à New-York pour la société homonyme. Conçu par Ludwig Mies Van der Rohe et Philip Johnson, l'édifice pourrait paraître aujourd'hui comme étant atemporel, et ne présentant pas de caractéristiques distinctives. Sa structure est composée d'une ossature en béton armé. L'usage du mur rideau dans la construction était peu représenté, mais est apparu dans les années 1880 à 1890. L'architecte l'a mis en œuvre dans certains de ses projets antérieurs au Seagram Building comme les appartements du Lakeshore drive en 1949, puis le Crown Hall entre 1950 et 1956. Ces deux projets, bien différents dans leurs échelles, sont précurseurs des typologies que l'on retrouve dans la plupart des tours de bureaux contemporaines. Bien que l'un soit un espace de l'Illinois Institute of Technology pour la faculté d'architecture, et l'autre, un bâtiment résidentiel donnant sur le Lac Michigan. Le Crown Hall, caractérisé par un plan libre de toute structure, permet une grande liberté d'usage de ce lieu d'une grande qualité architecturale. Les logements de Lakeshore Drive, conçus sans climatisation à l'époque, tout comme le Crown Hall, comptaient notamment sur la ventilation naturelle et des moyens de créer de l'ombre à l'intérieur pour modérer la température en été.

Monolithes

Lors de sa construction, le Seagram Building était en inéquation avec les immeubles que l'on pouvait voir à New-York. D'abord par son vitrage de couleur bronze souligné par des éléments de couleur graphite donnant au bâtiment un aspect monolithique et sombre. Ensuite par la forme même du bâtiment, composé de trames et de lignes épurées, dépourvu de toute forme d'ornement en voulant exprimer la construction du bâtiment dans son expression même. Nous l'avons vu précédemment, les gratte-ciel jusqu'aux années 1930 optaient pour un parement de pierre ou de brique soutenu par une ossature en acier cachée, le tout dans une composition inscrites dans les mouvances de l'époque de la construction du bâtiment. Le Seagram Building pourrait sembler ne rien affirmer. Une des intentions des architectes par le traitement employé sur la façade était d'exprimer la verticalité en y ajoutant des profils métalliques exprimant ainsi la structure de l'édifice et donnant au bâtiment un aspect élancé. Le fait de reculer le bâtiment de 28 mètres de la rue permettait aussi de créer une place publique à la base du Seagram Building, et de souligner la monumentalité du projet. Cette place composée de granit comporte deux bassins, dans la même sobriété que celle du bâtiment. Le bâtiment atteignant les 157 mètres de haut, la technologie aurait pu permettre d'atteindre de plus grandes hauteurs. Mais le but n'était pas de dépasser l'Empire State Building.

¹⁸ Ingels Bjarke, Yes is More. Une bande dessinée sur l'évolution architecturale. p. 3

Selon Phyllis Lambert, ayant participé aux côtés des deux architectes à l'élaboration des plans du Seagram Building, puis plus tard, du Dominion Center de Toronto, « Nous devons concevoir un bâtiment qui exprime le meilleur de la société dans laquelle nous vivons, tout en lui permettant de refléter nos espoirs pour une société meilleure. »¹⁹. La volonté des équipes de la conception de ce bâtiment ne s'est pas portée sur un désir d'acquiescer un titre mais de proposer une vision de l'architecture volontaire de porter un message atteignant la société. Le Seagram building demeure encore un des pionniers du mouvement moderne et est encore considéré comme une référence pour le style international, désormais largement répandu dans le monde. Mies Van der Rohe a notamment participé à l'élaboration d'autres projets similaires exprimant les mêmes principes, qui furent à leur tour réinterprétés dans de nombreux autres bâtiments à travers le monde. Le Federal Center de Chicago fut construit entre 1958 et 1974. Le complexe, conçu en partie par Ludwig Mies Van der Rohe se compose de deux tours dont l'une mesure 157 mètres de haut. Elles sont accompagnées à leur base d'un pavillon dédié à la poste et d'un espace public. Bien que les trois bâtiments soient séparés par une rue, ils n'en demeurent pas moins connectés entre eux par le travail de trame signalant une appartenance à un même dessein.



Figure IB3-5 / Federal Center, Chicago, 1974
©Panda Collection/Canadian Architectural Archives,
University of Calgary



Figure IB3-6 / Les six tours du Toronto Dominion Center dans le centre de
Toronto, 2019
©Tylersjourney

¹⁹ Lamster, Mark. A Personal Stamp on the Skyline, New York Times.

Gratte-ciel : Mutations techniques, technologiques et architecturales

Le Dominion Center de Toronto, fut conçu par l'agence John B. Parkin and Associates et l'agence Bregman + Hamann Architects. Ludwig Mies Van der Rohe intervient en tant que conseiller en conception sur ce projet. On peut observer la reprise de bon nombre des principes mis en place sur le Seagram Building, le Federal Center de Chicago ou les tours de logement de Lakeshore Drive. Une filiation est évidente entre tous ces bâtiments. Le complexe du TD Center se compose de six immeubles de 47 à 223 mètres de haut et d'un pavillon qui furent édifiés entre 1967 et 1991.

Modernisme

L'essence même du modernisme est de réussir à réduire le bâtiment à sa plus simple expression. Dans les projets évoqués précédemment, l'extrême simplicité du bâtiment ne fait transparaître que sa nature constructive. Cela étant, les éléments de façades employés n'étaient pas structurels. Et donc la volonté d'articuler la réelle nature des matériaux n'était finalement qu'un leurre et les profils utilisés en façade en sont réduits à de la décoration. Les éléments structurels se trouvaient cachés derrière la façade dans les projets évoqués. Pourtant ces gratte-ciel, d'une grande sobriété, ont introduit dans l'architecture contemporaine de nombreux codes. Il faut les considérer comme des références du modernisme.

Post-modernisme

À la suite de cette période, le mouvement postmoderne s'établit au début des années 1970. Contrairement à la précédente mouvance, le postmodernisme réintroduit dans l'architecture une notion des codes et des ordres classiques. On peut notamment citer le Sony (anciennement AT&T) building à New-York qui est un exemple de construction de gratte-ciel postmoderne. Cette tour de bureaux, servant de siège à la société de télécommunication américaine, a été conçue par Philip Johnson. Ce bâtiment provocateur comporte en son sommet un fronton cassé qui suscita de nombreux débats sur le post-modernisme jusque dans les années 1990. Le 601 Lexington Avenue, (anciennement Citicorp Center) à New-York est contemporain au Sony Building. Construit entre 1973 et 1978, il exprime dans sa volumétrie et dans la composition de sa façade, tout autre chose que les gratte-ciel du mouvement moderne ou postmoderne. Composé de panneaux de métal et de verre bleuté, d'un toit incliné à 45 degrés, et de quatre piliers porteurs à sa base, il est sans nul doute l'un des gratte-ciel les plus singuliers construits dans les années 1970 à New-York. La conception de ce gratte-ciel fut le fruit d'une grande ingéniosité technique notamment pour créer les porte-à-faux supportant les étages supérieurs du bâtiment.

Super slenders

Avec les nouvelles avancées technologiques disponibles, la conception des gratte-ciel a été de plus en plus performante. À New-York, ils sont de plus en plus fins, et de plus en plus hauts notamment sur *Billionaires's Row*. Les dernières tours occupent de très petites parcelles, et étant dans l'un des quartiers les plus prisés de la grosse pomme, les promoteurs font du profit au travers de l'immobilier de luxe. Dans une réponse à ce contexte, les architectes et les

ingénieurs trouvent des procédés techniques de plus en plus complexes pour construire le plus haut possible afin d'offrir aux futurs occupants des vues imprenables sur Central Park et New-York vendues à des prix records. Atteindre de telles hauteurs avec de si petites parcelles est normalement impossible. Mais en achetant le droit foncier situé au dessus des constructions voisines, qui seront donc bloquées, les promoteurs arrivent à s'allouer plus de hauteur pour leurs projets. Le penthouse situé au sommet du 53W53, de 740 m² est encore en vente pour la somme, modique, de 63 millions de dollars. Les prix pour un logement de deux chambres de 210 m² dans les étages inférieurs du bâtiment commençaient à 5 millions de dollars. 53W53 (cf. figure Ib3 7 et 8), a été conçu par l'agence Ateliers Jean Nouvel (AJN). Ayant été pensé comme une extension du MoMA (Museum of Modern Art) et une tour résidentielle de 320 mètres de haut (équivalente à la hauteur de la Tour Eiffel), l'ensemble devait à l'origine faire la même hauteur que l'Empire State Building (381 mètres). Il se caractérise par une structure en béton armé qui s'exprime sur la façade sombre du bâtiment. Le projet a été perçu par le Financial Times comme un véritable chef-d'œuvre de l'architecture. Edwin Heathcote précise et je cite, « Alors que le reste de la ville continue son obsession pour une extrême finesse, ou est perdue dans le spectre du mur rideau sans expression [...]. L'architecte français Jean Nouvel a rusé pour montrer aux new-yorkais comment faire. »²⁰.



Figure IB3-7 / Vue de drone sur 53W53 (AJN), 2019
©Theдрonalist



Figure IB3-8 / New-York, 53W53 dont l'ombre est projetée sur le Citicorp Center, 2019
©Beholdingeye

²⁰ Heathcote, Edwin. Jean Nouvel's tower puts the Gotham back into New York.

Il est donc certain que l'engouement suscité par ce bâtiment est lié à son apparence expressive qui se différencie des tendances de construction à New-York. Par sa silhouette élancée, le gratte-ciel compose avec son environnement. En venant s'y opposer tout en reprenant la couleur d'une construction du mouvement moderne, la tour contribue à l'évolution de l'une des *skylines* les plus emblématiques du monde.

432 Park Avenue

Une autre construction emblématique des derniers projets de gratte-ciel new-yorkais qui s'inscrivent dans cette dynamique serait le 432 Park Avenue. Conçu par l'agence Rafael Viñoly Architects, ce gratte-ciel résidentiel de 425,5 mètres a été construit en 2015 (cf. figure Ib3-9). Il est le quatrième plus haut bâtiment des Etats-Unis et le second plus haut bâtiment résidentiel du monde. Considérée comme l'un des *super slenders* (super minces), la tour est notamment caractérisée par un ratio de 1/15. Ce bâtiment, bien qu'il soit dans la dynamique de la spéculation autour de l'immobilier de luxe est tout de même, d'un point de vue architectural, la preuve d'une technologie en constante évolution, issue des avancées de l'industrie de la construction.

111W57

Plus récemment, c'est un autre gratte-ciel qui a rejoint la *skyline* de New-York. Le 111 West 57th Street (cf. figure Ib3-10) a atteint le 5 novembre 2019 sa hauteur maximale. Dans le monde anglo-saxon, lorsque le bâtiment a atteint sa hauteur maximale, et que le dernier élément structurel ou de gros œuvre est posé on dit que la construction *topped out*, qui signifierai « a plafonné » en français. Il y a généralement une cérémonie dans les gratte-ciel pour célébrer cet événement, les coutumes varient selon les régions. La tradition était à l'origine présente aussi en France et répandue chez les maçons mais est tombée en désuétude. Le bâtiment du 111W57 est d'une extrême finesse avec un ratio de 1/24 et a dépassé le 432 Park Avenue ayant atteint sa hauteur maximale de 435 mètres. La tour se caractérise par une silhouette élancée, dont les retraits lui confèrent un profil de plus en plus fin dans son ascension vers le ciel. Ses façades sont dessinées dans un style Art-Déco et fonctionnent deux par deux. Les deux premières sont essentiellement composées de verre, et les deux autres de panneaux de terre cuite ondulés soulignés par des lignes de bronze.

Retour vers le futur

En se basant sur ces trois gratte-ciel, on peut facilement identifier un regain d'intérêt pour d'anciens courants architecturaux qui caractérisent un grand nombre de constructions new-yorkaises. La technologie utilisée dans ces trois tours a permis de tirer parti de parcelles de petite taille, tout en maximisant la surface habitable. Nous verrons ultérieurement comment les ascenseurs ont été placés dans de si petites surfaces. 432 Park Avenue a d'ailleurs un plan carré de 28,5 mètres de largeur, le 111W57, 18,28 mètres. A titre de comparaison, la pyramide du Louvre de l'architecte américain I. M. Pei fait 35,42 mètres de largeur.



Figure IB3-9 / New-York, Rockefeller Center au premier plan, Billionaires's row au second plan. Central Park Tower à gauche 111W57 à droite, 2019.
©Mchlanglo793



Figure IB3-10 / New-York, 432 Park avenue (Rafael Viñoly Architects) au centre.
©Beholdingeye

Bien que ces gratte-ciel soient créés par les promoteurs dans le but de maximiser le terrain, ces trois bâtiments, de par leurs structures, la technicité dont ils font preuve et leur qualité architecturale en font des témoins de ce que la technologie et l'industrie de la construction sont aujourd'hui capables de réaliser. A cet égard, ces structures remarquables, et permettent de se faire une idée des avancées techniques et technologiques qui sont à même de produire. La technologie a généré de nombreux outils de pointe, tant dans le domaine de la conception que de la construction depuis la révolution industrielle. Celle-ci est venue élargir les réponses apportées par les architectes et les ingénieurs. Dans une partie des bâtiments de notre époque, elle a amené également de nouvelles typologies architecturales, qui auraient été très difficiles à imaginer sans l'ordinateur. Les techniques et les technologies ont très largement permis à l'Homme d'élargir les possibilités architecturales dans la conception d'édifices de grande hauteur.

I.C. Etude de cas : SOM, Structure + géométrie + architecture

L'agence américaine Skidmore Owings & Merrill abrégée SOM a largement pratiqué l'immeuble haut. Les bâtiments conçus par l'agence sont des références en matière de performances structurelles, et font partie de certains des plus hauts bâtiments jamais construits. Porter un regard sur certains de leurs gratte-ciel est crucial pour comprendre comment les innovations et les technologies de la construction ont permis à cette agence de concevoir des bâtiments de plus en plus hauts. Aux Etats-Unis, SOM a conçu trois des plus hauts gratte-ciel de la ville de Chicago, et leur impact sur la *skyline* de la ville est conséquent. Ces bâtiments participe en grande partie à l'identité esthétique de Chicago. Il s'agit du 875 North Michigan avenue (anciennement John Hancock Center, quatrième plus haut gratte-ciel de Chicago), de la Willis Tower (anciennement Sears Tower, plus haut gratte-ciel de Chicago), et de la Trump International Hotel and Tower (2009, 423 mètres, deuxième plus haut gratte-ciel de Chicago).

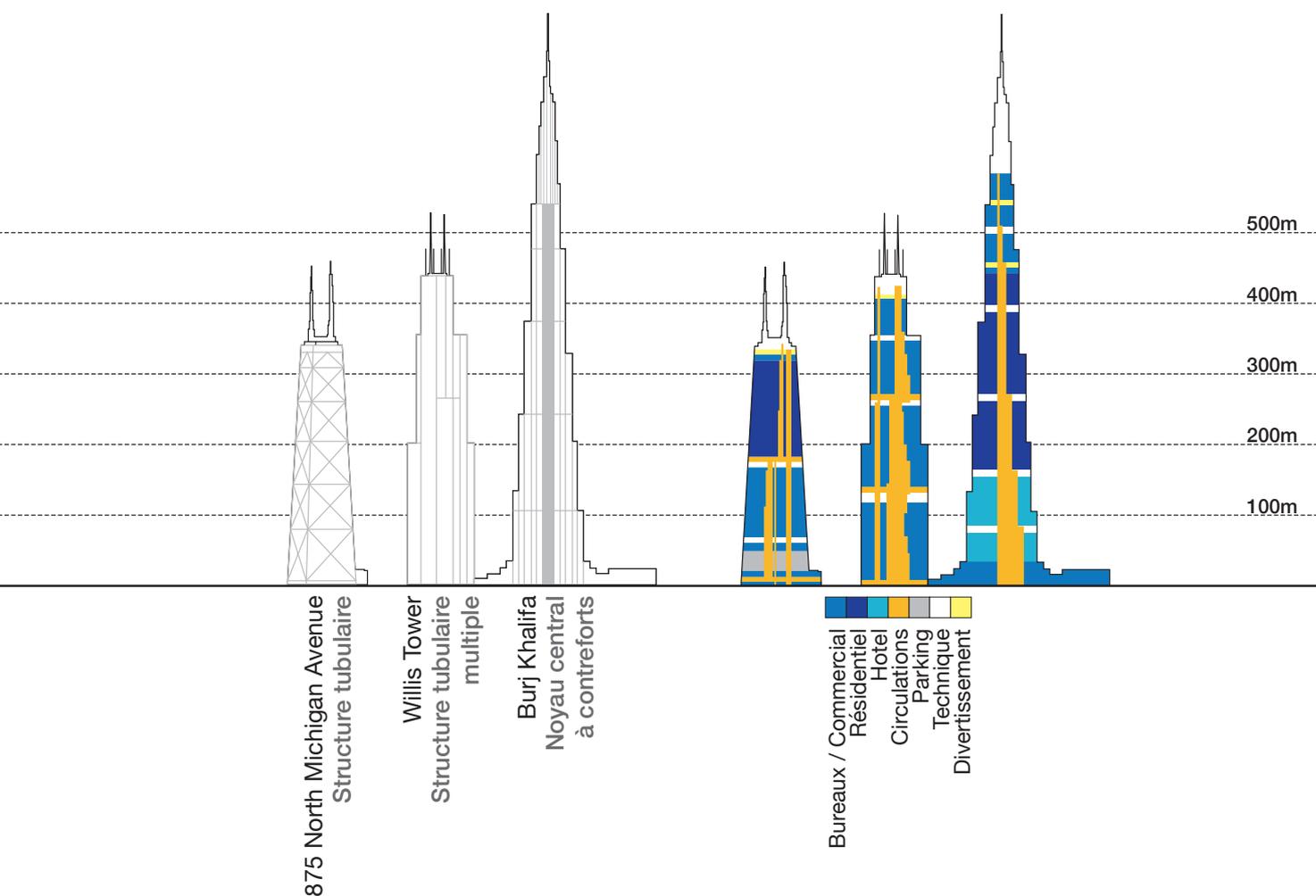


Figure IC-1 / Comparaison spatiale et structurelle de trois bâtiments de SOM

Anatomy of Structure

Début mars 2020, se tenait à Londres une exposition dirigée par les équipes de la section britannique de l'agence qui portait sur l'anatomie de la structure. On pouvait notamment y découvrir les maquettes structurales de la quasi totalité de leurs projets, à l'échelle mis côte à côte. La structure est le fruit des avancées technologiques et des progrès des méthodes de construction. En plus d'établir un certain nombre de records de hauteurs au moment de leurs construction, ces bâtiments sont toujours générés par une approche très théorique établissant un juste équilibre entre la structure de l'ouvrage, sa géométrie et sa structure. Les recherches les plus récentes de l'agence se tournent sur plusieurs innovations. Parmi les technologies développées, on retrouve le Machine Learning. Cette technologie basée sur l'intelligence artificielle permet aux machines d'apprendre sans avoir été au préalable programmées spécifiquement à cet effet. SOM entend utiliser cette technologie pour prévenir des déficiences structurales sur un bâtiment endommagé, comme lors d'un séisme. Une autre approche porte sur la construction à partir de bras articulés. A petite échelle, le robot à l'avantage de placer exactement dans l'espace une pièce prédéfinie, et créer une géométrie complexe avec beaucoup de facilité. Enfin en matière de grande hauteur, les recherches de l'agence portent sur l'optimisation structurelle, et poursuit ainsi sa lignée dans la constitution de structures innovantes appliquées aux gratte-ciel. Entre autres, les structures Michell et les algorithmes appliqués à la morphologie des bâtiments de grande hauteur.

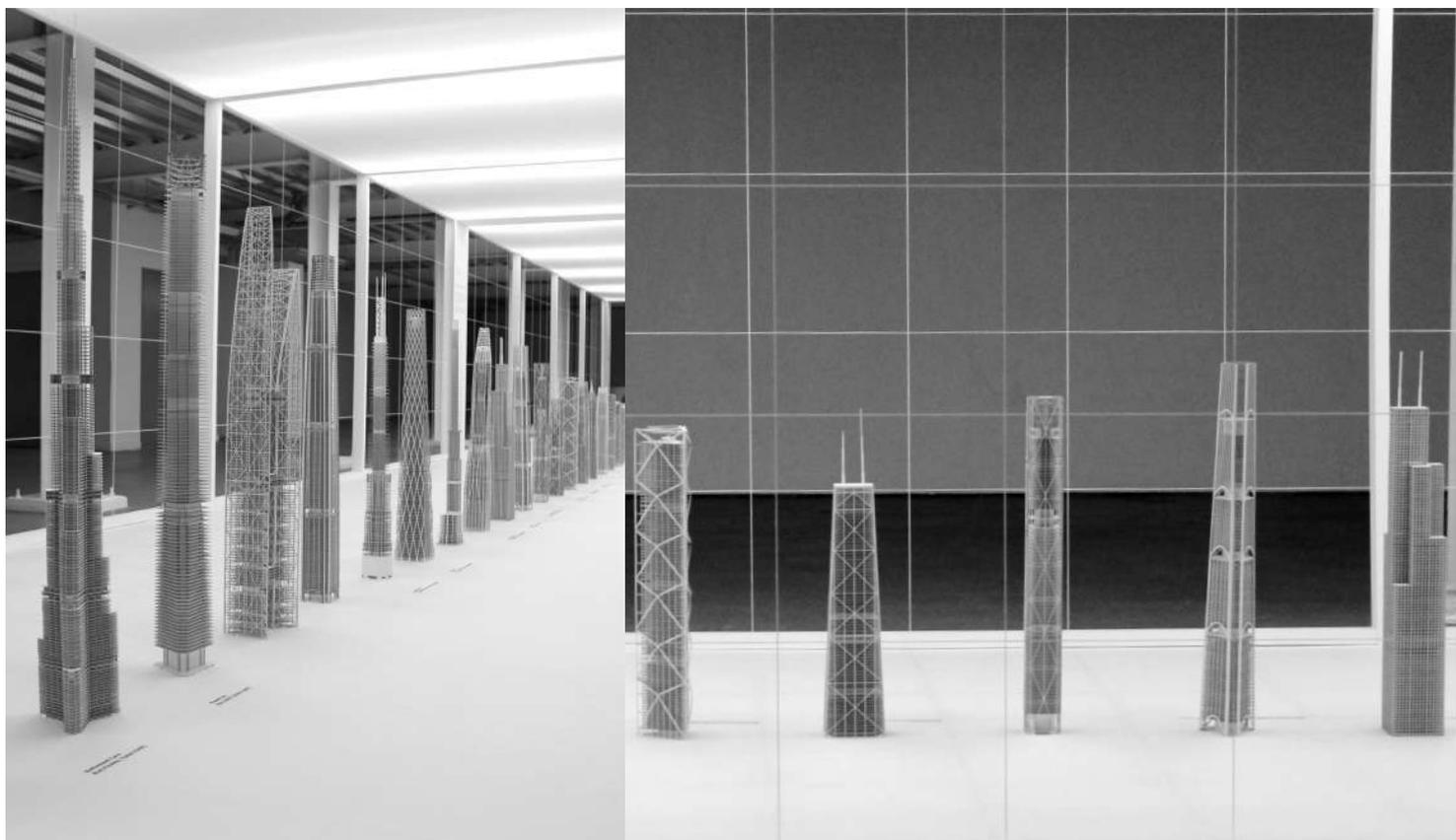


Figure IC-2 / Maquettes structurales des bâtiments de l'agence SOM
Anatomy of structure, Westminster University, Londres, Mars 2020, photographie personnelle

875 North Michigan Avenue

Le 875 North Michigan Avenue a été construit en 1970. Le gratte-ciel compte deux innovations ayant fortement influencé le développement des gratte-ciel. D'une part, le bâtiment comporte un programme multi-fonctionnel. On y trouve des commerces, des services, des bureaux et des logements (cf. figure Ic-2). D'autre part, la structure tubulaire du bâtiment, développée par les ingénieurs est innovante. L'avantage de ce type de structure, en plus de conférer à l'édifice un certain esthétisme issu de l'expression en façade de sa structure tubulaire, qui en plus permis une économie de matière. Le gratte-ciel compte 100 étages. La stratégie utilisée a été de déployer dans les niveaux les plus bas le parking et les bureaux, qui sont ainsi plus proches des nuisances sonores de la rue. On retrouve alors dans les niveaux les plus hauts les logements et des services de haute qualité comme un restaurant panoramique, un observatoire et quelques services pour la radio-télédiffusion (cf. figure Ic-2). Cela est lié au fait que les concepteurs du bâtiment étaient préoccupés par le fait que des logements aient vue sur des bureaux et vice-versa. Il s'agit du premier projet de gratte-ciel réellement multi-fonctionnel, puisque le programme comprend presque autant de surface de bureaux que de logements. Cela se voit d'ailleurs très bien sur la façade du bâtiment (cf figure Ic-3).

Géométrie

L'esthétique de la tour repose sur sa forme fuselée. Elle a été conçue pour optimiser les surfaces des plateaux aux éléments du programme. Les logements, dans un but d'optimisation de l'apport de lumière naturelle sont moins profonds que des bureaux qui profitent ainsi de plus grandes surfaces. Une réduction de la surface du plancher de l'ordre de 60% existe entre le rez-de-chaussée et le dernier étage. C'est ce qui a généré la silhouette du bâtiment mais cela a un autre avantage. En effet, la forme du gratte-ciel réduit l'effet de voile, plutôt bénéfique pour Chicago puisque la ville est surnommée *Windy City* à cause des vents violents venant du Lac Michigan. La forme effilée du *Big John* (surnom donné au gratte-ciel) ainsi que la superposition de logements et de bureaux favorisèrent l'usage de la première structure tubulaire présentant plusieurs avantages. Une économie conséquente de matière (l'acier utilisé pour le 875 North Michigan Avenue est équivalent à une construction dont la structure est composée par le même matériau de 50 mètres de haut), la grande résistance de la tour aux forces latérales et un confort pour les habitants pour qui l'oscillation est imperceptible. De plus, l'armature en croix exprimée en façade distribue les charges en trois dimensions. Sa façade caractérisée en partie par cette technique constructive inédite confère aussi à l'édifice son identité. Sa façade est composée d'aluminium anodisé et de verre teinté de couleur bronze. Le bâtiment est ainsi un des témoins de l'Expressionnisme Structural. Le Centre Pompidou est terminé un an après le gratte-ciel de Chicago, et est aussi inscrit dans ce mouvement.

