

MAY, Emmanuel

Université Jean MOULIN – LYON 3
IAE - Licence Professionnelle
Conception et Management en Eclairage
6, cours Albert Thomas – BP 8242
69355 LYON Cedex 08

Année universitaire 2007-2008

COMMENT CONCEVOIR UNE MISE EN LUMIÈRE D'UNE TOUR DE GRANDE HAUTEUR ?



Tuteur universitaire : Thierry SIMON
Maître d'apprentissage : Thierry Guilhot



...

*Elle a mille ans la ville,
la ville âpre et profonde*

...

*Toujours, en son triomphe ou ses défaites,
elle apparaît géante, et son cri sonne et son nom luit,
et la clarté que font ses feux dans la nuit
rayonne au loin, jusqu'aux planètes !*

Émile VERHAEREN , L'âme de la ville : Les villes tentaculaires

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
<hr/>	
1. HISTOIRE ET TOUR DU MONDE DES ILLUMINATIONS DES TOURS GÉANTES.....	2
1.1 ORIGINE DES GRATTE-CIEL ET AUTRES STRUCTURES GÉANTES.....	3
<i>Une course à la hauteur.....</i>	3
<i>La Tour Eiffel, un éclairage précurseur.....</i>	5
1.2 LES DIVERS RÔLES DE L'ÉCLAIRAGE ARCHITECTURAL D'UNE STRUCTURE GÉANTE.....	7
1.2.1 <i>Mise en valeur avant tout architecturale.....</i>	7
1.2.2 <i>Mise en lumière culturelle.....</i>	8
1.2.3 <i>Éclairer une tour, ou la tour éclaire ?.....</i>	10
1.2.4 <i>Construire une identité nocturne.....</i>	14
1.2.5 <i>Une attraction touristique et un support événementiel.....</i>	16
<hr/>	
2. MÉTHODOLOGIE ET CONTRAINTES TECHNIQUES D'UNE MISE EN LUMIÈRE ARCHITECTURALE D'UNE TOUR DE TRÈS GRANDE HAUTEUR.....	18
2.1 REPÉRAGE ET ANALYSE DU SITE.....	19
2.1.1 <i>Identifier le style d'une tour.....</i>	19
2.1.2 <i>Lumière et matière.....</i>	22
2.1.3 <i>Une question de point de vue.....</i>	24
2.1.4 <i>Environnement lumineux.....</i>	24
2.2 ÉLABORATION DU CONCEPT LUMIÈRE.....	25
2.2.1 <i>Révéler la volumétrie d'une tour.....</i>	26
2.2.2 <i>Choisir les luminaires et les sources.....</i>	28
2.2.3 <i>Mettre en place une implantation.....</i>	31
<hr/>	
3. MISE EN APPLICATION SUR LES TOURS PETRONAS DE KUALA LUMPUR.....	32
3.1 CONTEXTE HISTORIQUE DES TOURS PETRONAS ET DE LA MALAISIE.....	33
3.2 DÉFINITION D'UN CONCEPT LUMIÈRE.....	34
3.3 DEUX CENTIMÈTRES POUR RÉVÉLER LA MATIÈRE, ET FAIRE PARLER LA LUMIÈRE.....	35
3.4 UNE INSTALLATION À LA HAUTEUR.....	37
<hr/>	
CONCLUSION.....	39
BIBLIOGRAPHIE.....	40
ANNEXES.....	41

INTRODUCTION

Le 11 septembre 2001, les tours du World Trade Center s'effondraient après un attentat historique. Ceci a eu pour effet de calmer considérablement tout les projets de gratte-ciel de l'époque. Tous les promoteurs ont mis le ralenti. Cependant, cet effet a été de courte durée. Aujourd'hui les projets de constructions les plus gigantesques voient le jour. Les panoramas des Mégapoles se transforment à une vitesse incroyable.

Dans cette course au *skyscraper* le plus haut, il m'a paru intéressant de voir quelle apparence nocturne allait découler de ces nouveaux paysages urbains. Lors de mon apprentissage chez Architecture Lumière, rare entreprise française voire internationale à avoir éclairé plusieurs structures géantes, j'ai pu constater que la demande de mise en lumière des tours devenait croissante. Il semble inconcevable aujourd'hui pour les promoteurs immobiliers de faire construire de tels édifices sans les éclairer.

Ainsi, certaines structures géantes de ce monde après la tombée de la nuit ont acquis le statut d'icônes internationales. Il est à peine utile de citer la Tour Eiffel ou l'Empire State Building pour réaliser l'image emblématique qu'ils véhiculent. En matière d'éclairage architectural, et probablement davantage sur de telles structures en raison de leur impact mondial, les projets réussis sont ceux qui ont su combiner à la fois une analyse "philosophique" et les conditions techniques. Louis Kahn avait coutume de dire : « *Qu'est-ce que le bâtiment veut-être ?* » C'est ainsi qu'il faut s'interroger lorsque l'on souhaite donner une image nocturne aux structures géantes : « *À quoi les structures veulent-elles ressembler la nuit ?* » Et ensuite seulement, vient la question de « *comment concevoir sa mise en lumière ?* »

Aussi, dans un premier temps sera observé la situation des mises en lumière des principales tours du monde. Qu'il s'agisse de gratte-ciel ou de tours de télécommunication, l'éclairage joue un rôle multiple sur ce genre d'édifices qu'il convient d'assimiler pour pouvoir mieux faire l'analyse "philosophique" du bâtiment à illuminer.

Dans un second temps, seront étudiées les techniques d'une mise en lumière architecturale de base, mais il s'agira surtout d'identifier les contraintes spécifiques à l'éclairage de structures géantes.

Enfin, nous verrons comment mon entreprise a su répondre à la mise en lumière des Tours Petronas de Kuala Lumpur, deux tours jumelles, uniques au monde depuis la destruction des tour du World Trade Center, et viendra illustrer l'importance du rôle d'une mise en lumière architecturale sur l'un des plus hauts édifices en son temps.

**HISTOIRE ET TOUR DU MONDE
DES ILLUMINATIONS DES TOURS
GÉANTES**

1

1.1 ORIGINE DES GRATTE-CIEL ET AUTRES STRUCTURES GÉANTES

Pour les très grandes structures, et comme pour tout problème d'éclairage, la première question à examiner est l'objectif. Pourquoi ce bâtiment est éclairé ? Cette question n'est pas à proprement parler restreinte à l'éclairage des structures géantes. De tout espace ou surface, on doit se demander quel sens on veut leur donner. Ainsi quelle dimension donner à l'éclairage fonctionnel, quelle autre dimension à donner aux effets visuels, etc... Cette discussion doit évidemment avoir lieu si possible avec l'architecte.

Si on peut considérer que l'éclairage de bâtiments ordinaires a pour objectif de simplement mettre en valeur l'architecture ou de les rendre plus attractifs la nuit, comme les hôtels par exemple, ou encore d'améliorer la sécurité, l'éclairage des structures de grandes hauteurs quant à lui vise à faire valoir le bâtiment, à le faire se démarquer de ses voisins et de fixer son image dans l'esprit du public, et si possible du monde...

Dans cette première partie, je vais ainsi tenter d'évoquer les différents aspects que peut revêtir la mise en lumière architecturale d'une structure de grande hauteur, qu'il s'agisse de gratte-ciel, auxquels on s'intéresse souvent davantage en raison de l'ingénierie nécessaire pour surpasser à chaque fois les limites de l'imaginable voire du raisonnable, ou bien encore des tours de télécommunication toutes aussi hautes mais architecturalement plus simples. On verra que ces aspects sont divers. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les édifices, en fonction de leur histoire ou leur rôle peuvent être éclairés pour différentes raisons et qu'ils peuvent revêtir un mais aussi plusieurs de ces aspects. Mais avant d'aborder l'éclairage des structures géantes, il faut revenir aux origines des gratte-ciel et comprendre leur histoire, ainsi que les raisons qui ont poussé l'homme à vouloir construire des édifices si haut.

UNE COURSE À LA HAUTEUR

La hauteur a toujours été une manifestation sinon une célébration de la gloire ou du pouvoir. Bien avant les immeubles gigantesques du XXI^e siècle, l'homme avait déjà en tête de construire très haut, en direction du ciel, ne serait-ce qu'avec l'histoire biblique de la construction de la Tour de Babel. En remontant le plus loin possible le temps, on sera surpris de voir que la structure la plus haute du monde a été la grande pyramide de Khéops. La plus volumineuse, la plus ancienne, la plus haute. Elle a conservé ce record historique pendant 4000 ans !

Qu'il s'agisse donc de châteaux, de cathédrales, d'obélisques, l'homme n'a cessé de repousser les limites architecturales de son temps pour étirer ses constructions vers les cieux. Cependant, l'origine officielle des gratte-ciel, *skyscrapers* en anglais, est attribué à un immeuble construit à Chicago en 1884, le *Home Insu-*



Premier immeuble considéré comme gratte-ciel, le *Insurance Building* de Chicago (Photo : Wikipedia)

rance Building. À la suite d'un incendie, la ville est entièrement détruite et l'urgence de reconstruire impose de nouvelles mesures. L'esprit pionnier américain étant toujours très actif, une avant-garde naît à ce moment et utilise de nouvelles techniques de construction. La technique évidemment, est en grande partie responsable de cette transformation du paysage urbain de la ville. L'un de ces architectes précurseur est le Baron Jenney à qui revient la prouesse d'utiliser une structure métallique pour supporter l'immeuble. Par ailleurs, le succès est possible car on sait désormais fabriquer des ascenseurs plus rapides et plus haut. Il en va de même pour l'eau courante et l'électricité. Cinquante ans après le *Home Insurance Building* de Chicago, les villes américaines construisent leur *skyline* où les immeubles hauts d'au moins 200 mètres deviennent chose commune, et la hauteur, un élément constitutif de leur identité. Ainsi, New York devient la ville la plus haute du monde :

« Pour une surprise, c'en fut une. À travers la brume, c'était tellement étonnant ce qu'on découvrait soudain que nous nous refusâmes d'abord à y croire et puis tout de même quand nous fûmes en plein devant les choses, tout galérien qu'on était on s'est mis à rigoler en voyant ça, droit devant nous... Figurez-vous qu'elle était debout leur ville, absolument droite. New York c'est une ville debout. On en avait déjà vu nous des villes bien sûr, et des belles encore, et des ports fameux même. Mais chez nous, n'est-ce pas, elles sont couchées les villes, au bord de la mer ou sur les fleuves, elles s'allongent sur le paysage, elles attendent le voyageur, tandis que celle-là l'Américaine, elle ne se pâmait pas, non, elle se tenait bien raide, là, pas baisante du tout, raide à faire peur. »¹

Cependant, le continent américain est bien vite rattrapé aujourd'hui par un autre continent. Aujourd'hui l'Asie est sans aucun doute devenue la place où l'on construit le plus de structures géantes. La compétition s'y fait intense entre les villes, surtout en Chine : Shanghai, Shenzhen, Hong Kong, Taipei mais aussi Kuala Lumpur en Malaisie. À elle seule et hormis la Sears Tower de Chicago, plus haut gratte-ciel des États-Unis, l'Asie possède presque tous les plus hauts gratte-ciel du monde.

Le Moyen-Orient est l'autre région du monde où la course s'accélère. Concentré principalement à Dubai aux Emirats Arabes Unis, les projets en devenir sont tous plus impressionnants les uns que les autres. La ville possède presque 600 gratte-ciel et en 2009 verra le jour du plus haut édifice au monde, la *Burj Dubai* qui devrait atteindre sinon dépasser les 800 mètres. Cependant, il est à parier que ce record sera tristement court.

En Europe, pendant ce temps-là... Bien qu'on puisse se vanter d'avoir eu la tour Eiffel comme plus haute structure du monde pendant près de 40 ans, l'histoire des grandes tours ou immeubles européens s'arrête à peu près là. En effet la culture du gratte-ciel n'a pas du tout pris sur le continent et il est bien difficile de trouver un immeuble dépassant les 200 mètres. D'ailleurs, aucun des 50 plus grands gratte-ciel au monde ne se trouve en Europe. Cependant, on observe un changement des mentalités au sein des grandes villes comme Londres, Francfort, Paris mais c'est surtout Moscou qui se démarque le plus et possède déjà la plus grande tour de télécommunication en Europe, la deuxième mondiale, et depuis 2007, le plus grand gratte-ciel d'Europe culminant à 269 mètres. Il sera détrôné cette année par une autre tour de 380 mètres et ensuite par la *Tour de Russie* prévue pour 2011 culminant à 600 mètres. À Paris récemment a été décidé

¹ L.-F. Céline, **Voyage au bout de la nuit**, 1932.

la construction de la *Tour Signal* dessinée par Jean Nouvel, et haute de 301 mètres... Toujours 30 mètres plus courte que notre bonne vieille tour Eiffel ! [Cf. Annexe 1 page 42 pour voir l'ensemble des plus hautes structures du monde, tours et gratte-ciel]

LA TOUR EIFFEL, UN ÉCLAIRAGE PRÉCURSEUR

Avant d'entamer le tour du monde des illuminations des tours géantes de ce monde, il est intéressant de s'arrêter un moment sur la tour la plus célèbre du monde. Non pas parce qu'elle fut la plus haute structure du monde de son temps, mais surtout parce qu'elle fut la première à être éclairée depuis la fin du XIXe siècle.