Willis Tower

Quatre années plus tard, toujours à Chicago, la Willis Tower (cf. figure Ic-4) était inaugurée en 1974. Il a été pendant 25 ans le plus haut immeuble du monde. Le toit du gratte-ciel culmine à 442 mètres, tandis que les antennes portent sa hauteur à 527 mètres. La géométrie de la Willis Tower est liée à la forme de ses plans qui rétrécissent graduellement selon sa hauteur. Le but est de multiplier les surfaces ayant directement accès à la lumière directe des fenêtres. Architecturalement, cela se traduit par une série de retraits qui confèrent au bâtiment sa silhouette distinctive. De plus, tout comme le 875 North Michigan Avenue, le gratte-ciel a été conçu par l'architecte Bruce Graham et l'ingénieur Fazalur Khan, et exprime lui aussi en façade la structure distinctive du bâtiment. L'innovation technique est encore présente puisque la Willis Tower a été le premier gratte-ciel du monde à utiliser une structure tubulaire en faisceau. Celle-ci est en effet composée de neuf cadres structurels qui sont visibles en plan. Contrairement au 875 North Michigan Avenue, les plateaux de bureaux de la tour ne sont donc pas libres de tout élément structurel. Deux ascenseurs grande vitesse permettent d'accéder à l'observatoire situé au 103^{ème} étage, 421 mètres au dessus du sol, en 45 secondes.



Figure IC-3 / Chicago, Au centre, la Willis Tower, 2019.
©Trashhand



Figure IC-4 / Chicago, 875 North Michigan Avenue, 2018.
©Trashhand

Les principes appliqués à Chicago ont été aussi appliqués dans un grand nombre de projets conçus par l'agence. Ces deux bâtiments, par leurs structures innovantes, leurs géométries, et leurs architectures sont deux chef-d'œuvres de SOM.

Burj Khalifa

Plus récemment, en 2010 à Dubaï (Emirats Arabes Unis), SOM inaugurait le Burj Khalifa. Il s'agit actuellement de la plus haute structure et du plus haut bâtiment du monde. Burj signifie tour en arabe. Il est à plus d'un titre l'un des bâtiments les plus avancés au monde, en terme de technologie et de structure notamment. À plus de 600 mètres de haut, il s'agit de l'un des trois *megatall* existant en 2020. À de telles hauteurs, l'architecture est étroitement liée à l'ingénierie. Le gratte-ciel de 162 étages établit un rapport entre des apports culturels locaux et des technologies de pointe, notamment pour réussir à être très performant dans le climat désertique de la ville de Dubaï. Son système constructif est notamment efficient dans le but de réduire l'utilisation des matériaux ainsi que de réduire le gaspillage. On retrouve aussi un système de ventilation *sky-sourced* qui utilise l'air frais et moins humide attiré à travers les étages supérieurs du gratte-ciel. Cela est lié à la différence de température conséquente entre le sol et le sommet du bâtiment situé à plus de 800 mètres au dessus du sol.

Noyau central à contreforts

Son plan est articulé autour d'un noyau central autour duquel se développent trois parties qui de la même façon que la Willis Tower rétrécissent graduellement de la base au sommet du gratte-ciel. Les différents volumes du gratte-ciel sont articulés autour d'un noyau central à contreforts. Les trois ailes du bâtiment sont en fait elles aussi structurelles, et permettent à l'ouvrage d'atteindre les 832 mètres. Ce type de plan permet également de maximiser les vues sur le golfe Arabique. Ces retraits confèrent aussi au bâtiment une silhouette emblématique qui évoque une fleur que l'on peut trouver dans le désert. Ils sont arrangés en spirale autour du noyau central qui émerge au sommet du bâtiment et qui se rétrécissent pour se transformer en flèche. La silhouette du bâtiment s'affine à mesure de sa hauteur, et cela a le même effet que pour le 875 North Michigan Avenue. L'emprise au vent du bâtiment est réduite.

Mile High

Il est ainsi intéressant de comparer ce gratte-ciel au projet de Frank Lloyd Wright, le gratte-ciel «Mile High». Il s'agit d'un projet datant de 1956 non réalisé qui aurait pu atteindre un mile de hauteur, équivalent à 1609 mètres. La tour devait servir de relais pour la télévision, mais l'architecte trouva insensé de construire un bâtiment qui soit essentiellement constitué de vide. Il conceptualisa alors un bâtiment de la forme d'une lance de plus en plus effilée à mesure qu'elle se rapprochait du ciel. Les similitudes avec le Burj Khalifa sont frappantes.

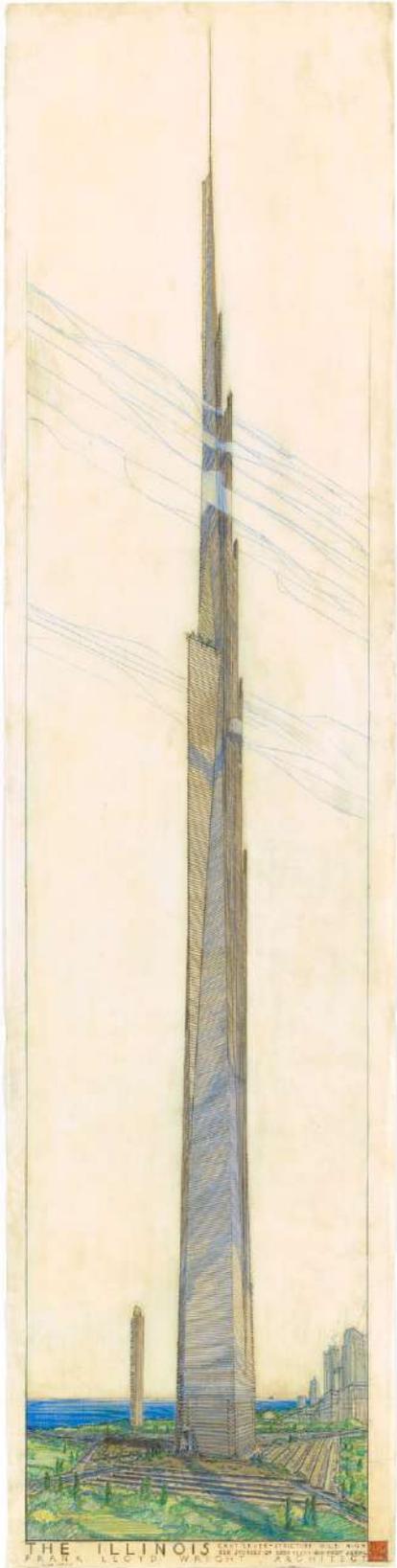


Figure IC-5 / Frank Lloyd Wright, Mile High, 1956.
© The Frank Lloyd Wright Foundation Archives



Figure IC-6 / Dubaï, Burj Khalifa.
© Margaux Dupont

Selon Frank Lloyd Wright, la forme de son bâtiment peut être expliquée rationnellement. « Un clocher d'église oscille-t-il sous le vent ? Non, parce que le vent ne peut pas exercer de pression sur le sommet du clocher. C'est pourquoi j'ai donné à cette tour la forme qu'elle a. »²¹. Wright poursuit en justifiant donc que la forme d'aiguille donnée à la tour, réduit les pressions que peut subir le sommet d'un tel édifice. Il souligne également le fait que le bâtiment soit pensé comme un trépied, qui est la forme la plus solide pour résister à des forces latérales. Encore une fois, les échos avec le Burj Khalifa sont plutôt évidents. L'architecte du gratte-ciel va jusqu'à prévoir l'occupation d'un tel édifice, et évoque notamment 100000 personnes, 15000 places de stationnement et environs 150 hélicoptères. Ce qui montre l'aspect très visionnaire du projet. Enfin, pour se déplacer dans cette structure, Wright prévoit cinq cabines d'ascenseurs qui fonctionnent comme des trains verticaux. Il précise même que ces trains seront propulsés à l'énergie atomique, et qu'un système de crémaillère sera mise en place pour retenir ces trains atteignant les cinq grandes terrasses du projet. Ils sont d'ailleurs visibles sur le croquis en façade du bâtiment.

²¹ Brooks Pfeiffer, Bruce. Frank Lloyd Wright, 1867-1959 : construire pour la démocratie. p.82

Sculpter la ville vers le ciel.

A travers les différentes périodes étudiées, et les typologies de gratte-ciel leur ayant été associées, nous avons établi une corrélation entre la technique et le développement de cette composante urbaine. Néanmoins, dans son évolution, la conception du gratte-ciel n'a pas été fondamentalement remise en question. Il est légitime de se demander si de nouvelles technologies pourraient permettre d'imaginer de nouveaux bâtiments de grande hauteur. En s'intéressant aux avancées technologiques, représentatives de la période actuelle, les architectes et les urbanistes peuvent sûrement infléchir une nouvelle façon de penser la ville. L'ascenseur, depuis son invention n'a pas muté, et il est ainsi pertinent de considérer que cette infrastructure, cet organe, nécessaire tant à la ville qu'à l'immeuble haut a la capacité de se transformer, voire de changer de forme radicalement. L'ascenseur est l'objet de la seconde partie de ce mémoire. Puisque c'est l'un des composants essentiels au fonctionnement du gratte-ciel et de l'immeuble haut. C'est aussi l'élément présentant le plus d'enjeux.



Mobilité et grande hauteur.

Figure II / Photographie de London Eye, 2020.
Photographie personnelle

II. Mutations technologiques

« L’ascenseur qui a le pouvoir d’établir des relations mécaniques plutôt qu’architecturales - et la famille des inventions qui lui sont liées rendent nul et non avenu le répertoire classique de l’architecture »²²

Révolution

En 2007, lors de la présentation du premier iPhone, l’entreprise américaine Apple s’est appuyée sur les technologies pour réinventer le téléphone. On peut imaginer qu’une même révolution est envisageable pour l’immeuble haut. Ce modèle est lié aux avancées techniques dont l’Homme dispose pour concevoir son projet. La technologie a ainsi joué un rôle important dans l’élaboration des premiers gratte-ciel ainsi que dans ses évolutions. Elle a notamment permis d’établir les codes que les architectes se sont appropriés sans pour autant les remettre en question. En effet, les évolutions notables de l’immeuble haut se sont surtout exprimées en façade par des procédés techniques et architecturaux donnant au bâtiment son expression et son aspect. La technologie, elle, s’est perfectionnée afin de rendre ces bâtiments de plus en plus performants en terme de mobilité. Les systèmes de liaisons verticales que sont les ascenseurs sont devenus de plus en plus rapides, ont permis de transporter de plus en plus de personnes, et ont réduit leur consommation énergétique, par exemple en se dédoublant dans les immeubles de grande hauteur. Les infrastructures sont plus essentielles à un immeuble haut qu’à n’importe quel autre type de bâtiment. Ces bâtiments dépendent, en effet, d’une multitude de réseaux pour leur fonctionnement.

Infrastructure

Les immeubles hauts sont le lieu de vie, de travail ou de divertissement de centaines voire de milliers de personnes, qui sont dépendantes de ces infrastructures que sont les ascenseurs pour se déplacer vers les étages supérieurs. Ainsi, à l’ère des nouvelles mobilités, nous pouvons nous demander comment ce moyen de déplacement pourrait évoluer avec l’apport de nouvelles technologies. La conception des gratte-ciel a toujours démontré de l’inventivité de la part de l’Homme. Dans un rapport à la hauteur, la technologie et les avancées techniques ont permis de construire un bâtiment de 828 mètres à Dubaï. Cette course n’est pas finie, puisque l’on construit à Jeddah une tour de plus de 1000 mètres de haut, même si les travaux ont été interrompus en raison d’un défaut de financement. Néanmoins, les véritables enjeux des avancées techniques et technologiques ne sont peut-être pas inscrites dans cette idée de toujours construire plus haut.

²² Koolhaas, Rem. Junkspace. p.32

Relation mécanique

Dans son argumentaire autour du théorème de la *Bigness*, Rem Koolhaas évoque précisément l'ascenseur et ses technologies. Il émet l'idée que « L'ascenseur - qui a le pouvoir d'établir des relations mécaniques plutôt qu'architecturales - et la famille des inventions qui lui sont liées rendent nul et non avvenu le répertoire classique de l'architecture. »²³. Rem Koolhaas dénonce le fait que l'ascenseur ne serve qu'à se déplacer dans un bâtiment, sans pour autant se définir comme un lieu ou un lien architectural. La séquence d'accès à un bâtiment, n'est que peu, voire pas définie. Cela suppose donc bien que l'ascenseur et les infrastructures qui composent l'immeuble haut ne sont que des produits faits pour le fonctionnement de ces bâtiments, et non les créateurs d'une spatialité ou d'une expression particulière.

II.A. Mutations possibles pour le modèle actuel

II.A.1. Modèle actuel

Plan type

Le plan d'un immeuble de grande hauteur est toujours composé des mêmes éléments. Leur emplacement peut varier, mais les réseaux seront presque toujours placés au centre de ce plan. On y retrouvera notamment les gaines accueillant les ascenseurs et les escaliers, permettant l'accès aux étages. D'autres gaines techniques viendront se greffer au noyau central, accompagnées de locaux techniques, et le plus souvent, surtout dans les bâtiments recevant la fonction de bureaux, de sanitaires. Ces locaux sont placés en second jour, permettant aux fonctions plus primaires du bâtiments d'occuper l'espace le plus près des fenêtres. Des couloirs viennent parfois s'insérer entre les plateaux et les batteries d'ascenseurs. Dans un immeuble de logements, ce plan sera différent. On retrouvera moins d'ascenseurs que dans un immeuble de bureaux. Néanmoins, le plan type d'un immeuble haut sera le plus souvent générique, et hérité des modèles abordés précédemment.

Procédés constructifs

La technique constructive employée pour constituer l'ossature du gratte-ciel autour de ce noyau ne sera pas toujours identique, selon les lieux auxquels sont destinés ces bâtiments. Au Royaume-Uni, aux Etats-unis, et en général dans le monde, on emploie toujours une ossature en acier soutenant les différents planchers de l'édifice. En France, en revanche, nous avons presque intégralement recours au béton. Cela s'observe dans le quartier de la Défense où les chantiers des tours Saint-Gobain de l'agence Valode et Pistre, Alto de l'agence IF architectes, et Trinity de Cro&Co architecture étaient encore en construction en 2019. Ces trois projets se composent tous d'une ossature et d'un noyau en béton. Tout comme dans l'industrie de la construction française, l'immeuble de grande hauteur est dicté par le monopole de la technique de constructive employant principalement le béton comme élément structurel.

²³ Koolhaas, Rem. Junkspace. p.32



Figure IIA1-1 / Construction de la tour Saint-Gobain, juin 2018
Photographie personnelle



Figure IIA1-3 / Construction de la tour Trinity, mars 2019
Photographie personnelle



Figure IIA1-2 / Construction de la tour Alto, juin 2018
Photographie personnelle



Figure IIA1-4 / Construction de la tour Saint-Gobain, janvier 2020
Photographie personnelle



Figure IIA1-5 / Construction de la tour Alto, janvier 2020
Photographie personnelle



Figure IIA1-6 / Construction de la tour Trinity, janvier 2020
Photographie personnelle

Des modèles issus du plan type

Ces trois bâtiments sont représentatifs de la façon dont sont aujourd'hui conçus les gratte-ciel à travers le monde. Sur les trois schémas (cf. Figure IIA1-1), on peut constater que le centre de chacune de ces tours est plutôt similaire. On retrouve dans les trois bâtiments, un A.D.N. issu du plan type, hérité des premiers modèles de gratte-ciel. Sur bien des niveaux, ce modèle est intéressant dans l'optimisation de la lumière apportée aux occupants de la tour. En effet, les parties se trouvant dans un second jour sont des parties techniques du bâtiment et les circulations sont verticales. Cependant, ces trois tours présentent chacune des singularités dans leur organisation : un plan carré, un plan inspiré du vase d'Alvar Aalto, et un plan trapézoïdal. Pourtant tous ces plans sont occupés à minima de 40% par le noyau central du bâtiment. Les bâtiments ne comptent en revanche pas le même nombre d'ascenseurs. Tous sont conçus de la même façon, même si chacun des plans comporte des singularités. Le noyau central de la tour Trinity a été excentré, et placé en façade. Cela permet de placer des ascenseurs panoramiques, tout en apportant une rationalité dans le plan des plateaux. Situés de part et d'autre de ce noyau, leurs dimensions ont été dictées par les normes incendies. Le tuyau raccordé aux colonnes sèches dictent le dimensionnement de ces plateaux. Ces trois bâtiments proposent tous des accès à l'extérieur, ce qui est une nouveauté que l'on retrouve dans beaucoup d'immeubles contemporains. Ces espaces participent au bien-être des occupants.

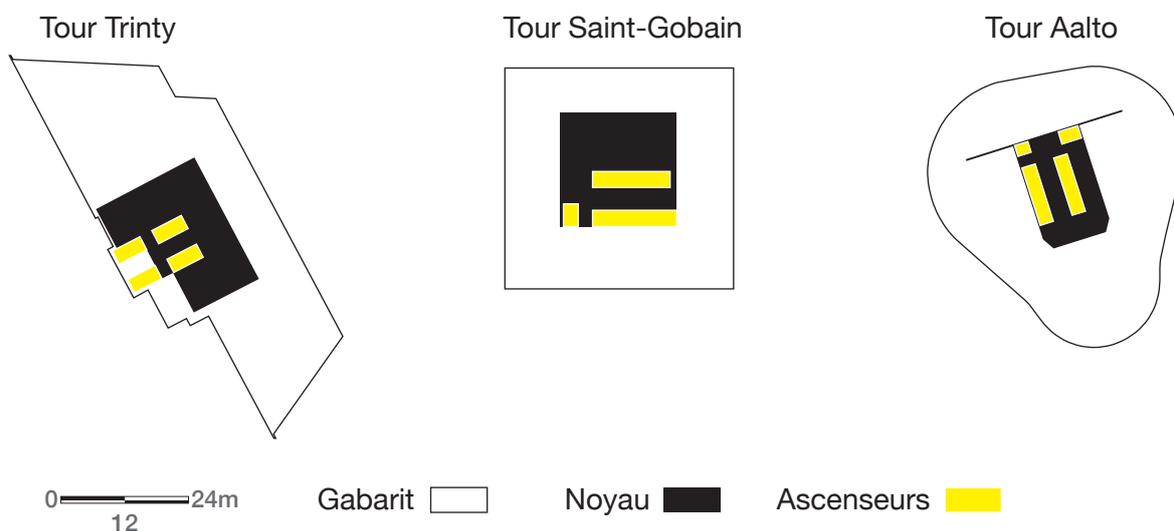


Figure IIA1-7 / Etude du plan type de trois immeubles hauts récents à la Défense.



Figure IIA1-8 / Lloyds Building, au centre / et Leadenhall Building, à droite, Londres, 2019
Photographie personnelle

Figure IIA1-9 / A gauche, le Leadenhall Building, à droite, le Lloyds building et ses grues bleues, 2019
Photographie personnelle

Excentrer le noyau

La particularité que l'on trouve dans le plan de la tour Trinity a aussi été mis en œuvre dans d'autres bâtiments de grande hauteur. Le Leadenhall Building et le Lloyd's building de l'agence Rogers Stirk Harbour + Partners présentent certaines particularités. Le Lloyd's building a pour but de maximiser l'espace intérieur du bâtiment tout en relayant à la façade tous les réseaux propres au fonctionnement du bâtiment. De la même façon que le Centre Georges Pompidou, le bâtiment expose tous les conduits et réseaux verticaux y compris les escaliers et les ascenseurs. Le Leadenhall Building a un plan identique mais les réseaux et ascenseurs sont regroupés sur une partie du bâtiment détachée des plateaux de la tour. De la même façon que dans la tour Trinity, les ascenseurs sont panoramiques. Il existe de nombreux autres exemples d'immeubles hauts où le noyau a été déplacé et se trouve donc excentré du plan de ces bâtiments. Dans des bâtiments de plus en plus minces, comme les gratte-ciel super fins de New-York, au regard de la faible dimension de ces édifices et dans un but de maximisation de l'espace, les noyaux sont aussi excentrés. La différence entre le Lloyds building et le Leadenhall Building s'exprime peut être plus encore en façade. L'un est essentiellement composé de verre, l'autre exprime les principes du Bowellisme. Le mouvement expérimentait une optimisation de l'intérieur des bâtiments en plaçant tous les réseaux en façade, y compris les ascenseurs et les escaliers.

Ces deux bâtiments ont été conçus en 1986 et en 2014. Par les différences formelles des bâtiments, on peut constater l'évolution des principes esthétiques appliqués par les architectes à ce type de structures. La figure suivante montre d'autres exemples d'architectures où ces principes ont été appliqués.

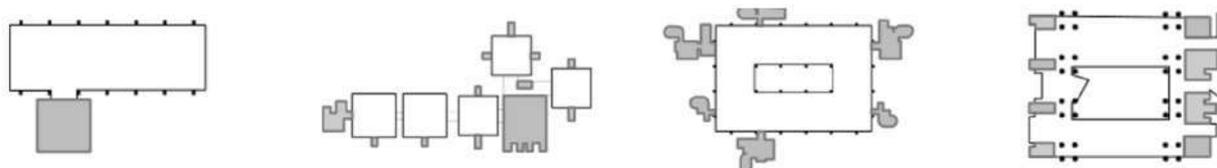


Figure IIA1-10 / L'essor du noyau excentré dans les tours de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle. De gauche à droite : Inland Steel Building, Chicago, 1958 / Richards Medical Research Laboratories, Philadelphie, 1965 / Lloyds Building, Londres, 1986 / HSBC Headquarters, Hong-Kong, 1985.

©Oldfield and Doherty, 2019

II.A.2. Dysfonctionnements associés à l'immeuble haut

Malgré tous les aspects issus des premiers modèles de gratte-ciel, l'immeuble haut contemporain est souvent évoqué par les critiques. Pourtant le potentiel de cet outil performant pour la démographie en constante évolution est souvent inconsideré et peu apprécié par certains architectes et urbanistes, et plus particulièrement en Europe. Dans *Ville Panique*, Paul Virilio dénonce en effet l'immeuble haut comme étant une « impasse en altitude »²⁴. J'imagine que cette critique, qui revient assez régulièrement est liée à l'accroche urbaine de ce type de bâtiment. Dépendant entièrement de la technologie et plus particulièrement de l'ascenseur, l'immeuble haut est par sa nature isolé dans le ciel.

Bien qu'il soit connecté avec la ville à travers les vues qu'il offre, dans son mode de conception actuel il n'en demeure pas moins coupé de la réalité sociale de la ville. Les détracteurs des tours, tout comme ceux qui en perçoivent le potentiel, émettent une série d'arguments pour ou contre la construction d'immeubles hauts (cf. Figure IIA1-11). Lorsque l'on regarde les arguments pour ou contre la construction d'immeubles hauts, les sites en français évoquent plus d'arguments allant à l'encontre de ces constructions. Les sites anglo-saxons pour leur part, listent plus d'arguments prenant le parti de la construction d'immeubles hauts. Il y a en tous cas un débat, sur la présence de ces structures au sein de nos villes. Dans le cadre de cette étude sur le gratte-ciel, nous devons nous projeter sur le potentiel de ces structures, tout en sachant que nous devons résoudre un certain nombre de critères. Le but de ce mémoire est bien de chercher à démonter un potentiel, et non à exprimer une suprématie du gratte-ciel sur toute autre forme d'architecture. Parce que certains dysfonctionnements peuvent-être résolus, il est dans notre devoir de chercher à les adoucir, voire à les supprimer.

²⁴ Pacquot, Thierry. La Folie des hauteurs, Pourquoi s'obstiner à construire des tours? p.23

Arguments pour l'immeuble haut**Arguments contre l'immeuble haut**

Innovation et signal architectural structurant pour le paysage urbain et les métropoles.	Consommation d'énergie conséquente, en terme de construction et de maintenance.
Solution durable pour loger une population urbaine en croissance	Peu d'interactions entre la rue et l'immeuble haut. Pas de dialogue avec le sol
De nouveaux espaces dans des grandes villes déjà denses : de nouveaux espaces urbains pour vivre, se loger, travailler.	Effet négatif sur la préservation du patrimoine. Création de canyons urbains.
Des centre-ville potentiellement plus verts tout en augmentant la densité. Plus soutenable que l'étalement urbain. Moins de consommation énergétique qu'une zone pavillonnaire.	Sécurité : plus vulnérables au feu, problèmes d'évacuation. Mauvaise résistance aux mouvements sismiques.
Plus performant en terme de consommation énergétique si intelligence de construction et des technologies déployées.	Création d'une importante zone d'ombre. Perte de l'ensoleillement pour les riverains.
Solution au manque de logements dans les villes. Réduction des inégalités d'accès au logement en centre-ville des classes moyennes et populaires	Création de vents de plus grande importance à la base de la tour.
Esthétisme et vues : offre des vues spectaculaires sur les villes, structures inspirantes.	Urbanité générée peu amène et accueillante.

Figure IIA2-1 / Principaux arguments évoqués par les détracteurs et les défenseurs de la construction d'immeubles hauts

II.B. Émergence de nouvelles technologies de mobilité

II.B.1. Expérimentations

Longer la structure

L'Homme a su développer des technologies lui permettant de se déplacer verticalement à travers des bâtiments de plus en plus hauts. Il existe plusieurs exemples de typologies étonnantes de systèmes de déplacement, notamment dans des structures singulières. Lors de l'exposition universelle de 1889, les visiteurs ont pu monter dans une tour de 300 mètres de haut. Les ascenseurs de la Tour Eiffel constituent en eux-même une véritable prouesse technique, puisque jamais auparavant ils n'avaient été soumis à de telles contraintes de charge ou de hauteur. L'ascension de la tour est divisée en deux sections distinctes, et donc en deux systèmes de fonctionnement. On peut constater que le système inventé par Roux-Combabluzier et Lepape, mis en place en 1889, est d'une ingéniosité plus que remarquable. La cabine change d'inclinaison tout le long de son ascension, et laisse ses utilisateurs à l'horizontale. La pente décrite par les rails change au fur et à mesure de l'ascension de la cabine jusqu'au deuxième étage de la tour. Des ascenseurs plus conventionnels relient le deuxième étage au sommet.



Figure IIB1-1 / Vue de Tour Eiffel depuis l'observatoire de la Tour Montparnasse, 2015
Photographie personnelle

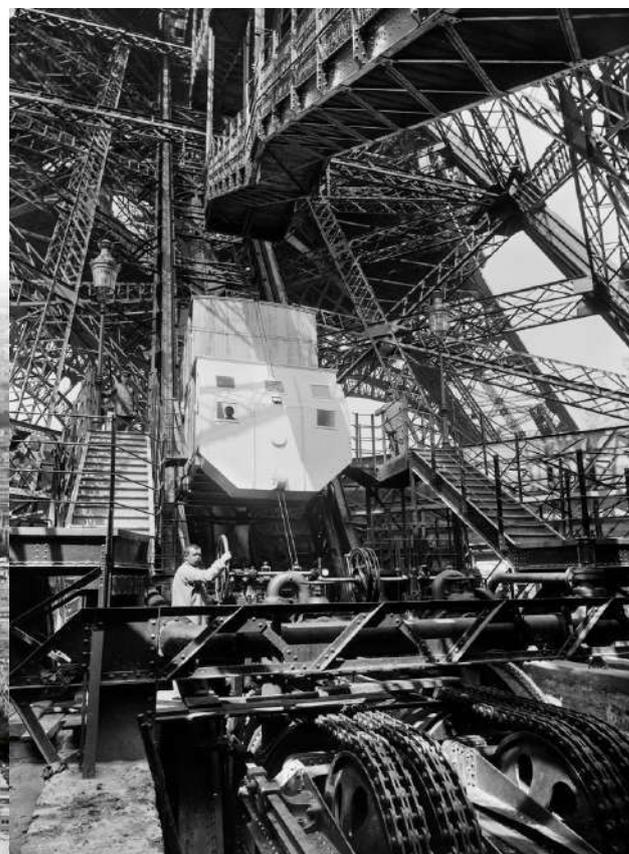


Figure IIB1-2/ Ascenseur Roux-Combabluzier et Lepape de la Tour Eiffel, 1889.
©Neurdein/Roger-Viollet

Il est évident que l'ascenseur Roux-Combaluzier et Lepape pourrait permettre de considérer autrement l'acte de l'ascension. Par la singularité du système employé, et notamment dans la façon qu'a la cabine de se redresser automatiquement, et ce, peu importe l'inclinaison du rail, cet ascenseur pourrait être le commencement d'une réflexion sur les systèmes de déplacement. En plus de cela, il ne s'agit pas d'une simple cabine mais d'un hybride entre une rame de métro et de funiculaire. C'est-à-dire que l'espace engendré par le système de déplacement ne se résume pas à une simple cabine mais comme un lieu à proprement parler, défini et suffisamment large pour accueillir un grand nombre de personnes. Ce lieu en se déplaçant est visible à travers les structures métalliques de la tour, ce qui rend ludique et dynamique le déplacement. Aujourd'hui, ces ascenseurs ont été remplacés et peints en jaune ou en rouge ce qui souligne d'autant plus ces systèmes au cœur de la structure de la Tour. C'est autour ce type de technologie qu'il faudrait chercher à expérimenter afin de proposer une alternative à l'ascenseur tel qu'on le connaît aujourd'hui.

Ascension monumentale

Des systèmes de déplacement anodins ont été mis en place dans la Gateway Arch, située à Saint-Louis dans le Missouri. Conçue par l'architecte américain d'origine Finlandaise Eero Saarinen, l'arche symbolise la porte ouvrant sur la ruée vers l'Ouest. Construite en 1965, cette œuvre architecturale se veut monument. D'une géométrie extrêmement sobre, l'arche constitue un geste architectural élégant et délicat tout en mesurant 192 mètres de hauteur. Revêtue de plaques d'acier, l'arche reflète la lumière de la ville et se détache de celle-ci et du ciel par sa peau argentée. Au sommet de l'arche se trouve une plateforme d'observation. Pour y accéder, l'architecte a pensé à un système ingénieux permettant d'épouser la forme de l'arche. Des capsules accueillant cinq personnes atteignent le sommet de l'arche en quatre minutes. Eero Saarinen a pensé à installer des fenêtres sur les portes de ces capsules afin de permettre aux visiteurs de se saisir de la complexité structurelle et mécanique du monument. Dans un procédé identique à celui employé sur l'ascenseur Roux-Combaluzier et Lepape, les capsules de Saarinen se redressent automatiquement à l'aide d'un poids situé sous le plancher, tout au long de l'ascension. Une attention particulière a été accordée à l'intérieur des capsules, qui est tout à fait remarquable. Elles expriment tout le génie de Saarinen tout en promettant une expérience hors du commun aux visiteurs. La mise en scène des capsules veut souligner la singularité de cette structure.



Figure IIB1-3 / Vue de l'intérieur des capsules de la Gateway Arch.
©Robert Lawton

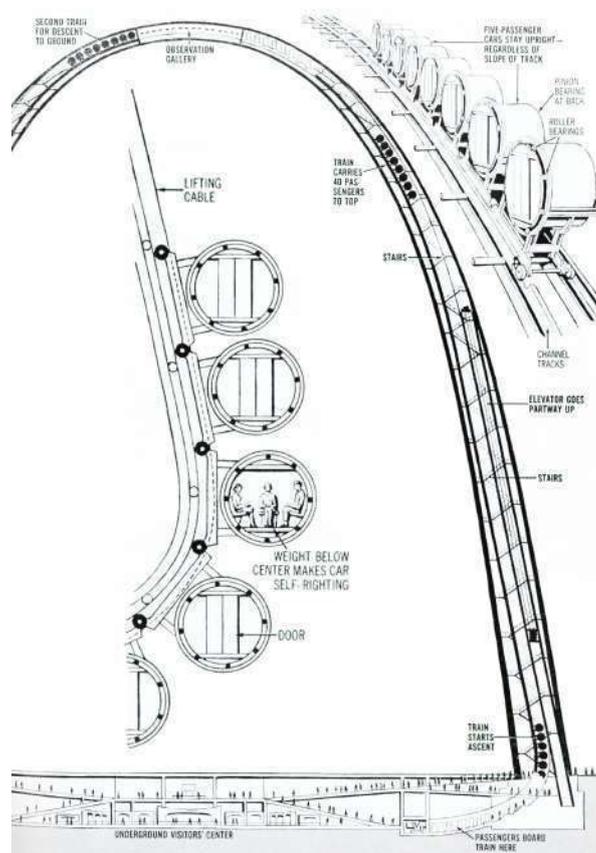


Figure IIB1-4 / Fonctionnement des capsules de la Gateway Arch, Saint-Louis, 1965.
©Popular Science, Avril 1964.

Capsules

Chaque capsule pourrait être définie comme un espace aux lignes épurées dans lequel le voyageur s'installe et est projeté dans un futur plus ou moins proche. Les capsules sont assemblées, de la même façon qu'une rame de train, ce qui fait peut être la particularité du système. Les rames font des aller-retours entre la galerie d'observation et le centre des visiteurs, situé en souterrain, au pied de l'arche. Les principes utilisés pour les déplacements au sein de la Gateway Arch sont pertinents pour une réévaluation de nos systèmes de déplacement actuels. Et plus particulièrement dans le Gratte-ciel où l'ascenseur occupe une place importante, tant sur l'aspect fonctionnel que social. L'idée de composer les ascenseurs d'une rame comportant différents modules pourrait permettre d'imaginer une nouvelle façon d'articuler les cellules qui nous déplacent dans un bâtiment. De plus, la façon dont Saarinen a traité l'ensemble de ces capsules peut générer une nouvelle conception des cabines des ascenseurs. En leur donnant une réelle identité architecturale, cette pièce est ici devenue un véritable lieu, et démontre du pouvoir de l'ascenseur à devenir autre chose qu'un simple espace indéfini. Les systèmes de déplacement introduits dans la Tour Eiffel et la Gateway Arch pourraient permettre de considérer les systèmes de redressement automatique comme un réel potentiel pour le projet d'architecture, et ce notamment dans le processus de conception du gratte-ciel autour de la question des technologies qui le composent.



Figure IIB1-5 / Vue de l'intérieur des capsules du London Eye.

©Andresbalcazar_

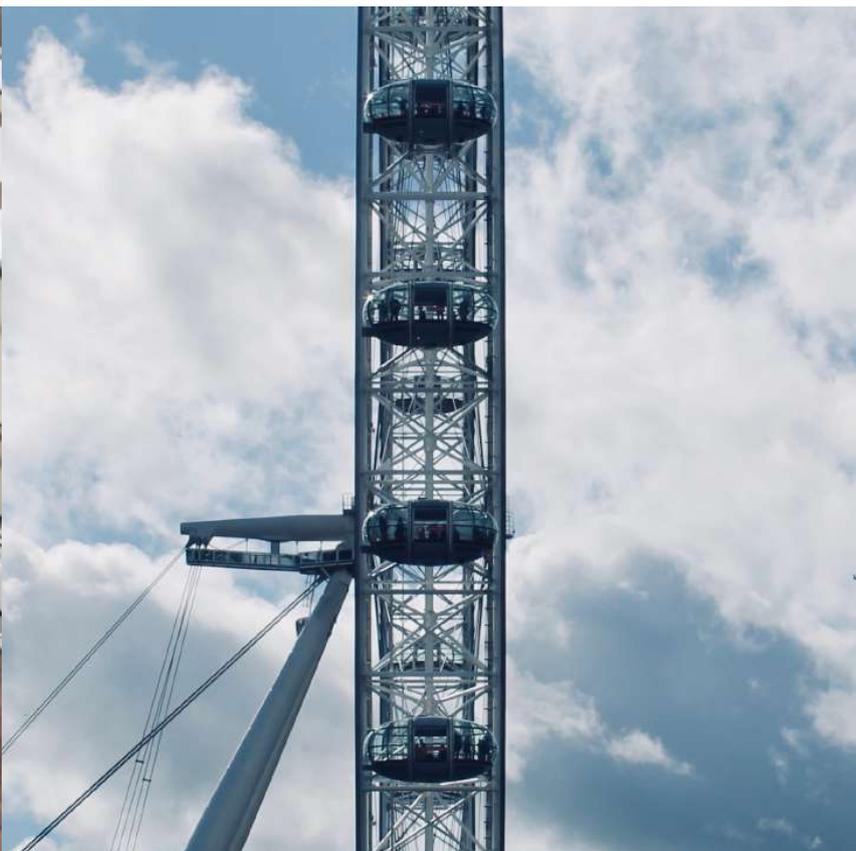


Figure IIB1-6 / Vue des capsule du London Eye.

Photographie personnelle

Observer la ville

Un autre monument, plus contemporain a expérimenté autour de la question des capsules. Le London Eye est une roue d'observation en porte-à-faux construite à l'occasion du Millenium. Elle dispose également de capsules à redressement automatique. Elle comporte 32 capsules, une pour chaque *borough* de Londres. Ces espaces vitrés sont accrochés à l'axe de la roue, et deux disques permettent leur rotation. Chaque capsule peut embarquer jusqu'à 25 personnes. Un système de poids les maintient à l'horizontale. La vitesse de rotation du London Eye est de 0,9 mètres par seconde, permettant à la roue de ne s'arrêter que pour l'embarquement de personnes âgées ou à mobilité réduite. Le système de fixation et de redressement des capsules est très fin, ce qui a permet de maximiser les vues sur l'extérieur, tout en étant rassurant. Un banc est présent au centre de la capsule, mais les personnes sont libres de leurs déplacement, et peuvent observer la multitude de panoramas qu'offre l'attraction. La qualité de l'espace généré par la forme de ces capsules constitue un potentiel pour une réactualisation des systèmes de déplacement au sein d'un immeuble de grande hauteur. Leurs gabarit est intéressant pour déplacer un grand nombre de personnes. Dans le quatrième épisode de la quinzième saison des Simpsons, un clin d'œil est adressé au London Eye et à ses capsules. Un système d'éjection permet aux occupants de détacher les capsules de la roue pour en descendre. Les capsules sont même capables de se déplacer sur l'eau de la Tamise.



Figure IIB1-7 / The tulip, détail sur les bulles
©Foster+Partners



Figure IIB1-8 / Vue en Contre-plongée du projet
©Foster+Partners

L'expérience au cœur du projet

Un système similaire a été proposé par l'agence britannique Foster + Partners dans le projet The Tulip. Situé dans la City de Londres, le projet devait proposer une expérience aux visiteurs. En plus de mettre en valeur le dynamisme et l'histoire de la ville, le sommet de la tour proposait des capsules suspendues, parcourant les façades du sommet de la structure. Entièrement vitrées, celles-ci devaient plonger les touristes dans une expérience inédite en promettant leurs corps face aux gratte-ciel de la City. Ces bulles de trois mètres de large sont déployées au sommet de l'édifice. Elles circulent le long de la façade en définissant des boucles. On ne sait pas comment les personnes sont supposées accéder aux bulles. La façon dont les bulles et leurs rails sont ancrées à la façade, définissant une empreinte présente une expression de ce système qui pourrait-être utilisé pour définir une nouvelle écriture architecturale à ce type cellules.

Retranscrire le déplacement dans la ville

En reprenant les différentes qualités de chacun de ces projets, on peut percevoir ce que les avancées technologiques pourraient définir dans l'effervescence d'une ville. En effet, le système de déplacement pourrait représenter une nouvelle dynamique de mobilité dans la ville. Ce mouvement des ascenseurs, bien que déjà existant dans certains projets comme le

Leadenhall Building introduirait un mouvement en façade, semblable aux dynamiques de la rue. Aujourd'hui, le mouvement perpétuel de la ville est surtout défini à l'horizontale. Il est caractérisé par les flux de piétons, de voitures, de vélos ou de systèmes de transports en commun qui tendent à se diversifier. Pour atteindre les bâtiments de grande hauteur, ce déplacement est exclusivement vertical. Si l'on ajoute à cette dynamique de tels systèmes, on peut considérer que le mouvement perpétuel ainsi généré pourrait être perçu depuis la rue comme une prolongation de l'espace public et des dynamiques de la ville à la verticale. Ainsi, on peut ajouter un mouvement vertical à la ville. Il est légitime de se demander pourquoi ces systèmes ne sont pas plus représentés aujourd'hui dans l'architecture. Effectivement, il est étonnant que les ascenseurs utilisés dans la Tour Eiffel il y a plus de 130 ans n'aient pas induit une multitude de nouvelles formes pour la machine permettant de monter dans les bâtiments. De même, le système d'ascension de la Gateway Arch aurait tout autant pu définir de nouvelles façons de considérer l'ascenseur. Il faut alors porter son regard sur les grands groupes industriels pour étudier les possibles évolutions de ces modes de déplacement.

II.B.2. De nouveaux systèmes expérimentés par les industriels

Les groupes spécialisés dans la sidérurgie ont étudié les possibilités techniques autour de cette question. Le géant industriel allemand ThyssenKrupp, qui est notamment un acteur dans la conception de produits et d'équipements de déplacement s'est penché sur un nouveau modèle de mobilité urbaine et architecturale à développer.

Constats

La réflexion du groupe part du constat que la population mondiale est en croissance, et que la part d'urbains l'est également. Que les ascenseurs consomment une énergie conséquente, et plus encore dans les immeubles hauts. Et que les prémices du développement de cette nouvelle technologie pourrait résider dans le système pater noster. Il s'agit d'un ancien système d'ascenseurs installé pour la première fois dans un bâtiment en 1868 au Royaume-Uni. Le principe de ce système est de transporter des personnes à travers une boucle de cabines en mouvement perpétuel. Aujourd'hui, le pater noster est en déclin pour deux raisons. Premièrement, parce qu'il s'agit d'un système lent, facilitant la montée et la descente des personnes. Deuxièmement pour la dangerosité du système. Comme les cabines ne se stabilisaient pas pour la montée ou la descente, cela a généré des accidents, parfois mortels. Néanmoins, le système avait l'avantage de transporter plus de personnes dans une même unité de temps qu'un système conventionnel. Aujourd'hui les principales mutations qui ont façonné l'ascenseur résident dans les finitions, les systèmes mécaniques, les vitesses de déplacement ou les mesures de sécurité, qui se sont tous perfectionnés. Les cabines sont encore tirées verticalement par des câbles en acier, qui tendent, pour être installés de plus en plus haut sur des câbles en fibres de carbone.

La technologie de déplacement actuelle occupe jusqu'à 40% de l'espace d'un niveau d'un immeuble haut. Cela est encore plus perceptible dans de très hauts bâtiments nécessitant un nombre conséquent de gaines d'ascenseurs. En utilisant des gaines moins nombreuses, et plus petites, le système pourrait permettre d'augmenter la surface utile d'un bâtiment de 25%, ce qui augmente conséquemment la viabilité économique de l'immeuble haut.

Hypothèses

L'industriel propose un système basé sur l'hypothèse que des cabines montent par un rail, changent de faisceau et redescendent tout en créant une boucle liée à deux connections, en haut et en bas du réseau ainsi établi. En d'autres termes, le système permet une solution de déplacement horizontale et verticale. Cette approche a de nombreux avantages sur une gaine d'ascenseur traditionnelle. De la même façon que le pater noster, le système pourrait permettre de déplacer 50% de personnes supplémentaires dans une seule gaine. Chaque rail serait d'ailleurs hiérarchisé pour permettre des déplacements longs, moyens ou courts à travers les bâtiments. La technologie développée par l'industriel permet d'autres types de connexions, et peut être mis en œuvre de différentes façons.



Figure IIB2-1 / Intérieur d'une gaine dans laquelle est mise en place le système MULTI.

© Thyssenkrupp

Technologies

Thyssenkrupp s'est appuyé sur une technologie dans laquelle l'entreprise possédait déjà l'expertise nécessaire. Le système utilisé pour créer des ascenseurs non dépendants du câble reprend le principe du moteur linéaire développé pour les trains à sustentation magnétique. Il s'agit d'un moteur électrique dont les rotors et stators ont été mis à plat. L'inversion des polarités entraîne la création d'une force appelée translation, ce qui permet le déplacement d'un objet ou d'un véhicule. On peut d'ailleurs observer une translation avec l'expérience du rail de Laplace. Fixés à des rails, les cabines se déplacent de la même façon que ces trains. Cela permet aussi à plusieurs cabines d'être en mouvement sur un seul et même rail. Les cabines sont installées sur un système composé de deux éléments, un module se déplaçant sur les rails auquel est fixé une pièce permettant à la cabine d'être redressée automatiquement (cf. figure Ila-10 et 11). Lorsque le module doit changer de direction, passant ainsi des rails verticaux aux rails horizontaux, ou inversement, le module se stabilise sur une pièce de jonction pivotant, permettant à la cabine de changer de direction (cf. Figure Ila2-12). Des bobines électromagnétiques alimentent les moteurs linéaires fixés à l'arrière des cabines.

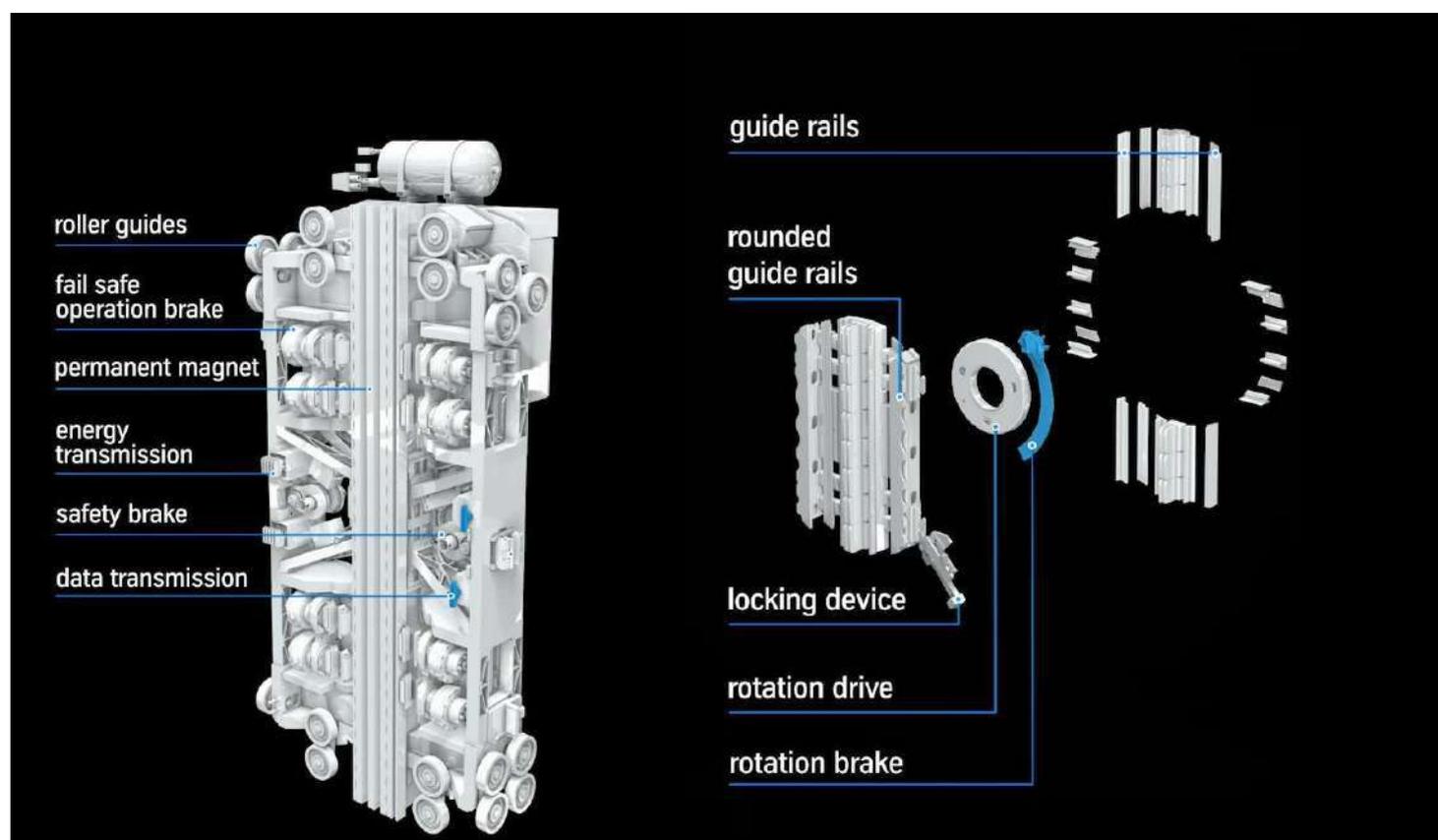


Figure IIB2-2 / Système se déplaçant sur les rails à auquel la cabine est attachée.

© Thyssenkrupp

Figure IIB2-3 / Pièce de jonction entre les rails horizontaux et verticaux.

© Thyssenkrupp

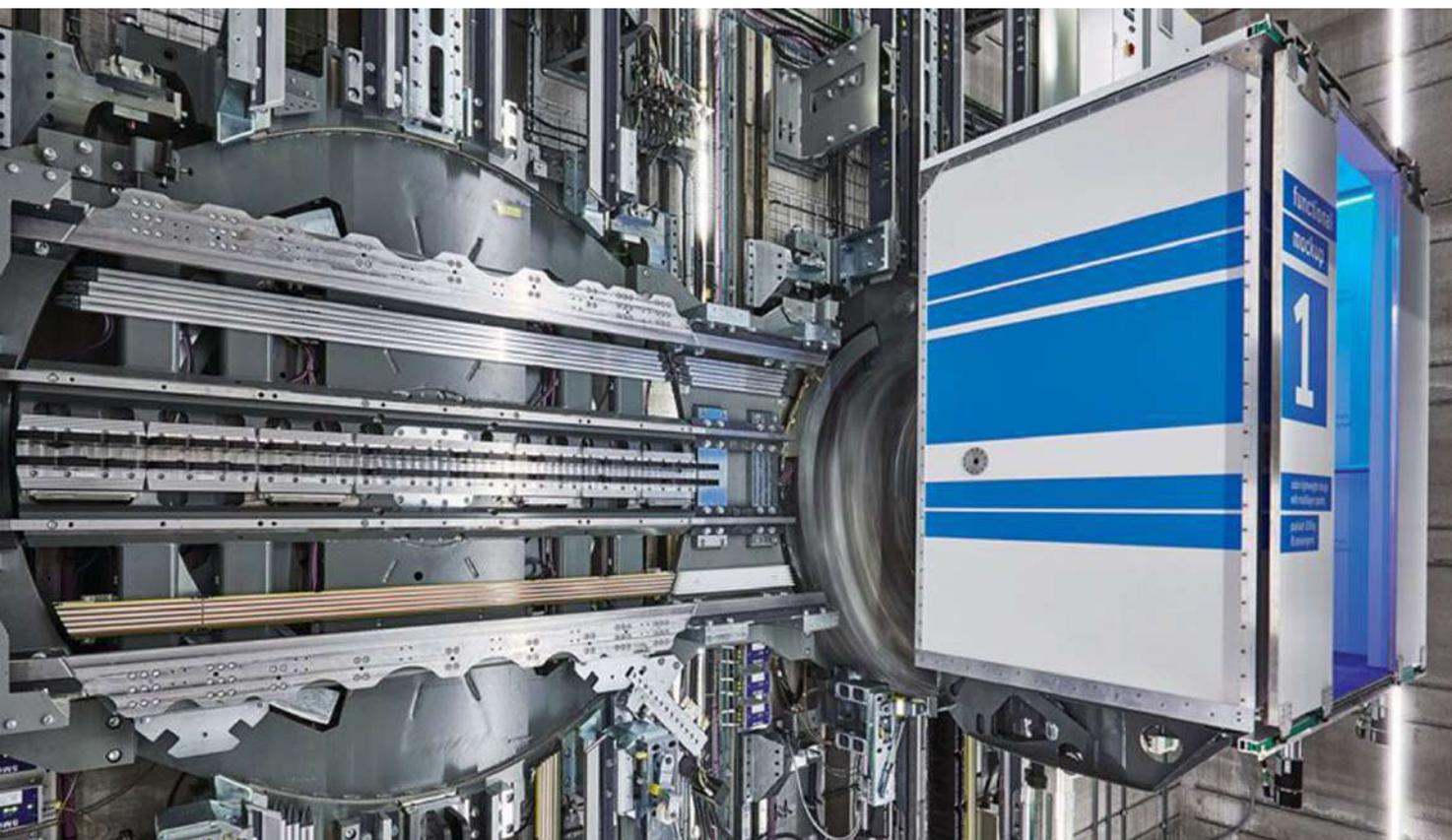


Figure IIB2-4/ Module sur une articulation en cours de changement de direction montrant le prototype de cabine.
© Thyssenkrupp

Un algorithme calcule les itinéraires optimaux pour éviter que les cabines n'entrent en collision. On pourrait penser que cette technologie est en avance sur son temps. Pourtant, ThyssenKrupp expérimente à l'échelle 1:1 des prototypes dans leur tour de l'innovation à Rottweil. Le bâtiment de 246 mètres de haut accueille 12 gaines d'ascenseurs sur lesquelles les ingénieurs testent ce nouveau système de déplacement. De plus, cette technologie sera installée pour la première fois sur la East Side Tower à Berlin en 2020. L'industriel allemand a ainsi déclaré que « l'ère de l'ascenseur dépendant du câble est révolue. ».

Avantages

Le système a l'avantage de pouvoir déplacer plus de personnes en un même temps qu'un système conventionnel, et ainsi de réduire l'emprunte énergétique des systèmes de circulations verticales de 30 à 50%. De plus, l'utilisation de ce système permettrait aussi d'en réduire la consommation d'énergie de 75% aux heures de pointes. Cela est d'autant plus vrai pour les immeubles de bureaux. Le système permet de réduire la consommation de l'espace dans le gratte-ciel. On peut également s'intéresser au fait que cette technologie n'est pas soumise à des contraintes de hauteurs, ou de direction. Il est assez facile d'imaginer que les bâtiments ne seront plus pensés que dans la verticalité, mais que le système permet aussi de concevoir des structures connectées entre elles.