« La Tour Eiffel, de par sa dimension et sa structure, inspire les innovations et les créations lumineuses les plus sophistiquées et les plus originales. Tour à tour scintillante, phare parisien, publicité, flambeau, sapin de Noël, habillée de rouge ou théâtre de feux d'artifice, son histoire est intimement liée à celle de la lumière. Féeries. Eblouissements. Souvenirs... Déjà le soir de son inauguration, dix mille becs de gaz soulignaient la robe de la grande dame de fer ! »¹

La Tour Eiffel est donc le tout premier exemple auquel je pense. L'histoire de ses mise en lumière est extrêmement riche du point de vue des technologies employées tout au long de ces deux siècles d'illuminations, mais surtout aussi pour ses symboliques. Aussi, en 1889, pour son inauguration lors de l'Exposition Universelle, deux projecteurs sont déjà installés au dernier étage ainsi qu'un phare bleu blanc rouge. Chaque soir des becs de gaz dessinent le contour des plates-formes.



Première illumination électrique de la Tour Eiffel, 1900. (Photo : Wikipedia, William Herman Rau)

En 1900, la révolution électrique arrive et équipe la tour de 3 200 lampes sur les arrêtes et les arcs, mais la première mise en lumière d'envergure voit le jour grâce à André Citroën qui finance un projet conséquent pour l'époque à hauteur de 500 000 francs. Il fait installer 250 000 lampes de couleurs différentes pour dessiner son nom sur trois faces de la tour. L'installation est visible à quarante kilomètres. Il y ajoute une horloge lumineuse huit ans après.

En 1937, 10 kilomètres de tubes fluorescents forment un lustre sous le premier étage et des projecteurs de marine habillent la Tour de lumière blanche, auxquels on ajoute des reflets aux couleurs nationales. C'est en 1958 qu'on va éclairer plus globalement en répartissant 1200 projecteurs sur le Champ-de-Mars.

Cet éclairage architectural va perdurer jusqu'en 1985, année où la très célèbre illumination de Pierre Bideau vient remplacer l'installation vieille de 30 ans. Cette mise en lumière est représentative d'une nouvelle pensée de



¹ Anonyme, **Tout savoir sur la Tour Eiffel**, Le site officiel de la Tour Eiffel.



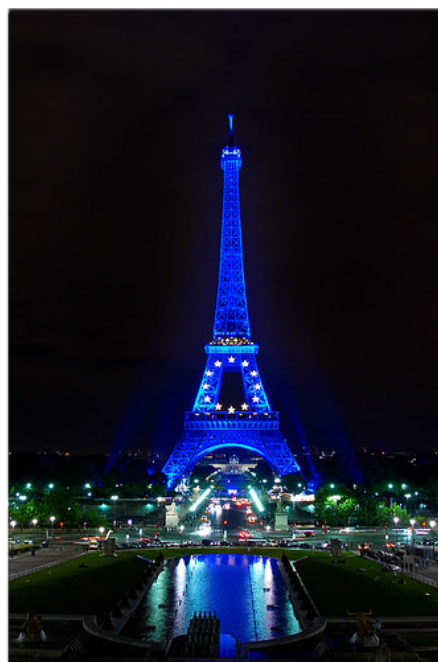
Éclairage actuel de la Tour Eiffel. (Photo : Internet)

l'éclairage. Les 350 projecteurs sont désormais installés à même la structure. Dirigés du bas vers le haut, ils en révèlent tout l'intérieur. La nouvelle consommation de 320 kW vient remplacer la précédente de 620 kW. Depuis, les sources et les projecteurs ont été renouvelés, à chaque fois en améliorant la consommation mais le concept initial est toujours resté intact.

Derniers éléments de l'illumination de la Tour, les scintillements prévus pour le passage de l'an 2000 donnent un caractère festif auquel vient s'ajouter le tout nouveau phare au sommet. Les images de la Tour nouvellement éclairée font le tour du monde.

Depuis, la Tour a acquis une réputation internationale qu'elle avait déjà non seulement en tant que telle, mais aussi par ses mises en lumières devenues célèbres. Aujourd'hui elle est très souvent sujette à des illuminations événementielles, telles que l'année de la Chine en France en 2003 où elle fut entièrement éclairée de rouge, mais aussi en verte pour la coupe du monde de rugby, et dernièrement en bleu pour la présidence française de l'Europe.

Aux fils des ans, les illuminations ont en effet été diverses. Parfois publicitaires, grâce à monsieur Citroën, symboliques, ou simplement esthétiques, chacune d'entre elles apporte un sens bien particulier qui va au delà d'une simple image nocturne. C'est pourquoi le chapitre suivant s'attachera à expliquer et analyser les différents rôles que peut revêtir un éclairage architectural sur une structure de grande hauteur.



À gauche, années croisées de la Chine 2003. Habillage en rouge. (Photo : JM. Charles)

À droite, illumination pour la présidence européenne en juillet 2008. (Photo : Internet)

1.2 LES DIVERS RÔLES DE L'ÉCLAIRAGE ARCHITECTURAL D'UNE STRUCTURE GÉANTE

1.2.1 MISE EN VALEUR AVANT TOUT ARCHITECTURALE

La construction d'une tour géante, qu'il s'agisse de gratte-ciel ou de tour de communication, dans une ville n'est jamais anodine. Elle s'inscrit souvent, on le verra, dans des optiques diverses. Ainsi chaque fois, elle est le résultat d'une réflexion quant à son intégration dans le paysage urbain. Réflexion plus ou moins importante. Parfois isolées, plus souvent concentrées dans des quartiers financiers, elles ont néanmoins à chaque fois une image, une architecture caractéristique et appréciable. Ainsi, cette image que le bâtiment expose le jour, cette image diurne mérite d'avoir son alter ego nocturne.