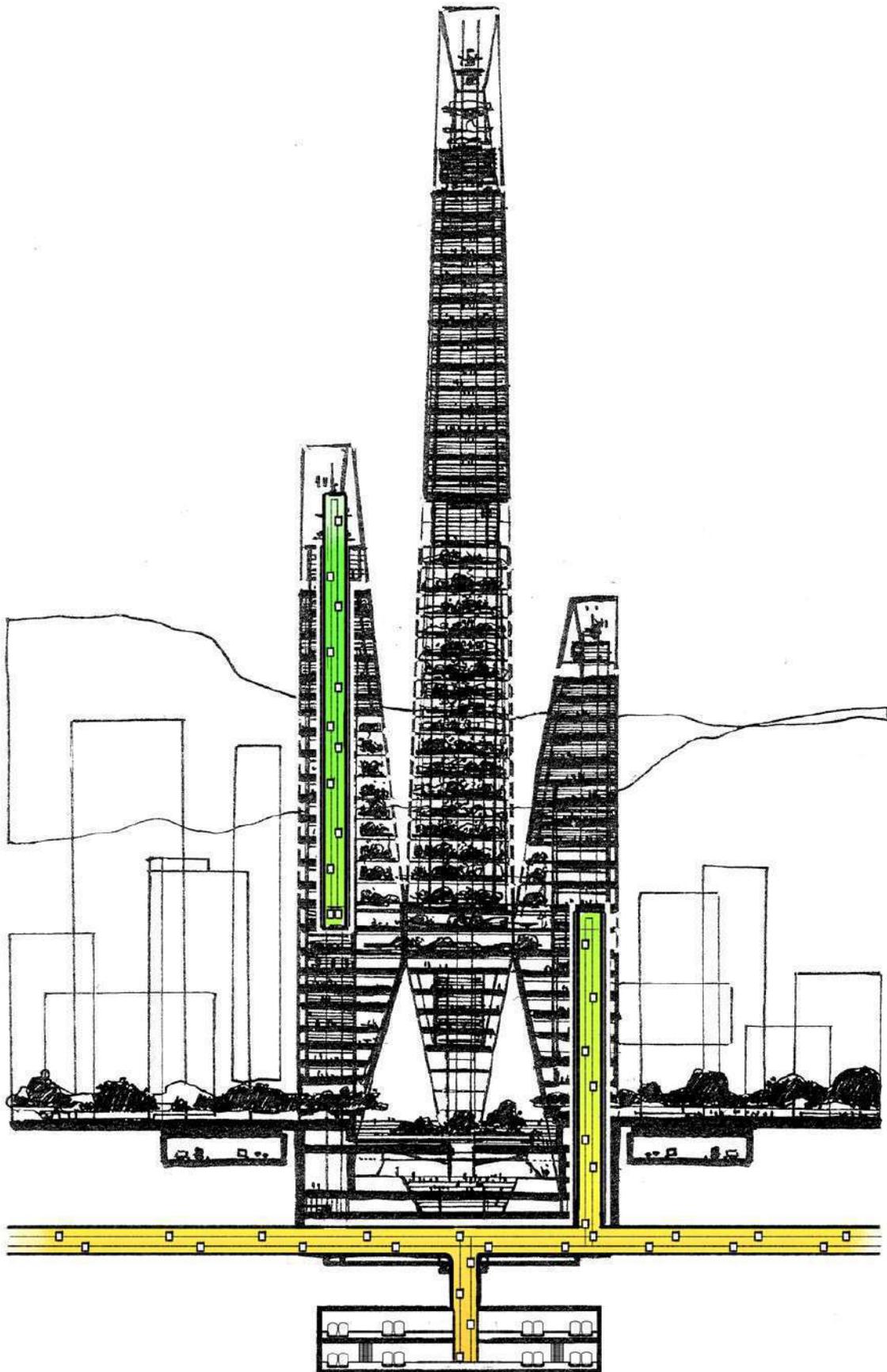


Figure IIB2-5 / Coupe du projet de gratte-ciel de Weston Williamson mettant en évidence la technologie MULTI développée par ThyssenKrupp
© Thyssenkrupp / WestonWilliamson+Partners

Potentiel

C'est ce que le groupe suggère en imaginant les changements que leur technologie pourrait apporter aux gratte-ciel et leurs rapport aux les infrastructures. L'entreprise a d'ailleurs exprimé, en se basant sur un projet de l'agence Weston Williamson + Partners, le potentiel du système Multi. Les cabines se connectent au réseau de transport en commun, tout en desservant les différentes parties du gratte-ciel. On pourrait imaginer que le système est intégré à la ville, et introduit de nouveaux moyens de s'y déplacer. Néanmoins, bien que le système présente de nombreux avantages, on peut se demander ce qu'il adviendrait de l'espace public qui même s'il est desservi, n'aura pas d'utilité pour se rendre dans les espaces du gratte-ciel depuis le métro. Ce type de rapport, évoqués dans ces documents pose évidemment la question du rapport social entre les individus. N'ayant plus le besoin de se déplacer dans la rue, et par conséquent dans l'espace public, l'ascenseur pourrait alors devenir un espace privilégié. Il faut alors penser l'ascenseur comme un espace public. Or, dans ce que l'entreprise présente, le prototype de cabine est relativement proche de la typologie classique de l'ascenseur, ce qui est quelque peu décevant. Il est évident qu'il ne s'agit encore que de prototypes et que le design définitif de ces cabines n'a pas encore abouti.

Cependant, il est important de saisir le potentiel de cette technologie, parce qu'elle apparaît toutefois comme porteuse de mutations, et qu'il ne s'agit que d'un nouveau produit, tout à fait capable d'évoluer. Ce système permet déjà de considérer que les déplacements d'un gratte-ciel ne se font plus que dans une seule et même direction et de reconsidérer cette forme de mobilité, et est ainsi une forme de mutation des systèmes connus, inventés il y a plus de 160 ans. Le fait que ce système intègre aussi les innovations associées au bâtiment intelligent permet aussi de considérer que les personnes auront un nouveau rapport à l'objet de déplacement en lui-même, évoluant au sein de la *Smart City*. Multi est actuellement en phase de test et de certification. Le concept sera finalisé en 2019. Le design quant à lui sera fixé d'ici à 2021. En 2022, le produit final industrialisé sera installé dans la tour de Rottweil et testé pour une certification européenne EN-81. la certification a déjà abouti en Allemagne, et est prévue pour les Etats-Unis et le Canada en 2020.

II.B.3. Une mutation de ces systèmes expérimentée par les architectes

Les architectes se sont eux aussi penchés sur la capacité de la technologie à produire de nouvelles formes de mobilité. L'agence britannique PLP Architects, et son laboratoire de recherche, PLP Labs, se sont saisis des questions de la mobilité, de la technologie et du gratte-ciel, tout en les rapprochant. Selon PLP Labs, la technologie évolue drastiquement mais les bâtiments beaucoup moins. Les équipes de recherche ont la volonté d'introduire un changement, en créant et en promouvant une mutation radicale des villes et de leurs infrastructures.

Constat

L'approche des architectes est établie selon différents constats. Que les gaines d'ascenseurs ont une emprise foncière conséquente au sein d'un bâtiment et en font ainsi des espaces onéreux. Il est paradoxal que ces gaines de circulations verticales, essentielles au fonctionnement d'un immeuble haut, y soient aussi les espaces les plus inutilisés. Que d'autres infrastructures urbaines aient des fonctionnements différents. Qu'une ligne de métropolitain par exemple, soit utilisée par plusieurs rames à la fois, et que les ascenseurs soient toujours exploités de la même manière depuis leur création.

Hypothèses

PLP Labs rejoint donc ici ThyssenKrupp, tant sur les constats que sur les hypothèses. Les industriels comme les architectes et urbanistes proposent une boucle sur laquelle pourraient plusieurs cabines à la fois. Cette boucle serait pour les britanniques multi-directionnelle, adaptable et donc plus efficace, de la même façon qu'un réseau de transport souterrain. Le système de skypods reprend l'idée que les circulations puissent s'étendre verticalement et horizontalement. Cette technologie s'appuie sur les avancées techniques dans le domaine des véhicules autonomes, qui pourraient révolutionner les modes de déplacement. Le système introduit par PLP Labs propose un protocole de mobilité urbaine tridimensionnelle.



Figure IIB3-1 / Perspective d'un projet théorique étudié par PLP Architects basé sur les skypods
© PLP Architects



Figure IIB3-2 / Mise en situation à Schenzhen du projet théorique étudié par PLP Architects basé sur les skyspods
© PLP Architects

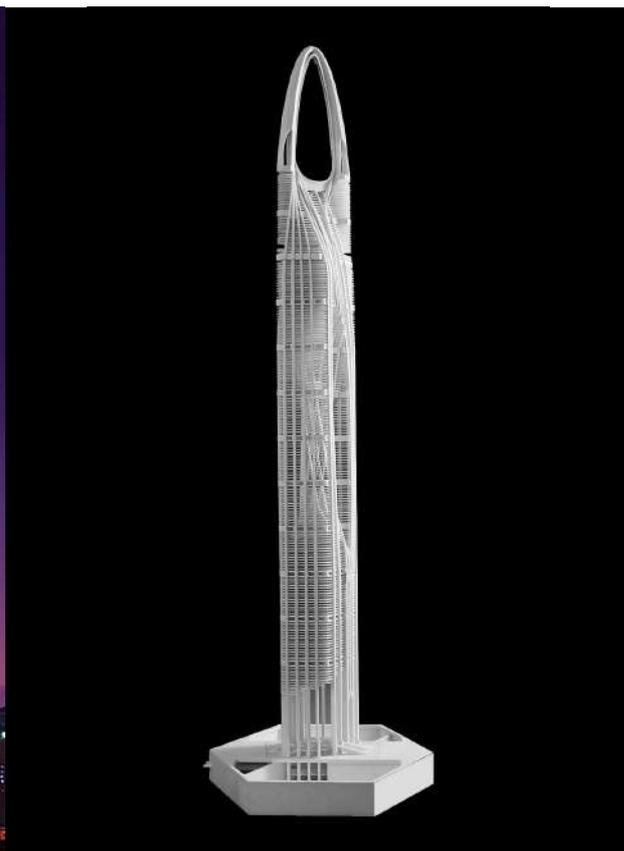


Figure IIB3-3 / Maquette du projet montrant le potentiel formel de cette technologie
© PLP Architects

Ce système est caractérisé par des modules ayant une bonne réactivité, répondant à la demande et se déplaçant d'un point A à un point B. Les équipes de chercheurs vont jusqu'à imaginer une infrastructure digitale et physique capable de transporter une personne de l'étage de son lieu de vie à celui de son lieu de travail, tout en ayant la possibilité de s'arrêter en chemin devant un café. L'idée est donc d'agir non plus sur un seul projet mais sur l'ensemble de la ville et d'y introduire un nouveau système de déplacement. Au sein de ce système, les personnes disposeront d'intimité puisqu'il serait possible de commander des capsules individuelles. L'expérience y serait aussi à son paroxysme puisque les skyspods seraient vitrées et permettraient aussi bien de profiter du trajet pour lire ou pour contempler le paysage.

Technologies

Le système repose sur une infrastructure à proprement parler : le rail. Seulement, les rails pensés pour une telle technologie auraient aussi bien la possibilité de s'incliner, de tourner, ou de vriller, de la même manière que les rails d'une montagne russe, afin de grimper sur les façades des bâtiments, et ce, malgré leur complexité. Contrairement à l'ascension verticale rigide des systèmes actuels, les skyspods fonctionnent de la même façon qu'un gyroscope. On retrouve ici les principes expérimentés dans les projets de la section précédente.

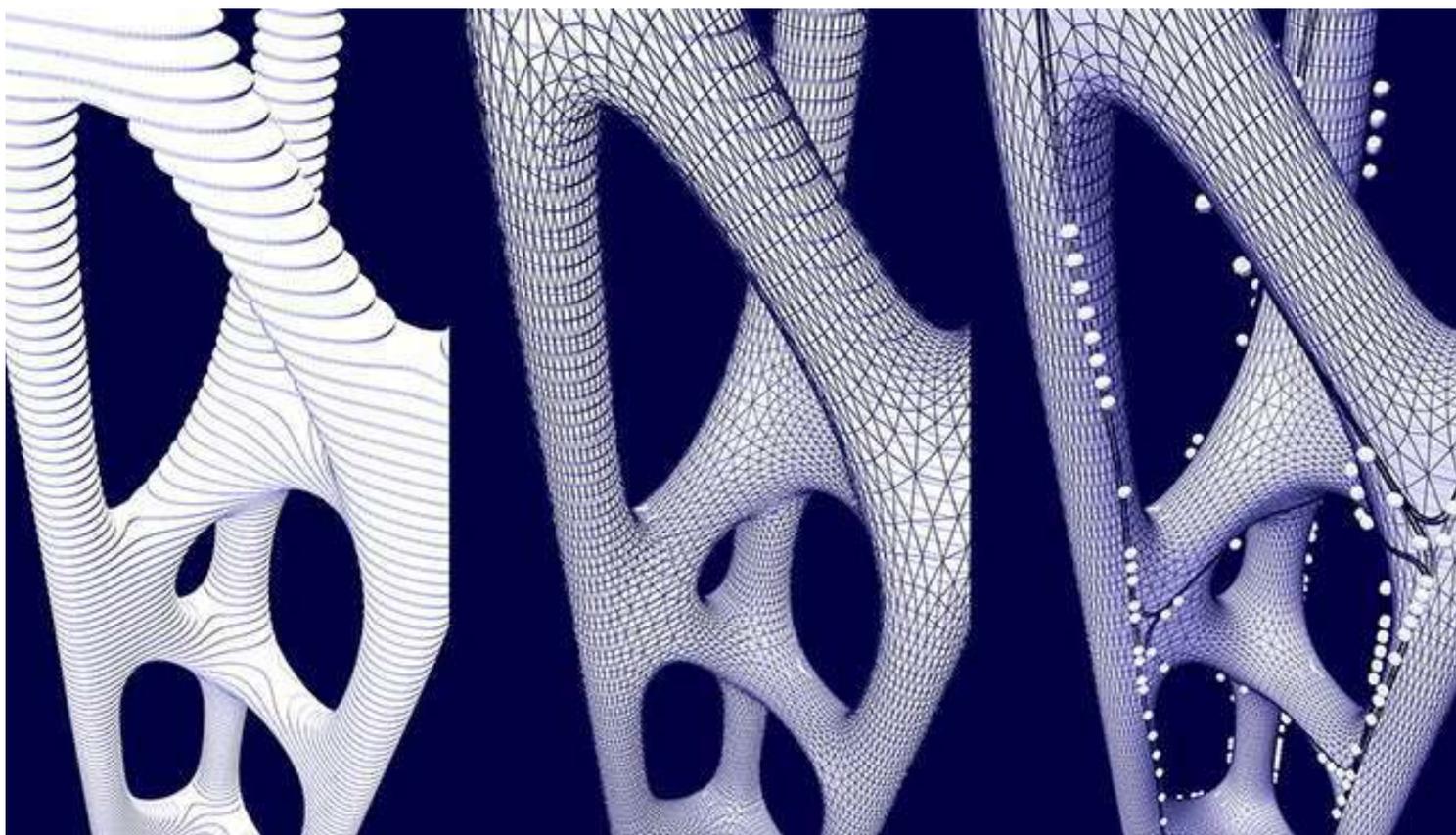


Figure IIB3-4 / Vues 3D des différentes strates du bâti.
© PLP Architects

En effet, les capsules se redressent automatiquement en utilisant les mêmes dynamiques de stabilisation digitale que celles des trains à grande vitesse. Pour l'instant, les skypods sont relativement similaires aux capsules du London Eye, en terme de gabarit. On y retrouve aussi le vitrage et le système d'accroche tournant autour des capsules, bien que celles-ci ne soient pas fixées à une roue, mais qui se rapproche module détaillé par ThyssenKrupp. Leur déplacement est rapide tout en étant fluide. Cela est possible grâce aux procédés de moteurs linéaires, étudiés dans l'hypothèse du géant industriel allemand, évoquée précédemment, que l'on peut aussi bien trouver dans certaines attractions et manèges à sensations fortes.

Avantages

En libérant ainsi le système de mobilité du noyau central, rigide et mono-directionnel à un système plus souple et multi-directionnel, placé sur l'enveloppe du bâtiment, les chercheurs ouvrent la voie à des possibilités formelles sans précédent. PLP Labs précise que si aujourd'hui, certains gratte-ciel sont monolithiques, et par leurs systèmes de déplacement, déconnectés de la ville, les skypods vont permettre à de nouveaux types de bâtiments d'émerger, et de les connecter à d'autres bâtiments existants. On peut, en effet, exploiter ce réseau pour se connecter au reste de la ville, et à ses infrastructures.

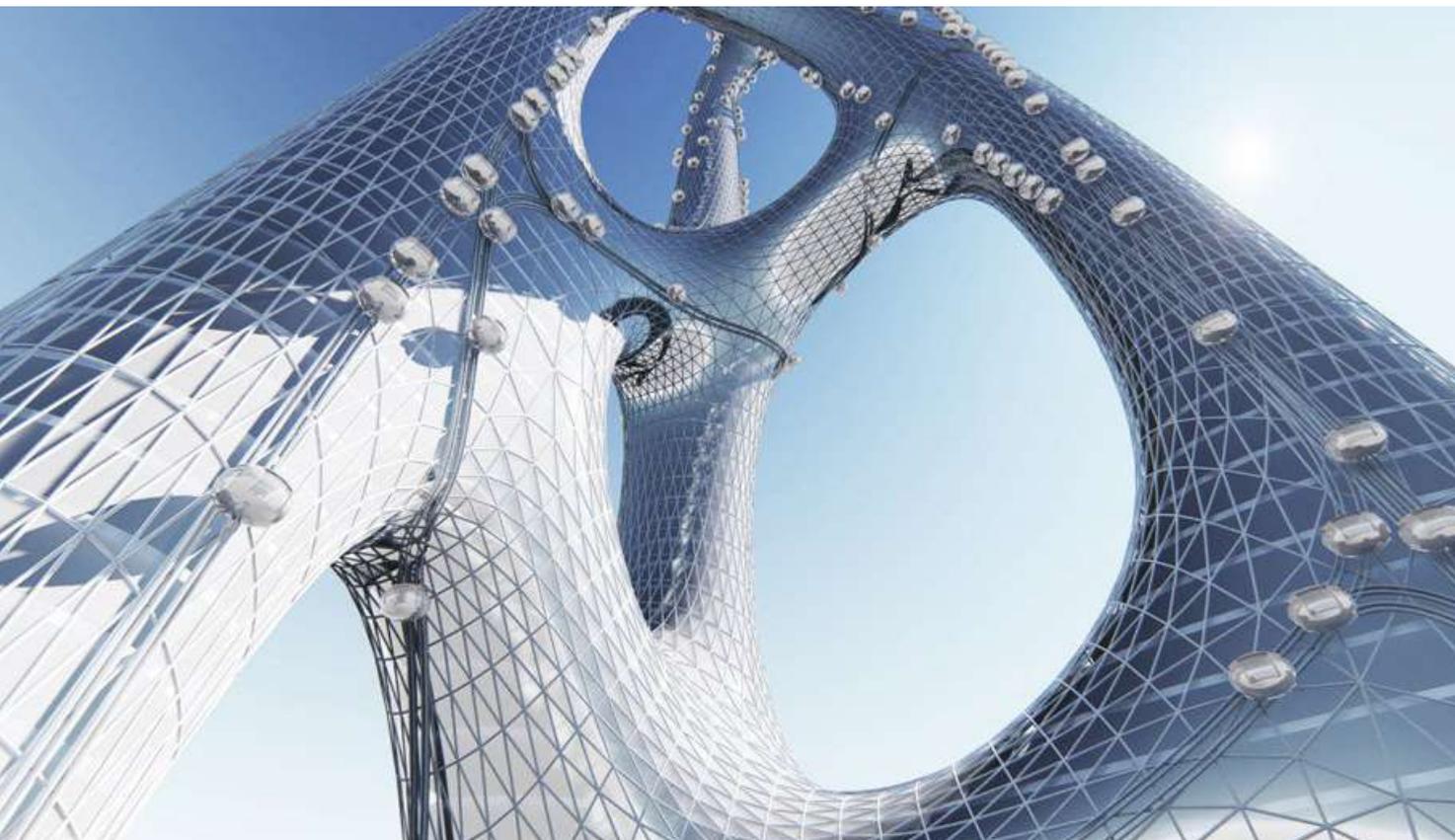


Figure IIB3-5 / Perspective montrant le développement à la verticale des rails occupés par les skypods.
© PLP Architects

Potentiel

L'agence PLP a étudié plusieurs possibilités de mise en œuvre pour son système. Le premier bâtiment présenté est très haut, puisqu'on le voit à côté du Shun Hing Square, un gratte-ciel de la ville de Schenzhen caractérisé par ses deux flèches mesurant 385 mètres de haut. Le bâtiment proposé fait approximativement le double de cette taille. Il est aussi marqué par une série de failles, au travers desquelles le système de déplacement est articulé. On peut d'ailleurs remarquer que des plateformes situées au sein de ces failles permettent un accès au bâtiment (Figure Ila2-16), là où l'autre proposition reste assez évasive sur cette question des accès. Le second projet imaginé par PLP présente un potentiel formel encore plus organique. De plus, les différentes articulations du bâtiment permettent une complexité plus grande pour les rails, et démontrer ainsi de tout le potentiel du système. Les hypothèses de PLP démontrent que le gratte-ciel peut être amené à muter grâce à la technologie.

On peut imaginer de nouveaux moyens de se déplacer au sein d'un gratte-ciel et entre celui-ci et la ville. Les approches du groupe industriel et par PLP sont différentes. Cependant, on peut facilement comparer ces deux systèmes, car tous deux souhaitent s'inscrire dans une idée de facilité de rapport entre l'immeuble haut et son contexte. Si le gratte-ciel a la capacité d'être affecté par ces mutations technologiques, alors cela en changera la nature.

II.C. Conséquences théoriques et pragmatiques de ces mutations

S'affranchir du noyau central

Ces deux nouveaux systèmes de déplacement introduisent de nouveaux rapports entre le bâtiment, la ville et les personnes. Ils permettent une mise en cause des systèmes de déplacement actuels. L'ascenseur tel que nous le connaissons aujourd'hui n'est pas le plus efficient. Michael Cesarz et Markus Jetter ont présenté lors de la conférence du CTBUH (Council on Tall Buildings and Urban Habitat) *2018 Tall+Urban Innovation* le système Multi. Lors de la conférence, ils évoquent une étude universitaire portant sur les cols blancs de Manhattan. Les personnes travaillant dans des bureaux et les cadres attendraient sur une année, et à eux tous 16,6 ans l'ascenseur, pour un temps consacré au déplacement dans l'ascenseur de 6 ans. Ces chiffres, par le ratio entre le temps d'attente et le temps d'ascension, met en exergue le fait que le système actuel n'est pas performant, et remet en cause cette technologie. Le fait de penser à de nouvelles façons de se déplacer dans la verticalité est donc pertinent pour les futurs enjeux économiques et sociétaux auxquels les individus seront confrontés. La remise en question du noyau central, occupant jusqu'à 40% des immeubles haut, change entièrement le modèle actuel. Il est donc évident que les conséquences liées aux mutations de ces systèmes de mobilité induisent une réflexion sur la conception du gratte-ciel.

Ne plus être contraint par un câble

D'abord, il est certain que ces technologies impliquent des transformations, mais cela devrait aussi avoir la capacité de générer de nouveaux espaces. Les technologies non dépendantes d'un câble ou d'une gaine amène à une redéfinition de la façon dont nous nous déplaçons dans un gratte-ciel. Cela est lié à la suppression de la contrainte dans laquelle les déplacements au sein d'un immeuble haut se font dans une gaine rigide. Le fait d'être libéré de la contrainte du câble permet d'atteindre des hauteurs qui étaient jusqu'alors limitées par la longueur et la résistance de ce câble. Néanmoins, l'enjeu de cette technologie n'est pas de se positionner dans la continuité de la course à la hauteur, mais sûrement de repenser la façon dont sont articulés les immeubles hauts.

Ces rails sont peut être un véritable atout pour la conception gratte-ciel. En plus de les libérer de la contrainte verticale, le système de déplacement pourrait permettre d'établir de nouveaux rapports architecturaux, entre les géométries que les rails génèrent, et l'esthétisme des bâtiments. En plus, cela a l'avantage de libérer les circulations du noyau central, qui devront être positionnées autrement. Ce système engendre une reconsidération du fonctionnement des systèmes de mobilité, et peut aussi s'exprimer sur des immeubles hauts d'une grande simplicité, et être déployés de façon plus verticale. Alors, les escaliers ainsi que les gaines techniques seront peut être les éléments structurels enfermés dans un noyau.

Etablir des relations mécaniques et architecturales

Pour revenir sur les dires de Rem Koolhaas, l'architecte exprimait dans Junkspace l'idée que l'ascenseur a le pouvoir d'établir des relations mécaniques plutôt qu'architecturales. Or, les différentes technologies évoquées précédemment peuvent permettre des relations architecturales. Les deux hypothèses formulées par PLP Architects, issues du même registre de techniques que des innovations relativement anciennes, sont réinventées, à l'aide du moteur linéaire. Les rails, dessinés et positionnés d'une certaine façon pourraient devenir une expression de la technique en façade, de la même manière que dans certains bâtiments du Bowellisme, où la technique est mise en valeur. Cela donnerait à voir en façade toute la technique sur laquelle repose le bâtiment. D'une manière singulière, les entités qui se déplacent le long de ces rails, pourraient s'inscrire, de la même façon que les ascenseurs de la Tour Eiffel. La visibilité des entités que l'on perçoit à travers la structure peuvent participer au dynamiques urbaines et donner à voir une nouvelle forme de mobilité.

Bien que le système de Thyssenkrupp soit peut être le plus proche du mode de déplacement que nous connaissons actuellement, cette technologie est d'ores et déjà développée, et c'est peut-être sa plus grande qualité. Il est certain que Multi peut en lui-même redéfinir la façon dont les architectes conçoivent un bâtiment de grande hauteur. Le fait qu'elle ne soit limitée à un seul et même plan limite néanmoins le potentiel que pourrait avoir cette technologie. L'ascenseur ou cellule de déplacement reste une liaison mécanique, mais ne devient pas complètement une liaison architecturale.

La solution proposée par PLP Architects, en revanche, bien que plus théorique, permet une véritable liaison mécanique et architecturale. De plus, par la seule qualité sculpturale que cette technologie peut générer un nouvel archétype dans la ville et sur la façade d'un I.G.H.. Ainsi, on met en pratique la théorie de Rem Koolhaas en établissant architecturalement une liaison ayant sa propre expression.