Une des toutes premières motivations d'une mise en lumière architecturale est donc de faire vivre l'architecture la nuit. L'éclairage intervient initialement dans ce but, et a pour objectif de véhiculer le meilleur respect possible de la structure et de l'architecture de nuit. Cette mise en valeur évidemment est la plus générale et concerne tous les édifices, c'est pourquoi je prendrai deux exemples dont la mise en lumière est très différente, mais dont on comprend le sens de ce premier objectif.

TOKYO TOWER – TOKYO, JAPON - 1958 - 333 M

Il y a de nombreux gratte-ciel à Tokyo, mais c'est à la *Tokyo Tower* que je m'intéresse car on pourrait penser qu'elle est une copie de la Tour Eiffel, et on aurait tout à fait raison. À la fin de la deuxième guerre mondiale, le Japon cherchait un monument pour symboliser son ascension comme nouvelle puissance économique mondiale. C'est en s'inspirant de l'Occident que la ville de Tokyo décide d'ériger sa propre Tour Métallique.

De couleur Orangé voire rouge, et blanche, on pourrait croire qu'il s'agit de reprendre les couleurs nationales du Japon. Il n'en est rien puisqu'il s'agit d'une contrainte de sécurité aérienne. 176 projecteurs installés dans diverses parties éclairent la Tour.

On constate que la mise en lumière est similaire à celle de la Tour Eiffel. L'essentiel des projecteurs sont installés à l'intérieur de la structure métallique et éclairent la tour par le bas. L'objectif a probablement été, ici aussi, de faire étinceler la structure en exploitant la réaction du métal à la lumière, et lui donner l'image d'une flamme qui éclaire la nuit de Tokyo.



Tokyo Tower - Tokyo, Japon (Photo : Internet)

¹ **Tokyo Tower**, 15/07/2008, wikipédia, http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Tower.

BANK OF CHINA – HONG KONG, CHINE - 1989 - 369 M

La forme abstraite et sculpturale de la *Bank of China Tower* se dresse au-dessus de l'épaisse forêt de gratte-ciel qui dessine le panorama urbain de Hong Kong. Elle tire son esthétique très particulière de l'association de sa volumétrie avec son système structurel, un périmètre triangulaire. Les cadres triangulaires forment des sortes de prismes qui assemblés les uns aux autres habillent la tour jusqu'au sommet. Ce sont ces cadres qui supportent les charges en les transférant sur quatre colonnes extérieures et une cinquième intérieure.

On observe de jour que ces cadres ont été délibérément mis en avant. Ils sont l'élément principal de ce gratte-ciel et la lisibilité du système porteur lui donne cette forte présence visuelle. C'est de cette force, en toute logique, dont s'est servi le concepteur lumière pour penser l'image nocturne. La mise en lumière se contente très simplement de révéler les colonnes porteuses sous la forme de lignes très blanches, probablement des tubes fluorescents, et permet ainsi un contraste très fort du squelette sur le ciel.



*Bank of China - Hong Kong, Chine.
(Photo : Internet)*

1.2.2 MISE EN LUMIÈRE CULTURELLE

Comme on l'a vu précédemment, l'un des tous premiers objectifs d'une mise en lumière architecturale est de donner à l'architecture une image nocturne en parfait accord avec son image diurne. Si l'architecte élabore un concept, l'éclairage doit garder pour principale mission de le mettre en valeur.

Pour étayer mes recherches et comprendre le sens donné à une mise en lumière de telles structures, il faut prendre en compte l'ensemble des bâtiments du monde. Il faut intégrer l'ensemble des cultures qu'ils peuvent représenter. Une des toutes premières questions est évidente : est-ce que la mise en lumière d'un gratte-ciel américain est la même qu'un gratte-ciel d'Asie ou du Moyen-Orient ? Et, en quoi se distinguent-elles ?

Dans le monde des tours géantes mais plus précisément des gratte-ciel, les symboliques utilisées pour la l'élaboration de l'architecture est souvent très forte. Ceci encore plus particulièrement en Asie où l'on est très attentif aux symboles, signe de bonne ou de mauvaise fortune. Évidemment, ce n'est pas une généralité mais j'ai néanmoins trouvé certains des plus grands édifices de ce monde dont l'architecture a été pensée à partir d'éléments symboliques très forts. Il s'agit de la *Taipei 101*, de la *Jin Mao Tower* et de l'*Oriental Pearl Tower*. Étrangement elles sont

toutes situées en République de Chine, Taiwan, et Shanghai. Peut-être est-il plus propre à la culture asiatique de prêter attention à la symbolique ?

EXEMPLES ASIATIQUES :

TAIPEI TOWER - TAIPEI, TAIWAN - 2004 - 508 M

Tout d'abord, je m'intéresse à la tour la plus haute du monde en service aujourd'hui. Il s'agit de la *Taipei 101* située à Taiwan. Construite en 2004, elle s'élève à 508 mètres. Le bâtiment est conçu pour reproduire l'architecture des temples chinois traditionnels sous la forme d'une tour à 8 sections représentant une pagode et dont le sommet se termine telle une fleur en floraison, symbole de richesse et de vitalité dans la culture chinoise. La partie supérieure est divisée en huit sections qui selon la philosophie traditionnelle, est un chiffre porte-bonheur. L'ensemble de la structure ressemble à une tige de bambou, qui est aussi un symbole de chance et de prospérité à Taiwan.

L'idée initiale de sa mise en lumière était de développer un concept de qualité qui intègre l'évolution des couleurs et des éléments flexibles pour les besoins saisonniers. L'éclairage souligne l'image de la "tige de bambou" de jour, et évoque une lanterne chinoise la nuit.

Les verticalités des 4 angles du bâtiment sont éclairées en contre-plongée à l'aide d'halogénures métalliques afin de découper la forme des sections sur le ciel nocturne. Les projecteurs à changement de couleur ont été répartis sur chaque section jusqu'au sommet afin de créer un éclairage animé programmable et contrôlé par le système de gestion du bâtiment. Chaque niveau peut être synchronisé ou contrôlé indépendamment des niveaux adjacents. Des projecteurs à iodures métalliques sont dirigés vers le bas depuis chaque coin afin de lui donner de la brillance et de l'intérêt pour l'observation depuis le sol. Le haut de la tour est équipé de projecteurs stroboscopiques tous synchronisés. L'extrémité de la pointe se termine par une sphère équipée de projecteurs à iodures et de sodium haute-pression diffusant des raies de lumières dans le ciel humide de Taipei. À l'intérieur de chaque étage, ont été installés des tubes fluorescents à un mètre du vitrage afin d'éclairer le plafond sur tout le périmètre, et ainsi créer l'illusion d'une "lanterne lumineuse". Ces tubes ne sont pas en service sur la photo d'illustration ci-dessus.



Taipei 101 - Taipei, Taiwan. (Photo : Internet)

On observe dans cette conception lumière l'intention de révéler les éléments symboliques de l'architecture. Les 8 sections sont ainsi mises en valeur conformément au principe du nombre

de découpes, grâce à des lignes horizontales favorisant la lecture des différents niveaux, mais l'image nocturne de la tour représentée telle une lanterne chinoise est caractéristique de la volonté de respecter la symbolique.

JIN MAO – SHANGHAI, CHINE - 1997 - 420 M

La *Jin Mao Tower* occupe la 6e place au classement mondial des gratte-ciel les plus haut du monde. Comme de nombreux gratte-ciel construits dans le quartier des affaires, le district de Pudong à Shanghai, ce bâtiment a servi de vitrine à l'émergence économique de la Chine. Une



Jin Mao - Shanghai, Chine. (Photo : Internet)

fois encore, ses proportions sont basées sur le chiffre 8, dont chaque section est un multiple. Il en résulte un profil de pagode chinoise traditionnelle. Son design, à cheval entre une tradition chinoise locale et une architecture plus internationale, a fait de la Tour Jin Mao un monument culturel sans précédent en partie grâce à ces ornements et ses formes historiques uniques.

La mise en lumière est relativement simple, basée sur un concept d'éclairage en contre plongée. On observe que des projecteurs installés au sol éclairent les parois du bâtiment avec une température de couleur froide. La densité du flux, bien visible sur les deux premières sections disparaît rapidement sur les sections suivantes. Seul la partie supérieure de chaque section, grâce à un léger débord, ressort de la pénombre. Les tiges d'acier horizontales viennent accrocher la lumière. Au sommet, un éclairage plus intense, plus chaud fait ressortir et briller la couronne.

Un peu à l'image de la Tour Taipei 101, ce concept met aussi l'accent sur le respect de l'utilisation du chiffre huit dans l'architecture en faisant ressortir subtilement les découpes des sections de la pagode géante, de la base au sommet.

ORIENTAL PEARL TOWER – SHANGHAI, CHINE - 1994 - 468 M

Enfin, on ne peut parler de Shanghai sans s'arrêter sur la Perle d'Orient. Au-delà d'être la 3e plus grande tour de télévision du monde et la plus haute d'Asie, elle est sur le devant de la scène de tous les clichés nocturnes de la baie de Shanghai. [Cf. *Image de la baie, Annexe 2 page 43*]. Mise en lumière par Architecture Lumière en 2003, l'éclairage de fond est composé de 224 projecteurs à iodures métalliques 3 000K sur la partie supérieure et de 4 200K en partie basse. Pour la partie dynamique ce ne sont pas moins de 576 projecteurs de 256 LED qui sont montés sur les deux principales sphères. Cette installation permet de multiples scénarios calés sur les saisons : couleurs chaudes à l'automne, bleue en hiver, vertes-jaunes au printemps, jaunes-violettes en été.

Ici la symbolique architecturale est la sphère. Huit, de différentes tailles, sont réparties sur toute la hauteur. En effet, « *La sphère, explique Alain Guilhot, est un symbole important en Chine. Elle représente la perfection, la globalité, l'homogénéité. Elle possède le caractère précieux de la perle qui donne son nom à la tour.* »¹

On note que les effets sont répartis mais la plus grande richesse des effets se trouve sur les deux immenses sphères de la tour. L'ensemble des projecteurs à LED permettent une infinie quantité de scénarios. La répartition de chacun des projecteurs a été pensée dans l'optique de suggérer parfaitement la forme des sphères. Ainsi, le symbole, l'origine même du nom de la tour est le cœur de la mise en lumière.

Ces trois exemples de mise en lumière démontrent l'importance accordée au respect des symboles. On constate qu'après une mise en valeur simplement architecturale, il faut considérer la culture du bâtiment d'une part, mais aussi souvent la culture de la région, du pays. Il peut donc s'agir de choisir les couleurs appropriées à la culture locale, bien que la symbolique des couleurs ait tendance aujourd'hui à s'internationaliser, surtout lorsqu'il s'agit de gratte-ciel qui s'efforcent de diffuser leur image à travers le monde. Cependant, il s'agit surtout de souligner dans la mesure du possible, et on l'a vu à travers ces trois exemples riches de symboles, les particularités ou les signes distinctifs des édifices.



*Oriental Pearl Tower - Shanghai, Chine.
(Photo : JM Charles)*

1.2.3 ÉCLAIRER UNE TOUR, OU LA TOUR ÉCLAIRE ?

UN PHARE DANS LA VILLE

Pour comprendre le sens de ce titre, voyons la définition de ce que représente un phare d'après l'administration française. « *Un phare est un établissement de signalisation maritime sur support fixe comportant au moins deux critères parmi une fonction, une hauteur, une intensité de feu et une infrastructure.* »

Voici une description du rôle attribué au plus célèbre des phares, le phare d'Alexandrie : « *Le phare a été construit pour protéger les marins de la côte d'Alexandrie, mais également, selon Jean-Yves Empereur, en tant qu'œuvre de propagande. La ville tout entière a été construite de façon démesurée et le phare devait en être le symbole. D'ailleurs, bien qu'il existait à Alexandrie d'autres bâtiments tout aussi célèbres que le phare (la grande bibliothèque, le tombeau d'Alexandre), il deviendra emblématique de la ville et l'est encore aujourd'hui.* »

¹ Supplément de **LUX** n°225 novembre/décembre 2003, p. VII.

En arrivant à New York, et en voyant l'*Empire State Building* élané sur l'horizon nocturne de Manhattan, comment ne pas penser à cette analogie. L'éclairage des gratte-ciel américains étant ce qu'ils sont, à savoir très peu éclairés sur l'ensemble de leur architecture mais simplement sur la partie supérieure, le sommet qui comprend souvent une partie architecturale, et se poursuit sur le mat et les antennes.