Une nouvelle articulation du gratte-ciel à la ville

D'une part, ces systèmes ont le pouvoir de renforcer le rapport entre l'immeuble haut et la ville. De par les possibilités permises par ces infrastructures, on peut imaginer que ces principes de déplacement sont déployés de la même manière à travers une ville que dans un gratte-ciel. Le système de déplacement proposé par l'agence britannique PLP a notamment été étudié pour être en relation avec le niveau de la ville, et ainsi pouvoir s'y développer.

D'autre part, il est nécessaire de se demander quelles sont les spatialités générées par de tels dispositifs. C'est là que reste vague l'agence britannique. Il semble évident qu'il faille, en plus de proposer un espace adéquat pour l'ascenseur ou la capsule, définir un lieu capable de gérer les flux humains. Les deux systèmes se situent entre le train et l'ascenseur puisqu'ils introduisent un déplacement horizontal. Cela pose des questions quant à la certification de ces systèmes de mobilité. L'architecte a-t-il le devoir de concevoir aussi un lieu engageant à la montée ou la descente de ces systèmes pour rejoindre la rue ? Quelle pourrait-être alors la

nature de ce lieu ? S'agit-il d'un espace public, privé, ou semi-public. Une redéfinition du Lobby pourrait être une solution. Peut-être que celui-ci est excentré du gratte-ciel. Ce lieu devrait être en tous cas assez perméable, de la même façon qu'une station de métro, par exemple. Mais comment définir les sorties, une fois que l'on atteint son étage ? La technologie des skypods pose en tous cas la question de l'accessibilité. Si l'accès aux capsules est alors défini, il est légitime de se demander si nous ne sommes pas encore dans la ville une fois que nous sommes descendus de la capsule. Si de tels systèmes tendent à se généraliser, alors comment percevrons-nous les espaces du gratte-ciel ?

Définition de l'entité de déplacement

Ces deux systèmes nous permettent aussi de redéfinir le lieu dans lequel nous pouvons nous déplacer au travers d'un bâtiment. Nous l'avons vu, la qualité du lieu de l'ascension peut faire l'objet d'une définition architecturale. Ces technologies devraient permettre une telle définition. Même si nous ne connaissons pas encore le design définitif développé par le groupe ThyssenKrupp, il est certain que celui-ci ne sera pas étudié aussi défini. Il existe dans certains projets des ascenseurs traités avec une attention remarquable, tant dans la spatialité qu'ils génèrent que dans le dessin de la cabine. D'un point de vue architectural, il est pourtant nécessaire de définir un lieu fait pour l'ascension ainsi que sa spatialité, interne et externe. Ensuite, il est évident que tous les systèmes abordés ont le potentiel de redéfinir le déplacement de l'Homme dans un gratte-ciel.

Une nouvelle perception de la mobilité

Enfin, ces technologies peuvent redéfinir le rapport d'une personne à son environnement. Si l'on se base sur un système équivalent à celui étudié par PLP Labs, il est certain que cela va induire un changement de la perception sensible d'une personne lors de son ascension. Le fait de relayer en façade les capsules, et de les rendre transparentes induit une conscience de l'ascension. Alors, le corps aura la capacité de se déplacer à travers le gratte-ciel et à travers la ville. La mobilité est donc une expérience sensorielle. L'action de s'installer dans un lieu mobile nous déplaçant pour nous mener dans un autre lieu devrait parler aux sens. Le rapport du corps à la mobilité, est dans la plupart des moyens de déplacement actuels, masqué. Les gaines d'ascenseurs y participent grandement, de la même façon que le métro, à la rupture de la perception de la mobilité.

Se rapprocher du rêve

Il est intéressant de rapprocher la technologie de ThyssenKrupp à une version réaliste du système d'ascenseurs multi-directionnels que l'on trouve au Ministère de la Magie dans l'œuvre de fiction Harry Potter. Ils se déplacent horizontalement et verticalement, d'où les pommeaux suspendus permettant aux personnes de se cramponner. Il manque pourtant une direction pour réussir à retrouver la magie du lieu conçu dans le film, puisqu'ils peuvent également reculer. Mais la réalité est suffisamment proche de la technologie pour établir un rapport entre ces deux modes de déplacement. Dans la même idée, le système développé par PLP Architects trouve également une correspondance avec cette même œuvre de fiction. Il pourrait se rapprocher du moyen de déplacement inventé pour les souterrains de la banque Gringotts, décrits dans les œuvres de J.K. Rowling. Des wagons gyroscopiques se déplacent sur des rails, fixés aux parois abruptes d'une immense grotte, menant les visiteurs jusqu'aux coffres.

Les différentes technologies abordées dans cette partie permettent de tirer plusieurs hypothèses de mutations. Ces mutations concernent les accès et les modes de déplacement dans un gratte-ciel. Ces évolutions sont susceptibles sur les structures de déplacement en elles-mêmes, mais aussi sur le lieu dans lequel les personnes se déplacent au sein de ces bâtiments. Cela implique donc une modification de la conception des bâtiments de grande hauteur, qui nous intéressent, tant sur le plan des mobilités, que sur celui de la spatialité. Il est alors nécessaire de s'intéresser à la façon dont ces systèmes peuvent être intégrés à un gratte-ciel, et les mutations que cela va nécessairement induire en terme de spatialité urbaine, architecturale et sociale.



Figure IIC-1 / Ascenseurs du Ministère de la Magie (Harry Potter et les Reliques de la Mort et Harry Potter et l'Ordre du Phœnix).

© Warner Bros.



Figure IIC-2 / Système de déplacement au sein de la banque Gringotts dans Harry Potter et les Reliques de la Mort (première partie).

© Warner Bros.

Mobilité et grande hauteur.

La sensation de déplacement pourrait aussi se traduire dans la mobilité d'un individu d'un gratte-ciel à la ville ou du gratte-ciel au gratte-ciel. En se basant sur les possibilités des technologies actuelles, l'idée d'un nouveau mode de déplacement peut émerger.

Le déplacement est, en soit une expérience. Pensé pour l'Homme et la ville, il pourrait devenir un véritable lieu mobile plaçant le corps en lévitation à travers le paysage urbain. Dans une capsule composée de verre, le rapport du corps au vide se ferait au travers d'un objet architectural ayant la capacité de se déplacer sur les façades des bâtiments, ou sur leurs toits. Parfois, ces objets pourraient même regagner le sol et prendre avec eux d'autres passagers. Cet espace, ce lieu, doit faire l'objet d'une réflexion sur sa définition autour de deux axes. Le premier, est en rapport avec le corps humain qu'il est sensé accueillir. Chaque personne doit s'y sentir bien. Certains pourront s'asseoir, d'autres pourront être en contemplation. Le second doit être en rapport à la ville, et permettre d'identifier le nouveau système de déplacement. Ce système pourrait aussi être capable de proliférer dans la ville existante, historique, et ne pas interrompre ses continuités architecturales.

La hauteur et la peur du vide sont devenues l'objet d'attractions touristiques qui transforment cette peur en sensation, notamment en haut des gratte-ciel. Pour ma part, j'aime contempler la ville depuis le haut, et une ville comme Paris ne permet que très peu de se placer en spectateur sur la vie de la ville. Il est important de chercher à retrouver les rapports perdus au grand paysage, à la ligne d'horizon, afin de voir, de contempler, et permettre de songer.

Dans les deux premières parties de ce mémoire, nous avons vu que le développement du gratte-ciel était le fruit de mutations techniques et technologiques. Dans de nombreux projets, l'immeuble haut a également été amené à changer de forme, donnant lieux à des expérimentations architecturales ayant la vocation de redéfinir la spatialité architecturale ou urbaine de ces projets. On pourrait définir ces expérimentations comme un potentiel pour intervenir, tant sur l'accroche urbaine que sur la qualité des espaces intérieurs que comptent ces édifices. La spatialité doit se conjuguer à la mobilité, et vice-versa.



La cité verticale.

Figure III / Londres, vue de la rive Sud de la Tamise, The Shard, RPBW.
Photographie personnelle

III. Mutations urbaines et architecturales

III.A. Enjeux urbains

III.A.1. Articuler

Rapport à la rue

Les immeubles hauts font parfois l'objet de critiques. On leur reproche souvent une urbanité peu amène, notamment pour le manque d'interactions que ces bâtiments ont avec la rue ou le niveau de la ville. Dans *Life Between Buildings*, Jan Gehl écrit que des bâtiments bas placés le long des rues sont en harmonie avec les sens des personnes, contrairement à un immeuble de grande hauteur. Il y précise également qu'en plus des ombres que les immeubles hauts génèrent, les vents violents au pied de ces bâtiments sont une problématique complexe intervenant dans la conception des gratte-ciel. Jan Gehl établit le postulat suivant : « Un contact ayant du sens avec le niveau du sol est seulement possible depuis les tous premiers étages d'un bâtiment. Au delà du troisième ou du quatrième étage, une diminution de la possibilité d'avoir un contact avec le niveau du sol peut être constatée. Un autre seuil existe entre les cinquième et sixième étages. N'importe quel objet ou personne au dessus du cinquième étage est très clairement hors de portée des événements se déroulant au niveau de la rue ou du sol. »²⁵. L'absence de liaison avec le sol lorsque l'on se trouve au bas d'une construction de grande hauteur s'oppose à l'aisance du rapport au ciel, aux toits et à au paysage urbain qu'offrent les étages supérieurs. Il semblerait donc qu'une des problématiques à laquelle le gratte ciel doit répondre soit la possibilité d'adoucir son accroche à la rue. Dans la ville de New York, où la densité est importante, l'omniprésence du gratte ciel permet une harmonisation de l'horizon urbain depuis la rue : le regard devient vertical et se tourne vers le ciel. A contrario, l'édification d'un immeuble de grande hauteur dans une agglomération où le bâti est homogène entraîne une scission visuelle sans transition entre le ciel et la terre. Il faut alors penser la cohésion de l'horizon afin d'harmoniser les contingences urbaines entre le haut et le bas de ces structures et d'offrir un équilibre de vues tantôt verticales, tantôt horizontales.

Pour revenir sur les propos de Thierry Pacquot, il faut également considérer que les villes « tourées » ont des qualités urbaines que n'offrent pas les villes « détourées » et inversement. Il s'agit de déployer les bâtiments soit vers le ciel, soit vers la terre. La hauteur des immeubles offre un cadre saisissant à la grandeur de la ville qui se déploie tout autour de nous dans une perspective remettant notre échelle humaine en questionnement. Cela permet d'envisager la ville, la localisation des populations, de leurs activités, les aménagements et la maîtrise du territoire dans une dynamique portée vers le ciel. Selon les personnes, certaines préféreront être en relation avec la rue. D'autres aimeront plutôt être connecté visuellement au grand paysage. Une vue sur la ville en hauteur est saisissante et place la personne qui la contemple en relation dynamiques territoriales qui composent l'urbain.

²⁵ Gehl, Jan. *Life Between Buildings*. p.99

Détournements

On peut aussi parfois depuis le sol, par des procédés architecturaux, être mis en rapport avec l'environnement immédiat d'un bâtiment. Le 52 Lime Street à Londres reflète par exemple son voisin proche, le 30 St. Mary Axe de l'agence Foster+Partners. Le Scalpel, ou 52 Lime Street a été livré en 2019 et conçu par l'agence Kohn Pedersen Fox (KPF). L'inclinaison du vitrage donne à voir le contexte urbain du bâtiment mais aussi le ciel, et ce, depuis le niveau de la rue. Cela confère aussi au gratte-ciel son surnom, The Scalpel, issu de sa silhouette « aiguisée ». Son voisin, le Leadenhall Building, propose aussi un rapport singulier avec le niveau de la rue. Surélevé de plusieurs niveaux, seule la structure du bâtiment est ancrée dans le sol. Ce vidé généré offre une expérience que l'on retrouve également à New-York au pied du Citigroup Center. Le Leadenhall building a été livré en 2014 et conçu par l'agence Rogers Stirk Harbour + Partners (RSHP). Introduits dans le milieu dense qu'est la City de Londres, les deux bâtiments traitent d'une façon unique leurs accroches au sol de la ville. En plus de la géométrie que cela confère aux bâtiments, l'inclinaison des pans de ces deux gratte-ciel sont étudiés afin de ne pas encombrer la vue sur le dôme de la Cathédrale Saint-Paul dans la perspective de *Fleet Street*. La rue est empruntée par la Reine à l'occasion d'événements officiels ayant lieu dans la cathédrale. Les deux bâtiments disparaissent toujours derrière des bâtiments, ou derrière la cathédrale elle-même. La hauteur du 20 Fenchurch Street a été aussi palliée pour préserver cette perspective.

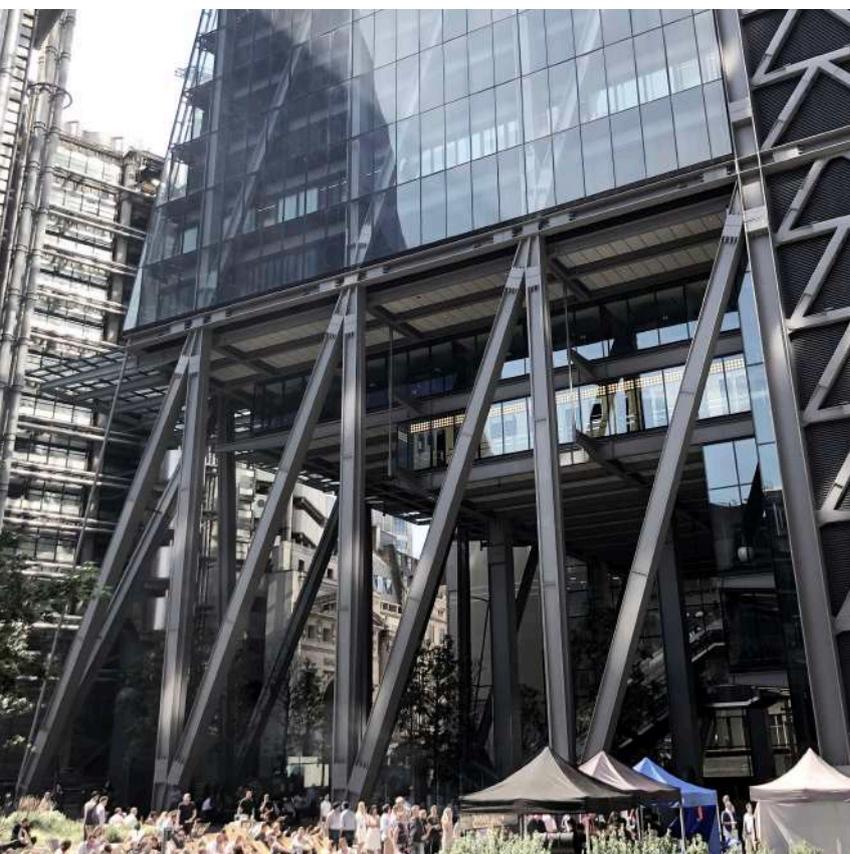


Figure IIIA1-1 / Leadenhall Building, Londres. 2019
Photographie personnelle



Figure IIIA1-2 / The Scalpel (KPF), Londres. 2019
Photographie personnelle

Les procédés architecturaux mis en œuvre pour le Leadenhall Building et le 52 Lime Street permettent de repenser singulièrement le dialogue entre le ciel et la terre que constitue le gratte ciel.

Composition

Le gratte-ciel, par sa perméabilité peut devenir un assemblage de plusieurs morceaux de ville. Cela s'exprime dans le concept du village vertical. Il se caractérise souvent par une division d'un immeuble haut en plusieurs sections. Ce concept est polyvalent : il peut être mis en œuvre quelque soit le type de programme, et permet une grande diversité d'usages. Un autre des avantages du concept de village vertical réside dans sa capacité à rendre compte l'échelle humaine dans des projets de grande ou de très grande envergure, ceci tant dans leur conception intérieure qu'extérieure. Dans l'architecture contemporaine, de plus en plus de bâtiments de grande hauteur trouvent leur expression urbaine dans leurs compositions.

Inclusion

Le premier exemple de gratte-ciel développé dans la City de Londres au Royaume-Uni a été pensé comme un village vertical. Le 22 Bishopsgate a été conçu par l'agence PLP Architects, que nous avons déjà évoqué pour avoir introduit le concept de skypods. Ce gratte-ciel de 278 mètres se caractérise par une série de retraits exprimés aussi bien en plan qu'en élévation.

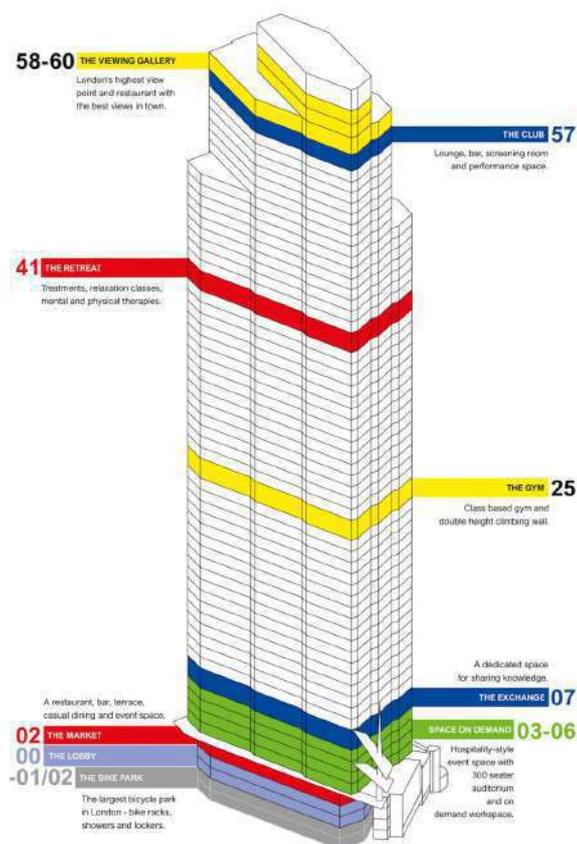


Figure IIIA1-3 / 22 Bishopsgate, axonométrie du projet montrant les usages du programme
© PLP Architects



Figure IIIA1-4 / Vue 22 Bishopsgate (à gauche) et de la City de Londres depuis les rives de la Tamise, 2020.
Photographie personnelle

Ces procédés architecturaux confèrent au bâtiment sa silhouette plutôt marquée de lignes verticales et de retraits. Le gratte-ciel a été pensé comme un village vertical. On retrouve notamment le plus grand parking à vélo de Londres, un marché, des espaces à la demande, une place d'échanges, un gymnase comprenant un mur d'escalade sur deux niveaux, une retraite (dédiée aux activités de relaxation), un club, et une galerie d'observation. Bien que l'aspect multi-fonctionnel ne soit pas nouveau, il est rare de trouver une telle variété de programmes dans un gratte-ciel dans la City. La singularité de ce bâtiment réside dans l'occupation d'étages courants entiers pour de nouveaux programmes, et ce à différents niveaux du gratte-ciel. Les équipes de PLP Architects ont ainsi travaillé sur la multiplicité des usages pour inclure une ambition plus humaine au bâtiment. Pour concevoir le 22 Bishopsgate, les architectes ont imaginé un bâtiment dans lequel ils auraient aimé travailler. L'engouement de PLP Architects dans la création d'un gratte-ciel engagé autour du bien-être de ses utilisateurs, a permis d'envisager l'inclusion de ces nombreux programmes accompagnant les bureaux. Il est donc évident que pour concevoir un gratte-ciel agréable, il faut absolument se soucier, dès la conception, du bonheur des personnes qui utiliseront et expérimenteront le bâtiment. Au delà des mutations urbaines et fonctionnelles déployées pour cet immeuble de bureaux, le 22 Bishopsgate offre une nouvelle silhouette participant au développement de la *skyline* de la ville de Londres, qui devient de plus en plus marquée par les bâtiments de grande hauteur. Bien que le projet puisse paraître, notamment pour sa taille, démesuré pour la City, ce n'est que sur place que l'on prend conscience de ses qualités. D'abord, la perception du bâtiment est toujours différente selon le point d'observation. Une diversité ambiguë de silhouettes que peut avoir le gratte-ciel incite à toutes les découvrir. La grande qualité du verre confère une grande variété d'expressions et de couleurs aux façades du bâtiment dépendant grandement de la luminosité et du temps.

Réconciliation

Lors de sa construction, et plus encore aujourd'hui, la Tour Montparnasse a suscité de nombreuses critiques. Son emplacement est sans aucun doute ce qui a déclenché la plus grande animosité à son égard. Si elle s'était inscrite dans un projet urbain plus important en terme de superficie et de nombre d'édifices, elle n'aurait peut-être pas fait l'objet d'une telle dépréciation. Un concours architectural a été lancé sur une possible rénovation de la tour et a été remporté par la Nouvelle AOM (Agence pour l'opération Maine-Montparnasse). L'agence est un collectif d'architectes formé en 2016 par trois agences : Chartier Dalix Architectes, Franklin Azzi Architecture, et Hardel Le Bihan Architectes. Six autres projets ont été désignés lauréats de ce concours. On retrouvait à la deuxième place une proposition de l'agence américaine Studio Gang, dirigée par Jeanne Gang, qui était peut-être plus pertinente, dans la mesure où elle proposait une véritable transformation pour ce bâtiment. La proposition formulée par la nouvelle AOM ne résout pas les défauts de la structure, mais les accentue. Au contraire, la proposition de Studio Gang était audacieuse, innovante, et établissait un rapport entre le sol et le gratte-ciel. Néanmoins les deux projets intègrent une multi-fonctionnalité, importante pour ce quartier de Paris.



Figure IIIA1-5 / Tour Montparnasse, proposition de la nouvelle AOM
© Nouvelle AOM

Figure IIIA1-6 / Tour Montparnasse, proposition de Studio Gang
© Studio Gang



Figure IIIA1-7 / Tours Duo, perspective
© AJN



Figure IIIA1-8 / Tour Bercy-Charenton
© SOM



Figure IIIA1-9 / Tour Triangle, perspective
© Herzog et De Meuron

Le traumatisme lié à la Tour Montparnasse a l'air de s'être estompé ces dernières années, puisque la mairie de Paris a entrepris une politique encourageant la construction d'immeubles de grande hauteur. D'abord avec une modification récente du P.L.U. (Plan local d'urbanisme) pour certaines zones urbaines, les Z.A.C. (Zone d'aménagement concerté), permettant la construction de bâtiments résidentiels jusqu'à 50 mètres. De plus, certains projets situés aux abords du périphérique ont obtenu la permission exceptionnelle de monter jusqu'à 200 mètres. Cela a donné lieu à plusieurs projets. D'abord les Tours Duo, signées de l'agence Ateliers Jean Nouvel, près de la porte de la Gare. Ces deux immeubles de 180 et 122 mètres accueilleront des bureaux, un hôtel et des commerces. On retrouvera aussi dans le ciel parisien la tour Triangle, qui de ses 180 mètres, marquera la porte de Versailles ainsi que le quartier du parc des expositions. Dessinée par l'agence Herzog et De Meuron, elle est décrite par Jean Nouvel comme étant « à la hauteur de Paris. Elle est faite par deux des plus grands architectes du monde, c'est l'un des objets sculpturaux les plus incroyables que j'ai vu depuis longtemps. C'est un immeuble de lumière»²⁶. Enfin, la tour Bercy-Charenton sera le signal du renouveau du quartier homonyme. Conçue par l'agence SOM, évoquée précédemment, le gratte-ciel de 180 mètres comprendra essentiellement des logements, introduisant une nouvelle façon de vivre à Paris.

²⁶ Nouvel, Jean. Interview donnée à France Inter par Léa Salamé sur le rejet de la construction de la tour triangle par le conseil de Paris, 18 novembre 2014.

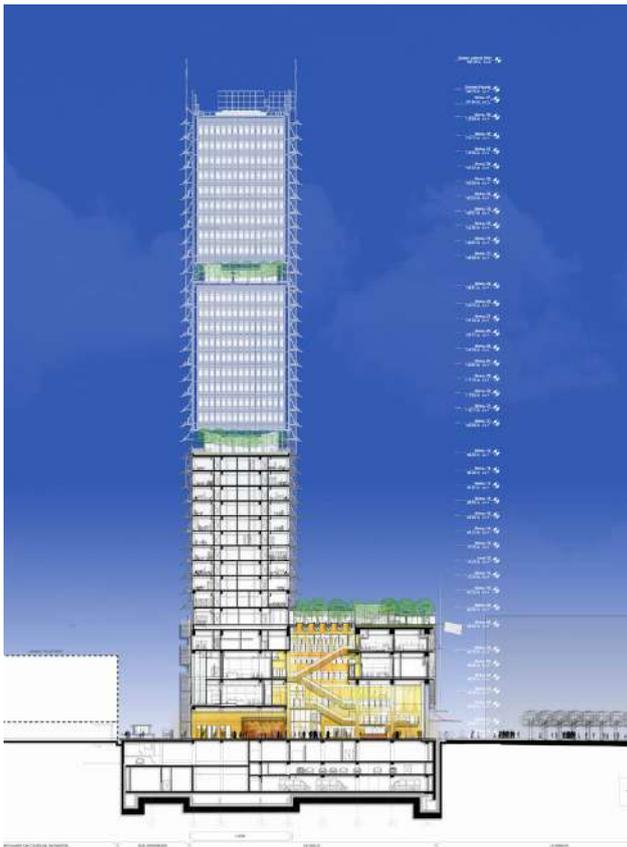


Figure IIIA1-10 / Tribunal de Grande Instance de Paris, Coupe
© RPBW

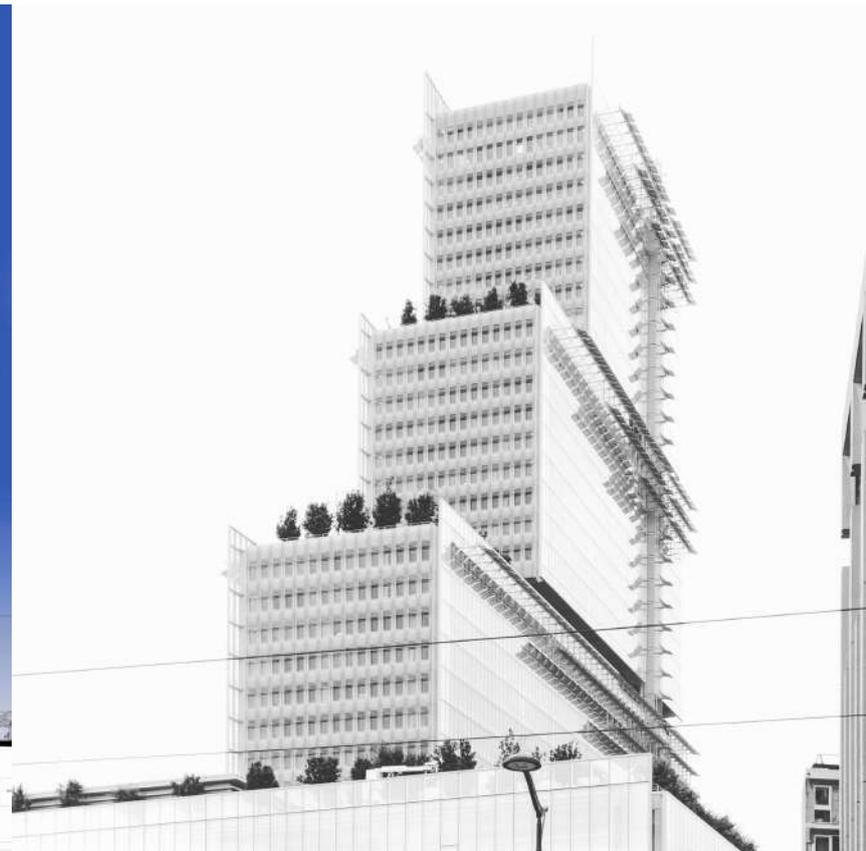


Figure IIIA1-11 / Tribunal de Grande Instance de Paris
Photographie personnelle

L'ensemble de ces immeubles de grande hauteur, tous positionnés aux portes de Paris, est un un sens une façon de repousser le problème. Encercler Paris de bâtiments de grande hauteur constitue pour certains détracteurs un emmurement de la capitale, et une dégradation des perspectives visuelles sur certains bâtiments. Pour d'autres, ils constitueront une façon de poursuivre une évolution de Paris, et contribueront au patrimoine architectural extrêmement riche de la capitale française.

Fragmentation

Dans cette même volonté de doter Paris d'une couronne de symboles architecturaux de grande hauteur, le Tribunal de Paris a été livré en 2017. Installé porte de Clichy, le bâtiment surplombe le boulevard périphérique parisien de ses 160 mètres de hauteur. Il a été conçu par l'agence Renzo Piano Building Workshop (RPBW). Le bâtiment a été pensé en une série de cinq volumes, reprenant ainsi plusieurs fonctions. Un bastion et un socle intègrent le bâtiment au niveau de la ville. Sont ensuite déclinés en hauteur trois volumes caractérisés par une délimitation marquée entre chacun d'entre-eux, et un rétrécissement décroissant en fonction de la hauteur de l'édifice. L'ingéniosité du système réside dans le fait que chacun de ces blocs corresponde au gabarit d'un immeuble haussmannien. Ces volumes confèrent à la cité judiciaire son identité. Cela définit ainsi une autre façon de penser la ville verticale, signifiant les

usages dans l'emprunte urbaine du bâtiment. La silhouette distinctive du tribunal de Paris est soulignée par des espaces extérieurs situés au dessus de chaque volume, et offre ainsi un accès à l'extérieur aux utilisateurs du bâtiment. La végétation que l'on peut observer à chaque changement de gabarit donne ainsi l'illusion d'une ville qui se serait développée en hauteur. Contrairement à ce que l'on pourrait attendre d'un bâtiment à usage civique, « Il ne s'agit pas d'une tour qui exprime le pouvoir et qui sert à montrer des muscles. C'est une tour qui respire avec la ville. Et comme elle est dédiée à la justice, cela semble plutôt adapté »²⁷ exprimait l'architecte sur le chantier.

Ainsi, en reprenant les caractéristiques du tissu urbain adjacent, par sa volumétrie, et par son intégration urbaine, le bâtiment réussit à affirmer une réponse concrète à la façon de concilier Paris avec le bâtiment de grande hauteur et sa symbolique. Aussi, la densité urbaine exprimée par le projet répond à des contraintes que les architectes et les urbanistes doivent adopter. L'immeuble haut peut répondre à un besoin de densifier la ville, par le système du village vertical. Avec le 22 Bishopsgate, le Tribunal de Paris constitue une réponse urbaine et architecturale à la question de la densité. Contrairement au 22 Bishopsgate, la division des différents usages est lisible dans la volumétrie du bâtiment, ce qui rejoint l'adage du mouvement moderne selon lequel, la « forme suit la fonction ». Cette formule a été employée par Louis Sullivan, illustre figure de l'école de Chicago. Ainsi ces deux bâtiments se rapprochent d'une forme conventionnelle d'immeubles de grande hauteur, mais d'autres architectes, sur le même principe de village vertical, vont plutôt exprimer des géométries proliférantes.

Morcellement

Le projet de l'agence OMA pour le siège de la CCTV (China Central Television) peut compléter cette pensée de la ville verticale. L'édifice a été livré en 2009 et mesure 213 mètres de haut. Le bâtiment se caractérise comme un anti gratte-ciel. L'enjeu du bâtiment est de proposer une nouvelle typologie d'immeuble haut qui ne serait pas inscrit dans la traditionnelle course à la hauteur, en deux dimensions. La boucle que constitue le siège de la CCTV expérimente une spatialité tridimensionnelle caractérisée par un porte-à-faux de 75 mètres au sommet du bâtiment. La conception de l'édifice repose ainsi sur un programme multi-fonctionnel, où les espaces ont été disséminés à travers la boucle, mais aussi sous une place publique aménagée au niveau de la rue. Le bâtiment est en fait composé de sections verticales et horizontales, permettant ainsi une continuité et une fluidité pour les déplacements entre les différents éléments du programme. L'expérience proposée par OMA est donc bien différente de celle que l'on peut trouver dans un immeuble de grande hauteur de conception traditionnelle. La volumétrie du bâtiment exprime également cette nouvelle expérience, puisque on ne peut pas dire où le bâtiment commence, et où il se termine.

²⁷ Guislain, Margot. AMC, « Renzo Piano - Tribunal de Paris - Équerre d'argent 2017. », 24 novembre 2017



Figure IIIA1-12 / Pékin, 2019.
© HGEsch

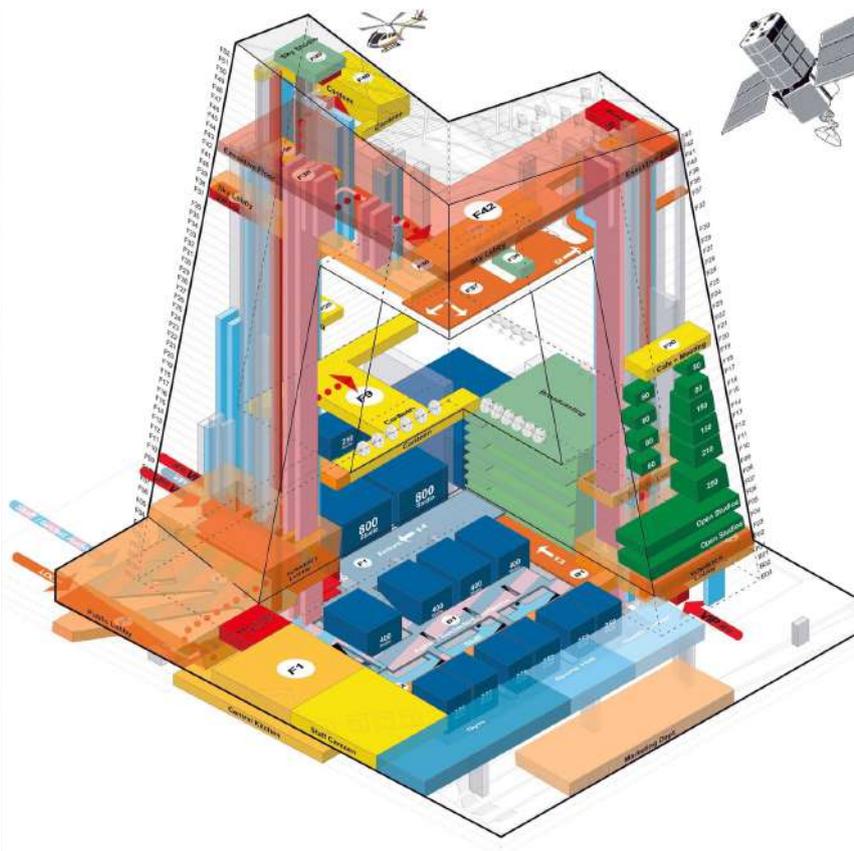


Figure IIIA1-13 / Diagramme programmatique, CCTV Headquarters, OMA.
© OMA

Cela renforce la dénotation d'anti gratte-ciel du projet. Cette continuité pourrait faire l'objet d'une exploration, puisqu'elle permettrait de faire évoluer le gratte-ciel vers une nouvelle typologie, où les circulations et leurs continuité seraient des opportunités de renforcer la présence de la ville à l'intérieur de ces structures.

En poursuivant cette idée de continuité, le gratte-ciel ne serait plus un bâtiment fermé, dans lequel le seul rapport à l'extérieur serait exprimé, mais plutôt un lieu urbain à part entière, proposant toute la fluidité de la ville. Le projet de l'OMA exprime en façade une étrange austérité, issue de la forme générique de cette boucle de taille démesurée. Les qualités esthétiques de la structure, exprimées en façade, donnent au bâtiment une grande élégance. Cette structure a fait l'objet d'études techniques poussées, exprimant seulement les éléments structurels essentiels à la tenue de l'édifice. Cela explique la non orthogonalité et l'irrégularité de cette structure. En terme de paysage, enfin, cette silhouette distinctive inédite démontre d'une grande maîtrise de OMA en matière d'architecture. Cette architecture cherche, et réussit à démontrer de la capacité de la ville à se développer et à s'exprimer dans un espace tridimensionnel.

Prolifération

C'est le cas du Village Vertical, projet lauréat du concours Inventons la Métropole du Grand Paris, conçu par Sou Fujimoto Architects, Laisné-roussel et Atelier Georges pour le site Rosny Métropolitain. Il a été présenté en 2019. Le bâtiment faisant 50 mètres de haut, il n'est pas considéré comme un I.G.H. mais le projet, par sa verticalité et son nom exprime une idée de cité verticale où chaque logement va trouver son expression en façade, par une prolifération de blocs. L'architecture est ici conceptualisée dans la complexité des façades et la volumétrie que les bâtiments cherchent à exprimer. Le village vertical prend le parti de jouer sur deux édifices qui sont en apparence très fragmentés. La grande complexité des éléments verticaux et horizontaux invoqués en façade confèrent aussi au projet sa singularité. Le Village Vertical de Rosny introduit une échelle humaine dans un projet de grande échelle. Cela passe par des considérations géométriques, régulièrement expérimentées dans les projets de Sou Fujimoto autour de la légèreté, de la prolifération et de la multiplicité. La prolifération d'éléments donne l'illusion d'un paysage incontrôlé, rendant floue la frontière entre nature et architecture. Cela a aussi l'avantage d'adoucir le rapport entre le sol et le bâtiment. L'accroche du bâti au niveau de la ville peut permettre une transition moins abrupte entre un bâtiment de grande hauteur et son contexte immédiat, ce qui constitue un enjeu pour le futur de nos villes.

La multiplicité d'éléments exprimés donne aussi l'illusion d'une ville incontrôlée. Pourtant, cette prolifération est sans doute très maîtrisée pour des raisons techniques et économiques. On peut facilement comparer le Village Vertical à un autre projet de Sou Fujimoto, l'Arbre Blanc, à Montpellier. Les deux projets présentent des similarités dans les extensions des logements en façade et par le jeu sur la matérialité qu'ils produisent. Ces planchers très fins, notamment, ont l'effet d'agrandir le bâtiment, et donc de donner l'illusion qu'ils se développent à travers l'espace de la ville. Les passerelles qui connectent les deux bâtiments du Village vertical permet aussi d'y établir des connections visuelles et fonctionnelles. Dans l'Arbre Blanc, cela s'exprime plutôt par le fait que les terrasses sont élargies en fonction de la hauteur du bâtiment. Cela confère au bâtiment son nom, issue d'une métaphore sur le végétal. Le développement de la ville dans plusieurs directions pourrait-être comparé au développement du *Physarum polycephalum*, surnommé « le blob ». Cet organisme monocellulaire possède des capacités d'apprentissage, bien que ne possédant pas de cerveau, ni de neurones. Il a notamment été capable de reproduire le plan du métro de Tokyo, où les connections étaient définies par des flocons d'avoines. Placé à l'emplacement de la gare centrale L'organisme a été capable, en proliférant, de créer un réseau des chemins les plus optimaux d'un point à un autre.

Le concept de la ville qui s'étend dans toutes les directions peut aussi être perceptible dans le programme déployé à Rosny. L'une des caractéristiques de la ville est exprimée par la multiplicité des usages et des fonctions qui la composent. Le projet de Sou Fujimoto est multifonctionnel et compte une dizaine d'usages en plus du logement. Cela lie intimement l'édifice aux fonctionnements et aménagements urbains. Par sa densité, et par sa diversité, un bâtiment peut devenir un quartier entier. Composé en grande partie de logements, le bâtiment accueille de nombreuses autres fonctions.



Figure IIIA1-14 / L'Arbre Blanc, Montpellier.
© OXO Architects



Figure IIIA1-15 / Le Village Vertical, Rosny-sous-Bois.
© Sou Fujimoto, Nicolas Laisné, Dimitri Roussel

Cette considération particulière pour les parties publiques et leur situation au sein même du bâtiment, place l'échange au cœur du projet. Ainsi, le village vertical tend à renforcer la mixité sociale. La prolifération semble donc être un procédé qui permet de donner l'illusion d'une ville qui se serait développée par elle-même. De plus, cela génère une urbanité plus douce avec le sol, effaçant la rupture entre l'horizontalité et la verticalité.

III.A.2. Circuler

La ville proliférante

Le pavillon de la Serpentine Gallery conçu en 2013 par Sou Fujimoto pourrait évoquer la prolifération et la légèreté. La structure du pavillon lui confère son identité et sa matérialité. Le pavillon, bien que n'étant pas une structure verticale, pourrait mettre en évidence un type de spatialité urbaine que l'on peut trouver dans certaines œuvres de fiction. Notamment, dans *La Fièvre d'Urbicande*, deuxième volume de la série *Les Cités obscures* dont le scénario a été écrit par Benoît Peeters et les dessins réalisés par François Schuitten. Publié en 1985, le récit traité d'une structure cubique évidée d'origine inconnue qui croît lentement à travers une ville ordonnée. Au fur et à mesure de la progression du récit, ce réseau grandit et englobe la ville. Les habitants cherchent à le détruire, mais en vain. Ils trouvent alors des façons de se l'approprier, à un moment où le réseau cesse de grandir. Le réseau établit des relations entre deux quartiers présentant des contextes sociaux différents. Les Hommes établissent alors des liaisons mécaniques horizontales et verticales permettant de transformer le réseau en infrastructure. Lorsque le réseau est vaincu, les Hommes le reconstruisent car il était devenu essentiel à la ville. La comparaison de cette structure avec le pavillon de la Serpentine Gallery est frappante.

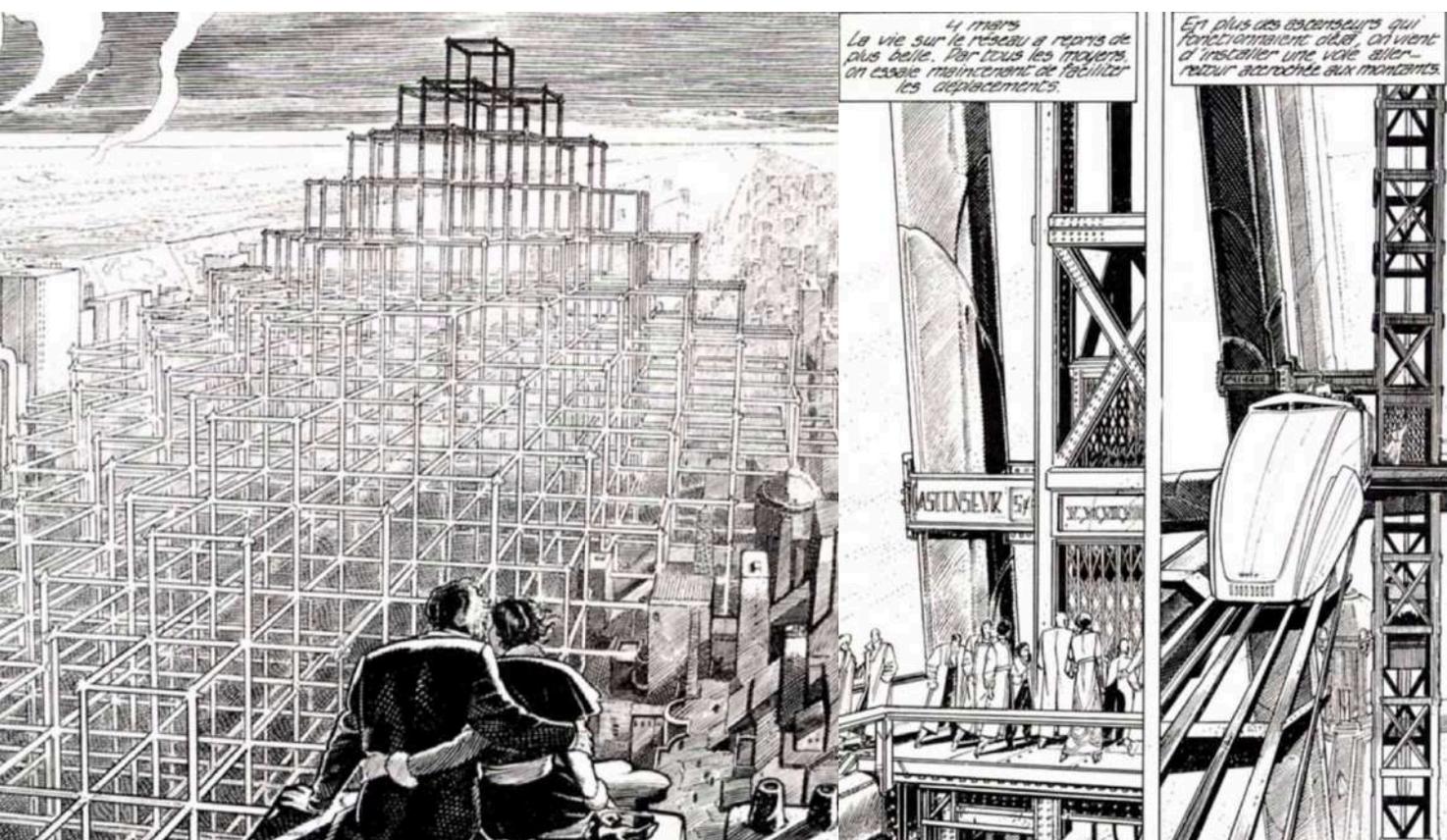


Figure IIIA2-1 / La Fièvre d'Urbicande.
© Peeters-Schuitten

La ville de l'infrastructure

Aujourd'hui, une ville est définie par une succession de strates de réseaux viaires, ferrés ou géographiques. Demain, peut-être que ces strates ne seront pas seulement au niveau de la rue ou du sous-terrain, mais auront la capacité de gravir les bâtiments. Ainsi, les technologies abordées précédemment constituent le point de départ d'une réflexion non pas seulement sur le bâtiment, mais sur la ville. *La Fièvre d'Urbicande* peut donner lieu cette envie d'une ville où la mobilité n'occupe plus seulement son sol. L'œuvre appelle à imaginer que la mobilité doit être considérée non plus en deux dimensions, mais en trois dimensions. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, artistes, architectes, écrivains et cinéastes rêvent d'une ville du futur. De nombreuses expérimentations graphiques existent, représentant cette nouvelle forme urbaine et verticale. L'émergence de ces idées est en corrélation avec le développement des gratte-ciel aux Etats-Unis. Richard Rummel par exemple, dessine une vision de la ville du futur en 1910. Cette ville, effervescente, est constituée de nombreuses strates d'infrastructures superposées, permettant à l'Homme de se déplacer à travers l'espace urbain. La ville rêvée compte alors plusieurs niveaux de systèmes de déplacement, piétons, ferrés, automobiles qui connectent l'espace public. Le fantasme de la ville stratifiée a aussi été expérimentée par Antonio Sant'Elia, qui dessine aussi sa vision de ville idéale moderne, *La Città Nuova* en 1914. Ces visions se poursuivent avec l'arrivée des premiers films de sciences fictions. Ce qui est assez singulier est la façon dont chaque œuvre se nourrit de l'autre, faisant émerger une forme de concordance sur les critères de la ville de demain.

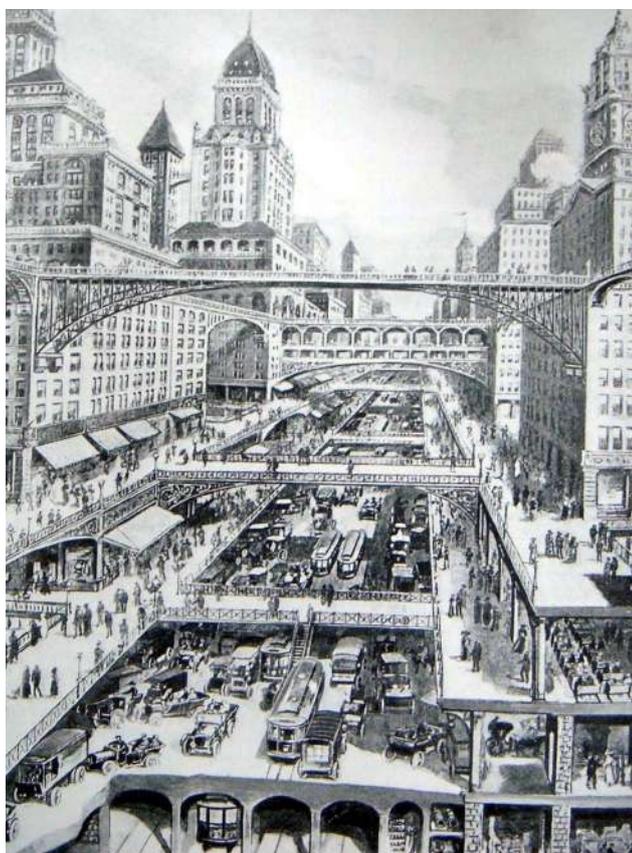


Figure IIIA2-2 / Vision de la ville du futur. 1910
© Richard Rummel

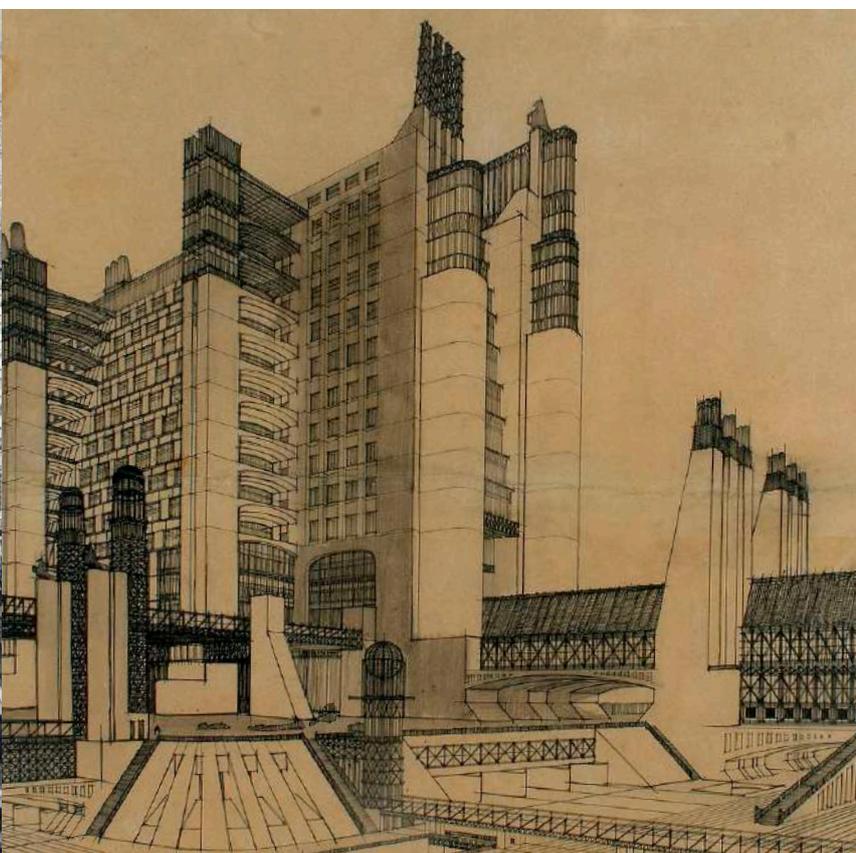


Figure IIIA2-3 / La Città Nuova, 1914.
© Antonio Sant'Elia



Figure IIIA2-4 / Metropolis, 1927

© ZDF © Friedrich Wilhelm Murnau Stiftung/Transit Film GmbH/ZDF

En 1927, Fritz Lang réalise un film mettant en place le concept d'une ville faite par l'infrastructure en trois dimensions. *Metropolis* fut l'un des précurseurs de nombreux autres films de science fiction. Il est question d'une cité futuriste résolument verticale, innervée de réseaux de diverses natures. On retrouve des routes, des voies ferrées, et des voies aériennes à travers différentes images de la ville. Cet univers, rend compte d'inégalités sociales entre les personnes habitant dans la ville haute, au dessus des classes ouvrières, relayées aux bas-fonds de la ville, au pied des immeubles. Dans cette cité, les différentes hauteurs expérimentées par les réseaux et leur multiplicité ont constitué la matrice de nombreuses œuvres de fictions ultérieures. Bien sûr, le vocabulaire exprimé en terme d'architecture sera à chaque fois remis en cause, pour correspondre à une vision utopique ou dystopique du futur de nos villes. Dans *Le 5^{ème} élément*, Luc Besson reprend aussi cette idée d'une ville stratifiée, où les automobiles ont quitté le sol pour desservir une ville hyper dense. Cette vision de New-York est basée sur l'idée que les niveaux les plus proches du sol sont les plus défavorisés, étant privés de lumière, tout comme dans *Metropolis*. L'espace public exploré dans le film de Besson se rapproche largement du dessin de Richard Rummel, ou de la vision de la ville que se faisaient les américains dans les années 1910. Ainsi les bâtiments sont connectés entre eux à différentes hauteurs, et un trottoir suspendu permet aux personnes de déambuler en marchant dans cette ville. Dans le film de Len Wiseman, *Total Recall : mémoires programmées*, on peut retrouver une réactualisation de cet urbanisme tridimensionnel stratifié.