Par ailleurs je trouve à maintes reprises dans les textes l'utilisation en anglais du mot "beacon" littéralement traduit par balise ou phare venant de la part des concepteurs lumières ou des responsables des communes pour désigner leur gratte-ciel. En l'occurrence à l'occasion de la refonte de l'éclairage de la *CN Tower* de Toronto, Jack Robinson dit « *The CN Tower will serve as a beacon for tourism representing the extraordinary experiences that can be found in Toronto and throughout Canada.* »

Un phare informe les navigateurs de la présence de la terre. Il donne une direction, il guide, il signale. On peut alors aisément extrapoler aujourd'hui sur le sens qu'on a voulu donner à l'*Empire* pour ne citer que lui. Évidemment de nombreuses autres tours au monde jouent ce même rôle mais en regardant précisément le passé de ce gratte-ciel et ses premières illuminations ou plutôt ses éclairages, on comprendra qu'est venue très tôt l'idée d'utiliser cette super-structure comme support de signalisation à grande échelle. Observons l'histoire des ses mises en lumières.

LE PHARE DE NEW YORK : L'EMPIRE STATE BUILDING

L'*Empire State Building* est le gratte-ciel le plus haut de la ville de New York, situé sur l'île de Manhattan. Il fut pendant longtemps le plus grand du monde de 1931 à 1973, du haut de ses 381 mètres.

Dès Novembre 1932, le premier éclairage installé au sommet de l'*Empire State Building* est un phare visible à 80 Kilomètres pour annoncer la victoire de Franklin D. Roosevelt à la présidence des États-Unis. Tout comme la Tour Eiffel en son temps servait de phare aéronautique, l'*Empire* sert dès ses débuts comme support d'éclairage en délivrant une information, signalant la victoire du candidat sur une très longue distance. L'analogie n'en est ici que plus évidente.

Mais ce n'est pas fini car en 1956, on y installe une autre série de projecteurs, plus puissants et cette fois-ci, l'effet produit est complètement identique à une balise de phare maritime. Appelées "Les lumières de la liberté", elle expriment la bienvenue dans le pays et les potentialités illimitées de l'Amérique, ainsi que les prières du peuple pour la paix. Avec une révolution par minute, et en parfaite synchronisation, elle produisent l'équivalent de 45 millions de bougies et sont visibles du sol à 130 Kilomètres, et 500 depuis les airs. On s'intéresse donc à rendre la tour visible de très loin une fois de plus afin qu'elle délivre son message tout comme un phare. Symbole et icône incontestable de la ville voire des États-Unis, elle se montre dans le paysage urbain de proximité et bien au-delà. Son signal s'étend sur des kilomètres mais son rayonnement a évidemment pour ambition d'aller plus loin...

En 1964, les 30 premiers étages sont éclairés à l'aide d'une nouvelle série de projecteurs qui transforme l'*Empire State Building* en une "torche lumineuse" dans la ville au début du New York World's Fair et en 1976 l'éclairage coloré est introduit pour la première fois à l'occasion du bicen-



Empire State Building - New York, USA.
(Photo : Internet)

tenaire de l'indépendance américaine. La tour s'allume en rouge, blanc et bleu.

Enfin, en 1984, on automatise les changements de couleur à l'aide de tube fluorescents. Conçu par Douglas Leigh, 880 tubes verticaux de 75 watts éclairent le haut du mât et 220 lampes fluorescentes, la base du mât. De chaque côté du sommet sont installés quatre groupes de onze panneaux montés les uns sur les autres. Chacun de ces 176 panneaux contient cinq tubes de couleur unique : rouge, vert, bleu, jaune et blanc. De plus, à la base du mât, il y a 44 nouveaux panneaux horizontaux équipés de lampes fluorescentes, qui contiennent également 5 tubes. À cela s'ajoute un anneau de 32 lampes au sodium à haute pression de 70 watts. Installé au-dessus du 103ème étage, il crée un effet "halo doré" en haut du mât du crépuscule à l'aube.

Pour terminer sur cette symbolique, je reprendrai un commentaire de James T. Connors, directeur général de l'ESB décrivant l'objectif du nouvel éclairage dynamique de l'immeuble : « *As a beacon, the building has a civic role and we're not*

planning for this to be a billboard or a commercial venue. » (Tel un phare, le bâtiment a un rôle civique et nous ne faisons pas cela dans le but d'en faire un panneau d'affichage ou un lieu commercial).

Depuis 2007, l'ESB est équipé des toutes dernières technologies de projecteurs à LED pour pouvoir simplifier et enrichir la programmation des scénarios et surtout simplifier la maintenance. Jusqu'à aujourd'hui il fallait six heures à six employés pour changer les filtres de couleurs à la main. [Cf. Annexe 3 page 44 pour consulter les différents scénarios].

1.2.4 CONSTRUIRE UNE IDENTITÉ NOCTURNE

On ne peut pas vraiment affirmer qu'une mise en lumière architecturale ait un objectif marketing exclusivement pour les gratte-ciel. C'est un objectif assez récurrent de l'éclairage de tous les types de bâtiments. Cependant, comme on l'a vu précédemment certains gratte-ciel ou tours de ce monde ont des ambitions d'image internationale. Il faut donc prendre en compte cet aspect qui peut ressortir davantage sur certains édifices. Parfois, ils sont construits à la demande d'une très grande entreprise qui va se servir de ses immenses bureaux comme image de marque. Dans les exemples suivants, on verra que l'éclairage des structures sert d'abord l'image de l'entreprise en lui procurant une identité nocturne.

BURJ AL ARAB – DUBAI, EMIRATS ARABE UNIS - 1999 - 320 M

L'hôtel Burj Al Arab (Tour arabe) est l'hôtel le plus haut du monde. Auto proclamé sept étoiles, il est l'un des plus cher et luxueux. L'hôtel est construit sous la forme d'un bateau à voile moderne afin de symboliser le patrimoine maritime de Dubai combiné à l'image de modernité de la ville. Il possède 202 chambres et 3 suites réparties sur une hauteur de 320 mètres.

L'éclairage permet une multitude d'effets colorés. 148 projecteurs à changement de couleur et filtres dichroïques et 90 projecteurs stroboscopiques sont répartis sur le contour de la tour. Quatre skytracers Xénon 7 Kilowatts projettent des rayons lumineux dans le ciel. Enfin 4 vidéos projecteurs de 7 Kilowatts disposés à 300 mètres de distance sur la rive, permettent de projeter des images dynamiques sur la « voile ».