Figure IIIA2-5 / *Altered Carbon*, Laeta Kalogridis, 2018
© Netflix



Figure IIIA2-6 / *Le 5ème élément*, Luc Besson, 1997
© Gaumont

Néanmoins les automobiles ne sont plus libres de tout mouvement, mais fixées magnétiquement par le haut ou par le bas à des axes routiers. Une scène saisissante du film montre ce qu'il se passe lorsque l'on désactive le système de sustentation magnétique. Cette scène ouvre sur la découverte de Londres, tel que nous la connaissons aujourd'hui, préservée et cachée au niveau du sol. Cependant, dans l'œuvre de Len Wiseman, le niveau zéro de l'altitude de la ville moderne n'est pas celui des classes les plus populaires. Dans cette fiction la Terre entière est imaginée de haut en bas, selon la verticale spatiale Europe-Océanie ; et les populations les plus pauvres sont regroupées sur le territoire australien. Le monde ouvrier a été imaginé être à l'extrême opposé de la Terre, là où se trouvait l'Australie. Un ascenseur démesuré traverse la terre à la verticale, et relie la colonie, évoquée comme une ville très sombre, à la fédération, où règnent les élites. Dans la série *Altered Carbon*, de Laeta Kalogridis, l'action se déroule sur Terre en 2384. Encore une fois, les élites vivent plus près du ciel, dans les nuages, tandis que le bas de la ville est occupé par le reste de la population. Ici, ce sont les transports en commun qui sont sujets à des innovations formelles. Présentés comme de grands tuyaux desservant la ville à tous ses niveaux, des capsules se déplacent à très grande vitesse à travers Bay City. Le contraste entre la splendeur des hauts des immeubles blancs et dorés, et la noirceur des rues basses, lugubres illuminées de néons est saisissant.

A travers ces œuvres de fiction, on retrouve une urbanité où la densité et la verticalité ont pris le pas sur les villes. Cette densité a souvent été associée à une remise en question de nos sociétés, et la façon dont elles sont organisées. Ces villes, néanmoins extraordinaires, pourraient amener une réflexion sur l'immeuble de grande hauteur, et son rapport à l'infrastructure. En effet, les mutations technologiques évoquées dans la partie précédente pourraient permettre au gratte-ciel, et à son urbanité de muter, et de se rapprocher de ce fantasme d'une ville stratifiée. Ces technologies peuvent établir, au delà du rapport urbain, par l'infrastructure, une mise en relation entre l'architecture et la mobilité d'un gratte-ciel. Alors, il n'est pas question de sur-densifier les espaces urbains, mais peut-être de construire une réflexion sur la transformation de l'articulation de la densité à son contexte.

III.A.3. Densifier

L'acte densifier n'est pas neutre. C'est un acte politique. Pour cette raison, il est nécessaire d'inscrire la densité dans un dessein, ne faisant pas seulement appel au bâtiment que l'on construit, mais à la région dans laquelle il s'inscrit. Faire appel à la densité permet d'une part de loger une grande quantité de personnes, et d'autre part de réduire l'emprise foncière d'un projet, en démultipliant les surfaces utiles. L'accroissement démographique en milieu urbain interroge la manière d'habiter ce dernier. Il faut penser l'immeuble de grande hauteur comme une réponse aux enjeux de notre siècle.

Hugh Ferriss fut l'architecte qui, suite à la loi de 1916 instaurée à New-York, chercha à trouver le gabarit idéal d'un immeuble de grande hauteur, respectant les retraits imposés par cette loi. Les propositions respectant ce gabarit sont à bien des égards interloquantes pour le rapport que peut établir un bâtiment de grande hauteur à son contexte. Dans *Métropole de l'avenir*, ou *Metropolis of Tomorrow*, Hugh Ferriss présenta une étude des gratte-ciel de New-York, dans la continuité de ses travaux de recherche et introduit une réflexion sur le devenir des villes. Publié en 1927, l'auteur se positionne sur le potentiel urbain des immeubles de grande hauteur, et leurs morphologies. L'ouvrage propose la densité ponctuelle comme réponse aux enjeux urbains. Cette densité s'exprime par des centres nerveux, composés de gratte-ciel destinés à différentes fonctions. L'art, la science et la finance sont les trois choisies pour articuler la ville. L'illustration de la cité idéale de Hugh Ferriss montre une densité ponctuelle, où les gratte-ciel sont articulés avec le sol, avec la ville, et entre-eux. Par la transition adoucie entre le niveau de la ville et les émergences, que l'on peut rapprocher d'un paysage naturel, il émet l'hypothèse d'une ville où ces structures font corps avec la terre, comme si les gratte-ciel en avaient émergé. Les ailes que comportent les bâtiments s'articulent à la ville et à ses infrastructures. On peut aussi voir qu'entre ces bâtiments de grande hauteur, une ville s'est développée, et son tissu urbain se rapproche de celui de la ville Haussmannienne. Cette cité idéale, résolument verticale pourrait alors dialoguer avec la ville existante. Cette proposition permet d'imaginer une nouvelle façon de considérer la densité, qui n'a jamais été mise en œuvre, mais qui pourrait permettre d'en finir avec le gratte-ciel isolé de son contexte. Il deviendrait alors un outil d'articulation d'échelles que l'on a peu expérimenté jusqu'à présent.

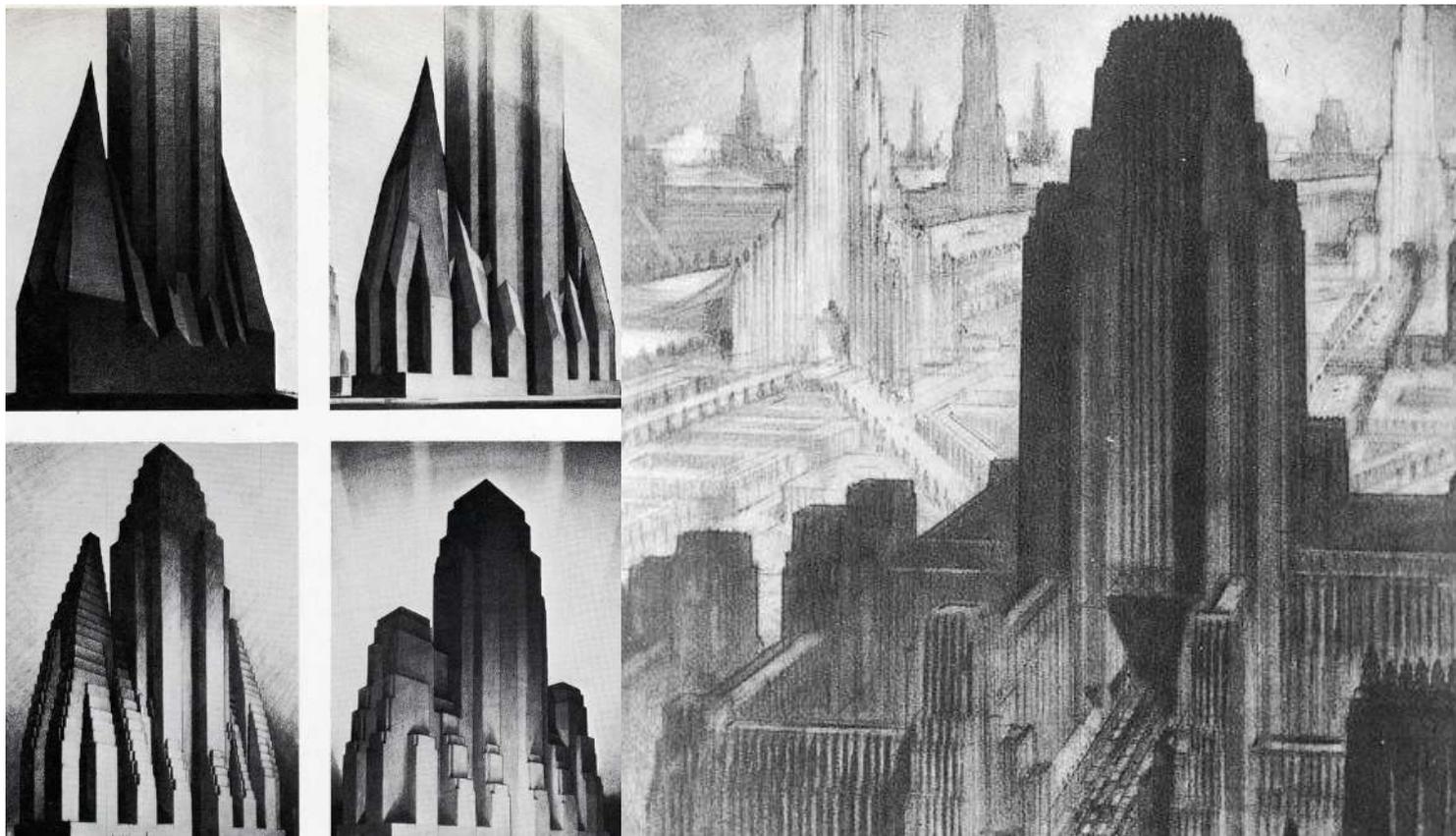


Figure IIIA3-1 / Potentiel gabarit adapté à la loi de 1916

© Hugh Ferriss

Figure IIIA3-2 / Illustration de la métropole de l'avenir, 1927

© Hugh Ferriss

Réarticuler la ville

Depuis le début du XX^{ème} siècle, les architectes et les urbanistes ont été séduits par la densité. Le gratte-ciel s'est manifesté dans les travaux de beaucoup d'architectes comme une réponse à des enjeux urbains marqués par le fonctionnalisme du mouvement moderne. Le Corbusier proposa en 1922 une ville radieuse, qui sera par la suite repensée pour restructurer le centre de Paris, le Plan Voisin en 1925. Sa vision d'une ville moderne s'exprime d'abord par une tabula rasa de la ville du passé. La ville de demain doit faire abstraction de son histoire pour exister. Ensuite, chaque quartier a une fonction qui lui est propre. Un quartier pour habiter, un quartier pour travailler et un quartier pour se divertir. La circulation, et plus particulièrement l'automobile est le moyen de déplacement qu'encourage Le Corbusier. Il décline alors sept types d'axes répartis dans sa ville, ayant leurs spécificités. Le mouvement moderne tend également à dissocier les flux piétons et automobiles a entraîné une recrudescence de l'utilisation de la dalle, qui présente finalement autant de qualités que de défauts. Dans le Plan voisin, Le Corbusier a cherché à expérimenter une nouvelle façon de concevoir la ville, d'habiter, de se déplacer. En ne conservant que les anciennes portes de Paris, et les églises, il souhaite quand même préserver quelques témoins de l'histoire.



Figure IIIA3-3 / Maquette du Plan Voisin, 1925
© Fondation Le Corbusier



Figure IIIA3-4 / Perspective du Plan Voisin, 1925
© Fondation Le Corbusier

Malgré l'inconvenance du projet s'établissant sur une grande partie de la ville de Paris, Le Corbusier proposait une nouvelle approche de la densité, où les habitants auraient eu accès, au pied des gratte-ciel à des parcs, des commerces, et une grandeur d'espace que l'on ne trouvait pas dans le centre de Paris. La qualité de vie étant au cœur du propos de Le Corbusier, sa conception de la ville se voulait fonctionnelle et agréable. Ludwig Hilberseimer proposait lui aussi un projet similaire, pariant sur la densité, et la dissociation des flux. Ce type de projets, fonctionnalistes, utopiques, et aux géométries rectilignes, étaient une façon d'associer la densité à une qualité de vie présente au niveau du sol. Ce sol devenait perméable, laissait place à la déambulation, et recevait des usages donnant aux habitants un cadre de vie de qualité.

Urbanisme sur dalle

Ces projets ont contribué quelques décennies plus tard, au développement l'urbanisme sur dalle. La dalle fut souvent associée à l'immeuble haut. Elle permettait de dissocier les flux automobiles et piétons, permettant de fournir à ces derniers des espaces plus agréables au pied des immeubles bordant ces dalles. On retrouvait aussi au niveau de ces dalles des commerces. Il existe plusieurs réalisations mettant en œuvre ce type d'urbanisme dans Paris : le Front-de-Seine, les Olympiades et la Défense, entre autres.



Figure IIIA3-5 / Barbican Center, blocs et tours, 2019
Photographie personnelle



Figure IIIA3-6 / Barbican Center, blocs et maisons, 2019
Photographie personnelle

Les trois quartiers ont été créés entre la fin des années 1960 et la fin des années 1970. Aujourd'hui ces quartiers sont déconnectés des réalités de la ville et sont souvent sous-exploités. Ces dalles sont devenues paradoxalement l'inverse de ce à quoi elles étaient destinées. La Défense est dédiée à la finance, les Olympiades aux logements tandis que le Front-de-Seine est destiné à cumuler plusieurs fonctions, et accueille donc des bureaux, des logements et des hôtels. A Londres, l'urbanisme sur dalle a aussi été expérimenté. Contrairement à ses homologues, le Barbican Centre a réussi son pari. Le complexe caractérisé par ses trois tours, ses 13 blocs et ses dalles a été classé pour son architecture, témoin du Brutalisme. On compte d'abord plusieurs niveaux de dalles et de passerelles. Ensuite, des maisons, des barres, des tours, de la végétation et de l'eau s'insèrent en harmonie et sont articulés de telle façon à définir des parcours vers les différents accès aux bâtiments. En somme, c'est toute l'écriture de la ville que l'on trouve dans ce ensemble immobilier. La juxtaposition de tous ces éléments crée un paysage urbain et végétal sublimé par un grand parc occupant le centre du complexe. Contrairement aux tours du XIII^{ème} arrondissement, les bâtiments ont une architecture affirmée. Le Barbican Centre présente une cohérence interne dans ses aménagements que l'on retrouve pas dans les réalisations parisiennes. Les bâtiments verticaux répondent aux bâtiments horizontaux et aux structures des dalles. Découvrir le Barbican Centre est, en soit, une expérience qu'on ne retrouve pas sur les dalles Parisiennes.

Sens politique de la densification par le gratte-ciel

On sait que l'immeuble haut, seul, fonctionne mal. Pourtant, la dalle à laquelle il a été associé n'a pas toujours été pertinente dans son investissement par le public. À Paris, la tour Montparnasse a marqué un rejet de l'immeuble haut jusqu'à aujourd'hui dans la capitale. D'autre part, la densité est essentielle dans les villes où la population est en croissance. En Île-de-France, on comptait 12 174 880 d'habitants en 2017 selon l'INSEE. En cinq ans, la population régionale a gagné 276 000 personnes supplémentaires. Le centre du Grand Paris, les arrondissements historiques de la capitale, allant du 1^{er} au XX^{ème} arrondissement, sont en décroissance depuis 2012. Les estimations de l'INSEE pour 2050 prédisent une croissance démographique à Paris, et dans le reste de l'Île-de-France qui devrait dépasser les 13,5 millions d'habitants. Cela représente plus de 1,3 millions de personnes de plus en région parisienne. Paris n'a pas d'autre choix que de se densifier, et pourrait être un laboratoire expérimentant une nouvelle façon de considérer l'urbanisme de grande hauteur, en prenant en compte les réalités démographiques et les dynamiques territoriales. Le gratte-ciel a été jusqu'à présent utilisé en France surtout à des fins d'exploitations tertiaires, et très peu dans le logement. Il pourrait constituer la forme urbaine la plus capable d'accueillir ces individus. Au delà des aprioris formels sur le gratte-ciel, il doit être un outil urbain. Les mutations que l'on a vues émerger dans la précédente partie de ce mémoire, peuvent constituer un potentiel pour le réinventer, et le réconcilier à la ville.

Considérer une nouvelle forme de densité

Densifier est un acte politique. Les terres agricoles, situées à la lisière de l'urbain sont essentielles. Plutôt que d'étendre la ville et de prendre une emprise nécessaire à la production de denrées alimentaires, nous devons considérer la densité comme un moyen de parvenir à contenir l'expansion urbaine. Il est de notre devoir de ne plus asservir des terres à un urbanisme qui ne répond plus aux enjeux contemporains. Nous devons aussi conserver une diversité des paysages, et notamment à proximité des grandes villes, qui souffrent d'un manque d'accès aux grands espaces, à l'agriculture et à la nature. A l'ère du circuit-court et de la proximité, avoir accès à des produits locaux est la plus grande des richesses. Toutefois, il existe dans le Grand Paris, des territoires largement sous-exploités, oubliés, défavorisés. Nous devons loger la population, là où la ville le permet. Là où les services existent. Là où les emplois sont multiples. La densité permet cela. Il n'est plus question de construire un gratte-ciel, mais de reconsidérer des territoires oubliés, grâce aux gratte-ciel.

Une nouvelle pensée de la ville

Aujourd'hui la ville s'étend en deux dimensions. Ce développement linéaire impacte le paysage. Paradoxalement, des territoires pourraient être plus denses, proposer de nouvelles fonctions, de nouveaux lieux. Les mutations technologiques que nous avons abordées dans la seconde partie de ce mémoire permettent d'imaginer une nouvelle pensée de la ville. Mais aussi d'imaginer un nouveau paysage pour celle-ci. Passer d'une construction bidimensionnelle, à une conception tridimensionnelle du gratte-ciel remet en cause le modèle actuel de la densité.

Trop souvent, la densité a été considérée comme une négation du passé et non comme une addition. C'est là qu'est l'enjeu de cette nouvelle pensée de la ville.

Les architectes et urbanistes, ont pensé la ville moderne hors de son contexte historique. Or, si on veut se résoudre à continuellement étendre les villes, il faut avoir conscience de son histoire pour avoir la capacité de la compléter. La densité a le pouvoir de structurer un paysage, et son environnement. La densité, qui peut trouver son expression dans le gratte-ciel a toujours été pensée vers le ciel, et très rarement vers la ville. La prise en compte de l'horizontalité passe par l'articulation de cette ville nouvelle, et verticale, à son contexte, à son territoire. Cette cité verticale peut contenir toute la ville et ses espaces. On peut y retrouver la place, la rue, le parc, l'eau, le logement, le commerce et tout ce qui compose l'urbain, et lui donne vie. Les circulations peuvent permettre d'articuler tous ces espaces entre eux, et offrir une nouvelle typologie de mobilité. Cette mobilité peut devenir un organe pour la ville, s'exprimant au sein de celle-ci. Placés en façade, ces dispositifs sont le pouvoir d'y matérialiser le déplacement. L'urbanité générée par le gratte-ciel peut établir une transition entre sa verticalité, et l'horizontalité de la ville. Une transition entre un contexte urbain dense, et un contexte urbain poreux, plus près du sol. Cette ville offre une opportunité d'articuler les quartiers entre eux ; de les restructurer, de les réunir. Les possibilités offertes par ce potentiel composé du gratte-ciel et de la mobilité réinventée sont infinies.

Articuler la ville à ses infrastructures

La densité doit s'articuler aux infrastructures et ne peut s'envisager dans n'importe quel territoire. En outre, la densité doit se greffer à un réseau de structures urbaines. Ce réseau, est un atout, car il rapproche les personnes de la ville, et de ses commodités. Il faut que ces infrastructures soient en mesure de gérer les flux. Par une juxtaposition, et une articulation générique de plusieurs bâtiment entre eux, on peut planifier la ville. Les dispositifs de mobilité introduits comme l'un des facteurs de mutation du gratte-ciel se doivent d'être capable d'établir une connexion mécanique, architecturale et urbaine à l'ensemble du territoire dans lequel s'inscrit le projet. Ainsi nous ne proposons pas un gratte-ciel seul, face à la ville ; mais bien un système générique établissant une ville tridimensionnelle.

La ville tridimensionnelle

Le gratte-ciel peut ne plus être pensé seul. En se rapprochant du fantasme, un peu rétrospectif, de la ville stratifiée, nous pouvons donner un sens à ce projet. L'enjeu n'est pas de proposer un gratte-ciel, mais un ensemble de gratte-ciel, communicants entre-eux, mais aussi avec la ville et ses infrastructures. Alors cette ville tridimensionnelle fait partie de la ville, et se compose de quartiers, où la frontière entre espace public et espace privé n'appartient plus au sol, mais au ciel. Les rues se développent au sein du gratte-ciel. Ces rues sont faites pour la déambulation, pour le déplacement des personnes. On y retrouve ce qui compose la ville. La mobilité, les usages, les parcs, et les Hommes.



Figure IIIA3-7 / Perspective d'étude des Hauts-Lieux de Paris m, Vélizy
© AJN - AREP - ACD

Renforcer dans des dynamiques territoriales

Pour rendre crédible ce modèle utopique de la ville, nous allons nous intéresser au territoire du Grand Paris, qui est porteur de ressources, nécessaires à l'établissement d'un tel dessein. Le projet du collectif associant Jean Nouvel (AJN), Jean-Marie Duthilleul (AREP) et Michel Cantal (ACD) présentait neuf mesures sur le devenir de la métropole du Grand Paris. L'une de ces mesures proposait d'établir en plusieurs points ponctuels de la capitale des « Hauts-Lieux ». Situés sur les principales interconnexions de la vision étendue de Paris, ils seraient articulés dans la logique des interférences ville-nature, dans des lieux aux qualités esthétiques et paysagères. Développant une grande densité, les « Hauts-Lieux » expérimentent la hauteur et la densité pour proposer de nouveaux paysages urbains, et créent de nouveaux horizons. Ces ensembles de bâtiments, multi-fonctionnels apportent la culture, et la conscience de la riche complexité de Paris. Dans cette proposition, il n'y a plus de rupture entre Paris intra-muros et Paris extra-muros. Le périphérique devient un lieu d'expérimentation de l'art, un boulevard des lumières. Les vallées, et les rivières sont prises en compte. Les Grands Ensembles sont requalifiés. Toutes ces mesures permettent à Paris de rayonner à nouveau, au niveau européen et mondial.



Figure IIIA3-8 / Perspective d'étude des Hauts-Lieux de Paris m
© AJN - AREP - ACD



Figure IIIA3-9 / Perspective d'étude des Hauts-Lieux de Paris m
© AJN - AREP - ACD

Le projet met en œuvre une dynamisation du territoire par la force structurante de la densité, et du gratte-ciel. Ainsi, les ensembles de bâtiments s'articulent en divers points de la région, formant une couronne de centres interconnectés. Les bâtiments permettent de rétablir un dialogue architectural et urbain entre des quartiers différents. Mais aussi de faire prendre conscience aux habitants de la région qu'ils font parti d'un tout : Paris m.

Par l'articulation, l'attraction et l'élévation, le collectif met à profit une nouvelle forme de densité en faveur d'un renforcement des dynamiques territoriales de la région parisienne. Par la densité ponctuelle du projet, les « Hauts-Lieux » définissent une approche vraisemblable de la grande hauteur. À Londres, les immeubles hauts se sont développés surtout à proximité des infrastructures ferroviaires, et permettent ainsi d'offrir au sein de la ville de multiples polarités.

Tester le potentiel du gratte-ciel

Travailler autour de la densité ponctuelle et de cette volonté de redéfinir des quartiers par une intervention urbaine et architecturale paraît être une solution comprenant les mutations techniques, technologiques et urbaines du gratte-ciel. Il est donc préférable d'inscrire la réflexion dans un schéma similaire pour répondre à la problématique structurant ce mémoire. La temporalité du projet devra aussi s'inscrire sur le long terme, pour considérer la croissance démographique, et le temps permettant aux technologies de déplacement d'être développées. Un facteur tout aussi déterminant pour le projet sera de prendre en compte le sens social de la ville, la culture et la fonction pour proposer une réponse au sujet contemporain de la densité. Afin de projeter cette intervention urbaine et architecturale, nous nous intéresserons à la ville de Nanterre.

Nanterre

Située dans les Hauts-de-Seine, Nanterre est une ville industrielle, où se sont construit beaucoup de logements sociaux à l'après-guerre. Ces logements représentent plus de la moitié de l'ensemble du parc immobilier. Une partie de La Défense occupe également Nanterre. On retrouve sur ce territoire beaucoup de bureaux, de commerces, et d'équipements. La municipalité cherche à maintenir un rapport entre lieu de vie et lieu de travail. C'est la commune où l'on trouve le plus d'emplois en dehors de Paris. Nanterre est une ville dynamique et en croissance.

Un grand nombre d'infrastructures desservent la commune, comme la ligne A et E (2022) du RER, la ligne L du transilien, et les lignes 15 et 18 du métro (2030). La ville est aussi desservie par le tramway T1 (2027), et par le T2. Ces infrastructures sont fondamentales à une approche construite autour de la densité. Par le potentiel urbain, social et économique de la ville, on peut considérer ce territoire pour inscrire notre proposition dans un cadre réel.

Le site sur lequel s'est portée notre attention est le quartier des Groues. Situé au Nord de la Défense, à l'Est des terrasses de Nanterre, les Groues sont déconnectées des réalités territoriales. Ce quartier a la capacité de muter, et de s'inscrire dans une ambition humaine, sociale et économique pour la région. L'université de Nanterre-Paris X constitue un atout pour la ville, mais celle-ci est déconnectée de La Défense. L'un des enjeux est de reconnecter le pôle économique et le pôle universitaire, essentiels à l'échelle du Grand Paris. En installant une densité importante sur le site des Groues, on peut d'une part, réarticuler ce quartier au reste de la ville. Par les infrastructures de mobilités que nous avons abordées précédemment, en proposant une échelle intermédiaire entre les modes de transport et la marche, le bâtiment pourra servir de liaison visuelle, fonctionnelle et urbaine entre les différents quartiers de Nanterre. De plus son système de mobilité pourra se connecter à Courbevoie, à Puteaux, au Sud de la Défense. D'autre part, la densité peut permettre d'accueillir de nombreuses fonctions, essentielles à la métropole. La proposition sera structurée autour du logement, répondant à un réel besoin de proposer un lieu de vie, intégrant toutes les catégories sociales, en un point stratégique du Grand Paris.



Figure IIIA3-10 / Nanterre vue depuis le dernier étage de la tour Trinity, 2020
Photographie personnelle

Nanterre, par son réseau d'infrastructures, permet une connexion avec l'ensemble de l'Île de France. Ce site est l'emplacement idéal pour tester cette nouvelle forme de ville, faite à partir de l'infrastructure. Le choix de ce site est avant tout politique puisqu'il est inscrit dans une volonté de dynamiser le Grand Paris, et de le densifier. Le signal urbain proposé changera profondément la nature de Nanterre, qui deviendra l'une des polarités de la capitale française. Le gratte-ciel nouveau que l'on souhaite introduire dans la ville doit l'enrichir, en y proposant de nouveaux panoramas urbains. La Défense propose des paysages urbains saisissants, singuliers. La Seine et ses coteaux doivent être redécouverts, perçus depuis la ville. De l'autre côté, par la liaison visuelle qu'il existe entre la Tour Montparnasse, la Tour Eiffel et la Défense, le projet se positionne dans une prolongation de l'histoire, construite autour de la verticalité. La voie royale de Paris, qui commence dans la Cour Carrée du Louvre, traverse les Champs-Élysées, rejoint la Défense, et se termine à Nanterre, doit avoir la capacité d'être infléchi et de se diffuser. Aujourd'hui, cette voie se termine prématurément. Il faut chercher à l'accompagner, à la prolonger. Ainsi cette proposition est une réponse politique au Grand Paris, et à ses dynamiques sociales, territoriales et urbaines.