Le concept de l'architecte était de créer une icône pour Dubai, un bâtiment qui deviendrait synonyme de la ville. Tout comme l'opéra de Sydney ou la Tour Eiffel de Paris, Dubai se devait d'avoir le Burj al Arab. C'est pourquoi il se devait aussi d'être mis en lumière à hauteur de son image. Cette installation permet donc une multitude de scénarios dynamiques et colorés qui révèlent l'ensemble des détails de l'architecture mais accentuent particulièrement la « voile », pièce maîtresse de la structure, et valorisent ainsi son esthétique rare. La richesse et la sophistication des effets témoignent du propos initial de l'édifice se vantant d'être un des plus luxueux au monde, et sert l'image internationale de l'hôtel.



*Burj Al Arab - Dubai, Émirats Arabes Unis.
(Photo : Internet)*



Habillage blanc classique



Variation de couleur



Couleur unie avec projecteurs de contour stroboscopiques

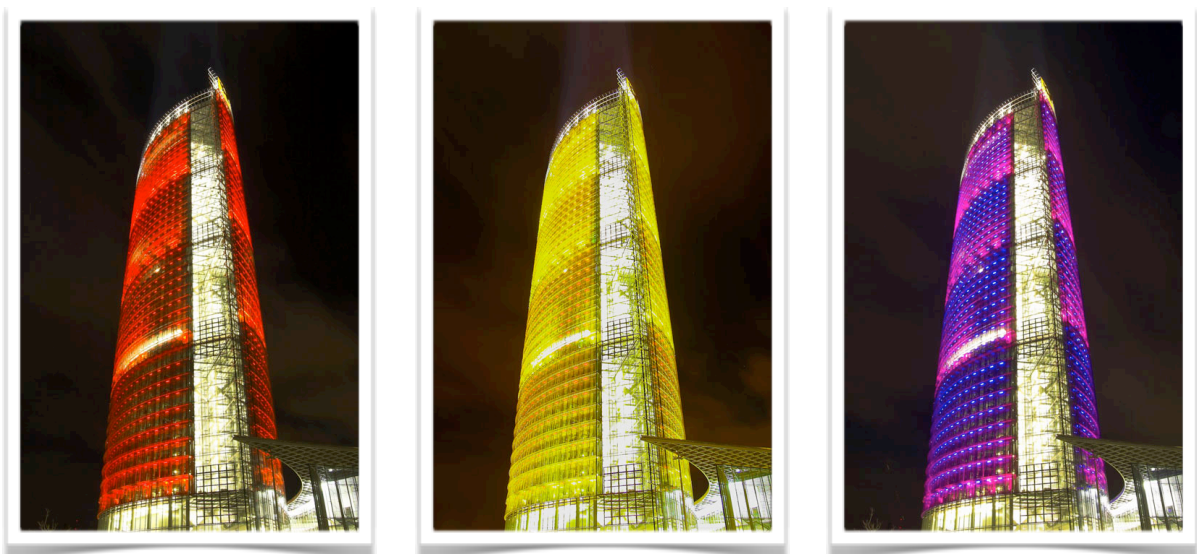
POST TOWER – BONN, ALLEMAGNE - 2003 - 162 M

La *Post Tower* de Bonn appartient à la Deutsche Post AG. Elle est emblématique de la ligne d'horizon de Bonn. Tout au long du projet, l'architecte Helmut Jahn a travaillé en étroite collaboration avec l'entreprise L-Plan basée à Berlin et l'artiste français Yann Kersalé. Une partie importante de la conception lumière architecturale comprend une séquence de changements de couleurs sur plus de 55000 mètres carrés de façade. Le système d'éclairage créé par Michael F. Rohde, avec la participation de l'artiste plasticien lumière Yann Kersalé, est le symbole de l'identité de l'entreprise de la Deutsche Post, et a contribué à lui redonner l'image d'une société dynamique qui aborde le 21ème siècle.

L'intention était de conserver une cohérence et de renforcer la nuit l'esthétique des niveaux de transparence de la façade. La Tour est rétro-éclairée de l'intérieur à l'aide de projecteurs 150 et 575 Watts aux iodures métalliques, variant des blancs chauds aux froids, ainsi que d'autres couleurs, et mettent en évidence la façade dans un scénario d'éclairage qui va du crépuscule à l'aube. La dynamique des changements de couleurs révèle la double épaisseur de la peau extérieure. L'architecture et le volume sont renforcés par l'interaction de la lumière, de la transparence et de la réflexion et offre une dimension complètement nouvelle pour un immeuble de bureaux.

L'objectif de l'illumination est donc clairement de donner une nouvelle image dynamique à la société en exploitant au maximum les particularités architecturales de la structure. La conception s'attache précisément à utiliser les signes distinctifs de l'entreprise, ses couleurs notamment, afin de communiquer sur son image.

On peut conclure que l'objectif d'une telle mise en lumière est atteint pour deux raisons ; il respecte et valorise la globalité de l'architecture dans tout son ensemble et sur toute sa hauteur, mais surtout il promeut l'image de la Deutsch Post en transformant ses locaux de jour en un immense logo nocturne qui se détache sur l'horizon de Bonn.



Post Tower - Bonn, Allemagne. Mises en lumière de la tour aux couleurs de l'entreprise. (Photo : Internet)

1.2.5 UNE ATTRACTION TOURISTIQUE ET UN SUPPORT ÉVÉNEMENTIEL

LE LANGAGE DE LA LUMIÈRE

La lumière colorée et animée attire. Il suffit pour s'en rendre compte d'observer l'attraction que génère la Tour Eiffel les soirs d'été lorsqu'elle scintille toutes les heures. Dans un autre registre, sans qu'il s'agisse d'éclairage architectural, aller à Time Square à New York un soir aide à réaliser que les effets de lumières déplacent les foules. C'est le lieu le plus visité des États-Unis avec 35 millions de touristes. Enfin, le plus brillant des exemples sera de se rappeler à quel point la ville de Las Vegas a misé sur les éclairages dynamiques et événementiels.