III.B. Enjeux architecturaux : hypothèses

Afin de dégager des enjeux architecturaux, ainsi que des hypothèses qui affecteront le projet, nous identifions différentes parties du bâtiments, qui feront l'objet d'une attention particulière dans la proposition.

III.B.1. Pied de bâtiment

Accroche terrestre

L'accroche terrestre d'un bâtiment de grande hauteur doit faire l'objet de toutes les attentions des architectes et des urbanistes puisqu'il est perceptible depuis l'espace public de la rue. Cette partie du gratte-ciel est primordiale dans le rapport à l'Homme. C'est dans le pied d'un bâtiment que l'on donne une échelle humaine à un édifice.

Lobby

Souvent, dans de tels bâtiments, on retrouvera un Lobby. Celui-ci sera plus vaste, et plus impressionnant s'il s'agit d'un bâtiment accueillant des bureaux. Ainsi, le lobby renvoie une image vers le public, notamment les personnes qui découvrent cet endroit. Le lobby a un rôle de démonstration, mais aussi un rôle fonctionnel, puisqu'il permet de desservir le bâtiment, et de guider les utilisateurs du bâtiment vers les batteries d'ascenseurs.

Multiplicité des accès

Si l'on considère que les circulations verticales ont muté, il est nécessaire de repenser entièrement les accès. De plus, si les systèmes de mobilité sont connectés à de multiples endroits, ces lieux devront être facilement identifiables pour permettre une meilleure lecture de l'espace, et guider de la meilleure façon que possible le visiteur, ou l'utilisateur du bâtiment de grande hauteur. Ces accès seront possiblement établis à différentes altimétries, dans l'idée de définir une approche de la ville tridimensionnelle.

Perméabilité

La perméabilité du rez-de-chaussée est aussi un enjeu pour le gratte-ciel. Il va établir le rapport entre le bâtiment et l'individu. Celui-ci doit être poreux, proposer des commodités, et être un lieu de rencontre. Il ne s'agit pas simplement de proposer des commerces, mais de considérer celui-ci comme une extension de la rue, de l'espace publique. Le rez-de-chaussée doit-être un appel. Il doit être accueillant, proposer des usages, tant sur le plan des flux, que sur celui du repos. Le rez-de-chaussée doit aussi définir l'identité du bâtiment de grande hauteur. Dans le cas d'une ville verticale, il est possible que celui-ci devienne un moyen de se déplacer entre plusieurs édifices.

III.B.2. Corps de bâtiment - étage courant

Réarticuler

Les systèmes de déplacement introduits dans ce mémoire, nous l'avons vu, peuvent s'exprimer en façade du bâtiment. En plus de définir la circulation au sein de la cité verticale, ces systèmes peuvent s'articuler à l'architecture. L'ascension a alors trouvé son expression architecturale et urbaine. Mais alors, ils doivent être définis de façon à s'intégrer au plan du bâtiment, et être inclus à la structure. Cette mutation devient capable de redéfinir entièrement le plan type d'un gratte-ciel. Les escaliers de secours, les gaines, pourront demeurer à l'intérieur de ce plan type. N'ayant plus usage des ascenseurs conventionnels, il faut pouvoir tout de même maintenir les escaliers pour l'évacuation des personnes. Néanmoins, il est possible que ces technologies de déplacement puissent permettre en cas d'incident de monter au sommet de l'édifice, de desservir l'ensemble de ses niveaux, et permettre aux personnes de quitter la structure. De plus, nous nous projetons dans trente ans. D'ici là, les drones se seront perfectionnés. En plus de devoir prévoir des espaces suffisamment grands pour les accueillir directement dans cette ville verticale, on peut considérer qu'ils pourront être fixés aux capsules en cas d'incidents, et ainsi transporter les capsules à l'abris.

Desserte

Traditionnellement, on retrouve autour des batteries d'ascenseurs des couloirs, qui desservent les plateaux de l'immeuble. Hypothétiquement, on peut considérer que les étages auront en leurs centres un espace public. Situé à l'intersection de rues situées dans le bâtiment, cet espace permettra la desserte, mais aussi le croisement des personnes. Le plan générique d'une émergence pourra être répété, et constituera un réseau urbain compris à travers plusieurs étages du projet.

Spatialité

Par la formulation d'une nouvelle typologie de gratte-ciel, l'hypothèse d'une ville générique, tridimensionnelle permet de considérer une nouvelle spatialité architecturale. Cette hypothèse est inscrite dans une volonté de proposer de nouveaux espaces à l'intérieur de ces structures, de changer la nature du gratte-ciel et la série d'archétypes qui lui sont associés.

Le 30 St. Mary Axe est situé dans la City de Londres. Construit en 2004 il est l'œuvre de l'agence Foster + Partners. Sa silhouette unique le distingue de ses voisins, et signale sa présence au sein de Londres. C'est un monolithe. Ses courbes réduisent l'impact du vent sur cette structure. Les reflets bleutés de sa façade sont un moyen de lui donner cette écriture architecturale si singulière et contemporaine.

Le plan type du bâtiment présente certaines innovations. Le plan radial et circulaire du bâtiment génère une spatialité particulière dans le projet. Les dalles ont été évidées, ce qui met en relation les différents étages. En opérant une rotation sur ce plan type, ces vides constituent une continuité le long de la façade du gratte-ciel.



Figure IIIB2-1 / 30 St. Mary Axe, axonométrie
© Gregory Gibbon



Figure IIIB2-2 / 30 St. Mary Axe vu depuis le *Garden at 120*
Photographie personnelle



Figure IIIB2-3 / 30 St. Mary Axe, détail de la façade
Photographie personnelle

Ils permettent d'une part, de ventiler l'ensemble de la structure qui fonctionne alors comme une cheminée. Le projet présente des similarités avec la Commerzbank Tower, à Francfort, aussi conçue par Foster + Partners. Ces similarités s'expriment dans l'aspect bioclimatique et dans le rapport entre nature et espaces de travail. D'autre part, ces vides définissent la structure, et la façade du gratte-ciel, qui signifie la présence de cette structure par l'expression plus opaque du vitrage. Cet ensemble constitue une spirale qui se termine au sommet de l'édifice. Le 30 St. Mary axe est plus fin en sa base qu'en son centre pour créer un espace public au niveau de la rue. L'accès au bâtiment est aussi en retrait de sa façade, et la structure a été prolongée et ancrée dans le sol. L'approche architecturale, spatiale, sociale et technique a été placée au cœur de la conception du gratte-ciel. Néanmoins, l'effervescence constructive du quartier de la City noie peu à peu dans sa *skyline* le 30 St. Mary axe qui a longtemps conféré à Londres une certaine singularité.

Favoriser les échanges

Nous pouvons aussi formuler l'hypothèse de renforcer le lien entre les individus au sein de ces structures. Les espaces inclus dans le gratte-ciel tendent à être de plus en plus variés. Cela se ressent dans certains projets récents. Par exemple, le *skybridge* est de plus en plus représenté dans l'architecture du gratte-ciel. Il permet une mise en relation entre deux niveaux qui auraient été normalement isolés l'un de l'autre. Ainsi nous ne sommes plus dans une pensée verticale du gratte-ciel, mais bien dans une pensée horizontale. Le Linked Hybrid complex de l'architecte Steven Holl a été élaboré comme une succession de tours, reliées par des passerelles. Cela permet architecturalement de considérer que nous ne sommes plus dans un espace de circulation, mais dans une rue. Les personnes ont la possibilité de se déplacer à pied dans différentes parties de l'édifices.

D'autres hypothèses existent. Notamment, on retrouve parfois dans les gratte-ciel des atrium qui s'étendent sur plusieurs étages. C'est le cas du Greenland Group Center de l'agence SOM, et du Leeza Soho de Zaha Hadid Architects. Dans ces deux gratte-ciel, les atrium occupent une place importante. Ces atrium sont aussi une opportunité d'établir des relations entre les différentes parties du bâtiment. De plus, ils apportent un confort thermique aux occupants, et génèrent des lieux spectaculaires, participant au bien-être et à la perception.

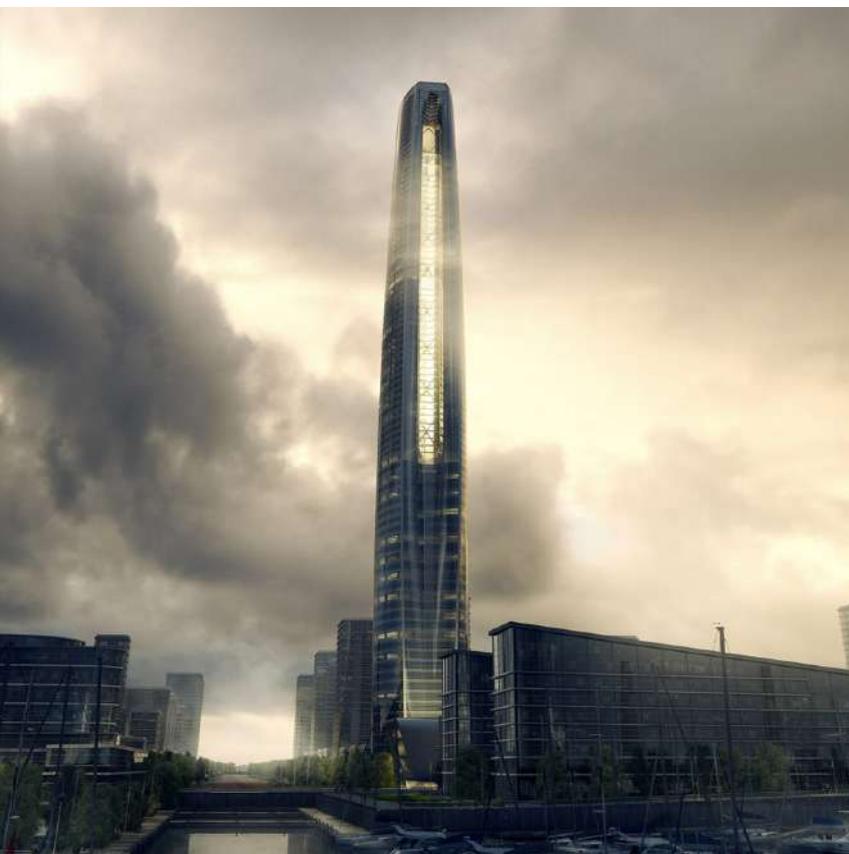


Figure IIIB2-4 / Perspective du Greenland Group Center
© SOM

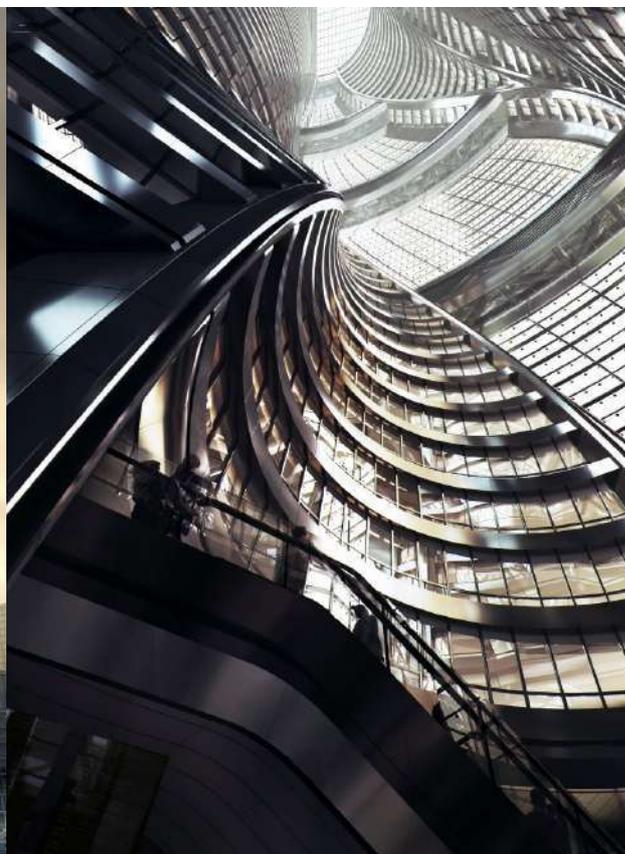


Figure IIIB2-5 / Vue de l'atrium du Leeza Soho
© Zaha Hadid Architects

III.B.3. Sommet

Après avoir émis des hypothèses sur l'intérieur du bâtiment et ses accès, le sommet comporte aussi un grand potentiel. Ce sont les parties les plus pertinentes pour créer des expériences uniques.

Expérience

Lorsque l'on marche au pied de la Tour Montparnasse, on ressent que la tour est fermée et déconnectée de la vie, des personnes et des activités qui se déroulent à son pied. Cela est aussi valable pour beaucoup d'autres bâtiments de même échelle. En revanche, du haut de la Tour Montparnasse, on peut avoir l'impression que cette dernière disparaît complètement sous nos pieds, et ainsi d'être projeté en plein ciel au dessus de la capitale. La vue depuis l'observatoire du 56^{ème} étage de l'édifice est une expérience urbaine incomparable. La sensation d'un gratte-ciel doit être vécu depuis celui-ci. C'est la perception de la ville qui est à l'origine de cette émotion. La vue nous connecte à la ville toute entière, à son paysage, à son histoire. Au sommet du 20 Fenchurch Street à Londres, l'expérience est différente. Peut-être parce que le lieu en lui même paraît niché au sommet du bâtiment, et exprime beaucoup plus de choses que la place dénudée d'une grande simplicité qui repose à 210 mètres au dessus de Paris.



Figure IIIB2-6 / The Edge, Hudson Yards
© WiredUK



Figure IIIB2-7 / Perspective de Hudson Yards
© KPF

Gratte-ciel : Mutations techniques, technologiques et architecturales

Bien qu'à leurs bases, ces bâtiments ne dialoguent que peu avec la ville et les personnes qui y marchent, l'accès public de ces bâtiments est une opportunité. L'expérience de la hauteur est un élément fondamental du gratte-ciel. Il offre par son sommet une occasion considérable d'utiliser cet endroit pour y créer un lieu accessible à tous. Malheureusement, une grande partie de ces structures sont privées et leurs accès impossibles.

A New-York, une opération immobilière de grande ampleur est née. Hudson Yards a été construit au dessus de voies ferrées, à proximité de l'Hudson. Composé essentiellement de Gratte-ciel, le complexe redynamise une partie de New-York qui était jusqu'à présent inhabitée. Deux d'entre-eux ont été conçus par l'agence KPF, que nous avons abordé précédemment. Au sommet de la plus haute des structures du complexe, on retrouve une plateforme d'observation jetée dans le vide, dont le sol a été vitré. On retrouve des expériences similaires à Chicago, au sommet du 875 North Michigan Avenue, et de la Willis Tower. A Toronto, dans les parties « pleines » de l'édifice, la sensation du vide peut-être expérimentée. Au premier étage de la Tour Eiffel, un dispositif similaire a été installée lors de sa rénovation.

Le gratte-ciel doit être ouvert à tous. Il ne doit plus être isolé de la ville et des personnes. Il doit devenir la ville. Trop souvent, on m'a refusé l'accès à des bâtiments privés, comme le 30 St. Mary Axe, à mon grand désarroi. Les sommets doivent être mis en relation avec les Hommes pour qu'ils puissent devenir des lieux de découverte et de sensation.

La ville verticale

Les visions de la ville présentes dans de nombreuses œuvres de fiction, comme le 5^{ème} élément de Luc Besson entrent dans le domaine du possible. La technologie alloue aux architectes et aux urbanistes un certain nombre d'outils permettant de nouveaux types de déplacement. La ville pourrait alors complètement changer de nature. En testant les possibilités permis par ces systèmes, et en redéfinissant la manière dont sont conçus les gratte-ciel, ils pourraient alors eux aussi se transformer. J'imagine que le gratte-ciel ne sera plus pensé comme aujourd'hui. Irrigué par des capsules, il devient alors un morceau de ville. Les espaces jadis occupés par les circulations verticales peuvent permettre de redéfinir les spatialités à l'intérieur de ces bâtiments. Chaque niveau sera alors pensé en strates, et l'on pourra y trouver tout ce qui compose la ville. Peut-être qu'il sera divisé en village vertical, et que l'arrivée à un étage sera traitée comme de l'espace public où l'on trouve des commerces, des restaurants, etc. Cette lecture pourrait permettre de redéfinir la frontière entre espace publique et espace privé. La rue s'inviterait dans la plupart des étages.

Il faut également se projeter et imaginer que l'architecte d'un gratte-ciel agit sur la spatialité de la ville. Il doit penser davantage aux usages permettant le bien-être des utilisateurs, les visiteurs et les habitants du gratte-ciel et de son infrastructure.

Enfin, l'appel vers le ciel, permis par le gratte-ciel doit être conservé. Ce ne sera peut-être plus qu'une flèche vide ou un espace technique, mais un véritable lieu permettant l'expérimentation.

Conclusion

Ce mémoire a permis d'établir plusieurs hypothèses de mutations permettant au gratte-ciel de prendre une nouvelle dimension urbaine et architecturale.

Nous avons d'abord établi le fait que les avancées techniques et technologiques étaient inhérentes au développement du gratte-ciel. Si une telle diversité de formes, et d'expressions architecturales ont été expérimentées, cela est en revanche lié à une ambition des architectes à l'origine de ces structures. Marqué par le contexte historique, géographique et humain de nos sociétés, le gratte-ciel a encore la capacité de se transformer.

Cette transformation peut-être initiée par des mutations technologiques. Les systèmes de déplacement, occupants une fonction mécanique dans ces bâtiments, n'ont pas trouvé leur expression architecturale. Nous l'avons vu, la technologie peut redéfinir entièrement la mobilité dans le gratte-ciel et dans la ville. Ainsi, la spatialité et la mobilité pourront se conjuguer.

Enfin, nous avons établi des hypothèses urbaines et architecturales qui ont permis d'identifier que le gratte-ciel devait permettre de s'articuler au sol, et devenir la ville. Nous avons aussi mis en perspective une possible reconsidération de ces édifices quant à leur place au sein de l'urbain. En s'inscrivant dans des dynamiques territoriales, ces bâtiment peuvent unir des quartiers, et les transformer. Ces mutations pourront aussi être mises à profit de l'architecture en permettant une mise en relation plus privilégiée entre l'Homme et le gratte-ciel ; entre l'espace public et l'espace privé. Cela se traduira dans la spatialité que l'on souhaite mettre à disposition des personnes que l'on accueillera dans ces bâtiments.

Le gratte-ciel constitue donc une réponse politique et humaine. Il est alors pertinent de le reconsidérer, non plus comme un objet issu d'une spéculation immobilière, ou comme un instrument mis en œuvre par des entreprises pour démontrer de leurs grandeurs. Au contraire, le gratte-ciel doit-être un bâtiment avant tout tourné vers l'humain ; vers ses sensations et ses émotions. Il doit permettre de lui donner un cadre de vie décent et agréable. Il peut lui offrir des vues sur la ville en le mettant en relation avec un paysage. Au sol, il pourra devenir plus accueillant, plus poreux. Il laissera quiconque le visiter. Cette ville verticale sera expérimentale, et pourra évoluer avec le temps.

En France, nous ne construisons que peu de gratte-ciel pour la fonction d'habiter. Dans d'autres villes-monde, comme Londres, Tokyo où New-York, le gratte-ciel est une réponse à un besoin de loger la population.

L'enjeu dans notre pays est de réconcilier les personnes à une vie dans un gratte-ciel, qui devra mettre tout en œuvre pour garantir leur bonheur.

Dans notre pays, nous avons du mal à envisager la vie dans de tels édifices. Mon intention avec cette typologie est de réconcilier certaines personnes à l'idée de la ville verticale, en leur proposant un gratte-ciel réinventé, aux qualités inédites.

Passionné depuis longtemps par ces structures inspirantes, ce mémoire de recherche m'a fait découvrir une nouvelle approche du gratte-ciel. J'ai beaucoup appris, et développé des éléments de réflexion que je n'aurais peut-être pas eu, si ce mémoire ne me les avait pas posées.

Bibliographie

Livres et essais

Callebaut Vincent. Paris 2050, Les Cités Fertiles Face Aux Enjeux du XXIème Siecle, Paris : Michel Lafon. 2015

Chadych D. et Leborgne D., Atlas de Paris, Évolution d'un paysage urbain, Parigramme, 2000.

Ferriss, Hugh. The Metropolis of Tomorrow, Ives Washburn, 1929.

Fireley Eric, La tour et la ville - Manuel de la grande hauteur, Parentheses Eds, 2011.

Hill, John. Gratte-ciel, 45 défis architecturaux de New-York à Dubaï, Editions Gallimard, 2018.

Höweler, Eric. Gratte-ciel contemporains, Flammarion, Paris, 2003.

Ingels, Bjarke. Yes is More. Une bande dessinée sur l'évolution architecturale, Taschen, Köln, 2009.

Koolhaas, Rem. S, M, L, XL, The Monacelli Press, 2^{ème} édition, 2000.

Koolhaas, Rem. Junkspace, Quodlibet, 2008.

Koolhaas, Rem. New York Délire, Un manifeste rétroactif pour Manhattan. Paris, Chêne, 1978.

Le Corbusier. Urbanisme, Éditions G. Grès et Cie, Paris (rééd. de Flammarion, Paris, 1994). 1925.

Lefebvre Virginie, Paris – Ville moderne : Maine-Montparnasse et la Défense 1950 – 1975, Paris, Norma, 2003.

Pacquot, Thierry. La Folie des hauteurs, Pourquoi s'obstiner à construire des tours? Paris, Bourin Editeur, 2008.

Panerai, Philippe. Paris Métropole – Formes et échelles du Grand Paris, Éditions de la Villette, Paris, 2008.

Brooks Pfeiffer, Bruce. Frank Lloyd Wright, 1867-1959: construire pour la démocratie, Editions Taschen, Cologne, 2004.

Scoffier, Richard. Les quatre concepts fondamentaux de l'architecture contemporaine. Norma, Paris, 2011.

Sudjic, Deyan. The language of cities, Penguin Books, Nouv. Ed. Londres : 2017.

Taillandier, Ingrid. L'invention de la tour européenne, Editions du Pavillon de l'Arsenal / Editions A. & J. Picard, 2009.

Watson S. et Sambrook J., Bâtir le nouveau millénaire, L'architecture à l'aube du XXIème siècle, Phaidon, 2009.

Willis, Carol. Les gratte-ciel de l'avenir. L'urbanisme visionnaire des années vingt

Willis, Carol. Form follows finance. L'Empire State Building et les forces qui l'ont façonné, Editions B2, 2012.

Publications

AD Editorial Team, The Stories Behind 17 Skyscrapers & High-Rise Buildings That Changed Architecture. 2016.

Barr, Jason. The technology of Tall. Building the Skyline. 2019

Gehl, Jan. Life Between Buildings: Using Public Space . Island Press, Washington D.C., 2011.

Castex Jean et Rouyer Rémi, Les tours à Paris, bilan et perspectives, APUR, 2003.

Collectif. Les IGH, un pari urbain au septième ciel, Vinci construction, 2017.

Collectif. Les immeubles de grande hauteur réglementation incendie - prévention construction - retours d'expériences, Cimbéton, 2011.

Thèses et mémoires

Georgescu-Paquin, Alexandra. L'actualisation du patrimoine par la médiation de l'architecture contemporaine. Sciences de l'information et de la communication. Université d'Avignon, 2013.

Coquereau, Samuel. Le Retour de la Tour. Ou l'imposture du débat sur la grande hauteur dans les villes françaises.

Rouyer, Rémi. Le Loop en trois dimensions, figures de ville 1891-1923, mémoire de DEA sous la dir. de J. Castex, Université Paris VIII/Écoles d'architecture de Paris- Belleville, La Villette et Versailles, 1994.

Sites internet

BIG, Bjarke Ingels Group : <https://big.dk>

Gratte-ciel : Mutations technologiques, techniques et architecturales

Foster + Partners : <https://www.fosterandpartners.com>

PLP Architects : <https://www.plparchitecture.com>

PLP Labs : <http://www.plplabs.com>

SOM, Skidmore, Owings and Merrill : <https://www.som.com>

Conférences

Gianotten, David. The Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH), Public Meaning of Skyscrapers, le 18 septembre 2014. Consultable sur le site de OMA : <https://oma.eu/lectures/public-meaning-of-skyscrapers>

Koolhaas, Rem. Conférence sur la Grande Hauteur en France donné au Centre Pompidou Paris le 1er octobre 2009 dans le cadre du colloque international d'architecture « L'enjeu Capitale(s) ».

Articles et interviews

d'Aboville, Gwenaëlle. « Les Parisiens opposés à la grande hauteur ? Retour sur la concertation autour du projet de la tour Triangle », Métropolitiques. 2015.

Appert, Manuel. « Ville globale versus ville patrimoniale ? Des tensions entre libéralisation de la skyline de Londres et préservation des vues historiques », Revue géographique de l'Est, vol. 48, n° 1-2. 2008.

Appert, Manuel. « Le retour des tours dans les villes européennes », Métropolitiques, 16 décembre 2015.

Appert, Manuel. « Politique du skyline. Shard et le débat sur les tours à Londres », Métropolitiques. 2011.

Bayou Céline, « Les gratte-ciel en Russie, symboles de modernité et d'intégration dans le monde », Anatoli, 2, 2011.

Dalley, Jan, Jean Nouvel: 'Architecture is an art', Financial Times, 27 décembre 2019.

Decq, Odile, "Les villes du futur seront de plus en plus hautes», interview donnée à France Inter, 30 juillet 2019.

Harrouk, Christele, 111 West 57th Street, most Slender Skyscraper in the World Tops Out, 5 novembre 2018.

Heathcote Edwin, Jean Nouvel's tower puts the Gotham back into New York, Financial Times, 5 novembre 2019.

Heathcote Edwin, A deliberately domestic cylinder in London, Financial Times, 6 avril 2017.

Holley Michel, « Technologie des hautes densités », Urbanisme, n°98, 1967.

Nouvel, Jean. Interview donnée à France Inter par Léa Salamé sur le rejet de la construction de la tour triangle par le conseil de Paris, le 18 novembre 2014.

Lamster, Mark. A Personal Stamp on the Skyline. New York Times, 3 avril 2013.

Joignot, Frédéric. Tour Montparnasse, la mal aimée, fait peau neuve, tandis que Paris prend de la hauteur... Sa confession. Le Monde, 1er Septembre 2018.

Wainwright Olivier, Ulmanu Monica. 'A tortured heap of towers': the London skyline of tomorrow, The Guardian, 11 décembre 2015.

Films

Besson, Luc. Le 5ème élément, 1997.

Lang, Fritz. Metropolis, 1927.

Yates, David. Harry Potter et l'Ordre du Phœnix, 2007.

Yates, David. Harry Potter et les Reliques de la mort (première partie), 2010.

Wiseman, Len. Total Recall : Mémoires programmées, 2012