Comme les tours semblent être sans limites dans l'espace, c'est tout naturellement que les villes désirent les rendre sans limites dans le temps. Les villes, les états se servent de cette image pour promouvoir leur dynamisme, leur activité économique ou autres. Tout naturellement, cette mise en lumière ne peut que leur donner plus d'éclat et de présence, et ainsi rayonner plus fortement à travers le monde. Ce n'est pas par hasard non plus que les feux d'artifices à l'occasion des fêtes nationales ou du nouvel an sont très souvent tirés depuis ces bâtiments, et qu'on voit les images faire le tour du monde.

Donc, d'une façon plus subtile que les immeubles de Time Square ou hôtels de Las Vegas, on observe aujourd'hui qu'au delà d'une simple mise en valeur architecturale classique, les concepts intègrent de plus en plus l'ambition d'animer et de faire dialoguer la tour avec son environnement, au minimum de délivrer divers messages. Les effets temporels et colorés donnent métaphoriquement un langage aux tours. Je prendrai l'exemple de la *CN Tower* de Toronto pour illustrer ce point.

EXEMPLE : CN TOWER – TORONTO, CANADA - 1976 - 553 M

La *CN Tower* de Toronto est officiellement l'édifice autoporteur le plus haut du monde jusqu'à ce que la *Burj Dubai* soit terminée. Construite en 1976 par la compagnie ferroviaire Canadien National (CN) qui voulait montrer la puissance de l'industrie canadienne, elle était avant tout une antenne de télévision, mais elle est surtout devenue avec le temps une importante attraction touristique. L'éclairage quant à lui a entièrement été refait en Juin 2007 à partir de LED. La ligne de lumière composée de 1 330 projecteurs à LED s'étend le long de la cage d'ascenseur et se prolonge après la "bulle" jusqu'au sommet du mat. Cette version de l'éclairage permet à la ville d'économiser 60% d'énergie par rapport à l'ancien.

La mise en lumière de cette tour est donc probablement une des plus modernes et efficaces aujourd'hui. Il semble qu'il ait été impensable auparavant de pouvoir éclairer une structure si grande sur toute sa hauteur avec si peu d'énergie, mais la technologie des LED non seulement permet d'illuminer l'ensemble de la tour, mais les changements de couleur autorisent des effets visuels infinis. Les couleurs standards sont le rouge et le blanc, couleurs du Canada. Cependant, l'éclairage événementiel est le principal moteur de cette tour. Elle possède un calendrier d'effets très riche tout au long de l'année sur le même principe que *l'Empire State building*. La particularité exceptionnelle de la *CN Tower* réside dans la possibilité de demander à l'entreprise qui la gère, un éclairage personnel (couleurs et scénarios) en remplissant un formulaire sur Internet. Cependant, cette option est principalement réservée aux associations.

Je reprendrai pour finir une déclaration de David Whitaker, président et directeur général de Tourisme Toronto qui confirme la volonté de faire de l'illumination de cette tour un support d'attraction touristique et de communication : « *La Tour CN est un point d'exclamation dans notre ciel urbain et un des symboles classiques de notre ville dans le monde entier. En illuminant la Tour, nous offrons aux visiteurs et aux citoyens une occasion de redécouvrir Toronto, tout en mettant en vedette un des symboles de la ville.* »¹



CN Tower - Toronto, Canada.
(Photo : site Internet color Kinetics)

¹ David Whitaker. **CN Tower public portal**, <http://www.cntower.ca/>

**MÉTHODOLOGIE ET CONTRAINTES
TECHNIQUES D'UNE MISE EN
LUMIÈRE ARCHITECTURALE D'UNE
TOUR DE TRÈS GRANDE HAUTEUR**

2

2.1 REPÉRAGE ET ANALYSE DU SITE

Toute mise en lumière commence par une phase de repérage du site. Il s'agit pour le concepteur d'aller en personne prendre la mesure du bâtiment à éclairer. Ceci s'avère d'autant plus important pour un immeuble de grande hauteur car les repères visuels, les volumes, les moyens d'installation du matériel sont forcément davantage contraignants. Ceci exige donc une importante période d'observation afin d'anticiper l'aspect technique et, comme nous l'avons évoqué précédemment, d'envisager les contraintes philosophiques pour définir l'objectif que l'on va vouloir donner à l'éclairage du bâtiment.

Une fois l'objectif défini, le concepteur lumière doit offrir une vision de ce à quoi le bâtiment doit ressembler la nuit. Il faut reconnaître qu'il est rarement possible de conserver l'aspect du bâtiment la nuit tel qu'il l'est dans la journée. La lumière du jour se compose de deux éléments impossibles à reproduire avec l'éclairage électrique. Le premier est l'extrême diffusion du ciel, qu'il soit clair et ensoleillé ou couvert. La lumière diurne illumine ainsi toutes les surfaces et toutes les structures de façon égale. La deuxième composante est le faisceau direct du soleil. Cette lumière a plusieurs caractéristiques intéressantes qui sont difficiles à imiter. Tout d'abord, il est une source ponctuelle, en raison de la distance du soleil. Par conséquent, les ombres qui sont générées sont très nettes. Il est également un faisceau essentiellement parallèle. Ces deux faits réunis dessinent des ombres bien connues de nous tous, bien que subliminales pour la plupart des gens. Et enfin, bien sûr, le soleil se déplace, et fait ainsi évoluer perpétuellement l'image diurne du bâtiment, et le déplacement des ombres fournit une animation bien difficile à reproduire la nuit.

Mais il est évident que l'apparence d'un bâtiment de nuit est différente de celle de jour. Aucun espace n'a vraiment de sens sans lumière du jour mais c'est un faux problème de se demander si son aspect semble "meilleur" ou "moins bien" de nuit. Il est tout simplement différent. Un bâtiment bien conçu et bien éclairé doit avoir ses différentes vertus de jour comme de nuit.

Chaque bâtiment est unique en son genre, et l'approche lumière doit être adaptée à chacun. Cependant, une approche assez habituelle est d'éclairer diverses parties du bâtiment de façon à fournir une image de la forme complète, sans pour autant éclairer chaque point de la surface. Cette approche se traduit souvent par l'accentuation de la profondeur et de la texture du bâtiment, en mettant en évidence ses trois dimensions. Pour cela il faut comprendre les différents styles d'architecture des tours, leur volume, les matériaux avec lesquels elles sont constituées et les points d'observations.

2.1.1 IDENTIFIER LE STYLE D'UNE TOUR

Pour mettre en lumière une tour et à plus forte raison un gratte-ciel, il faut d'abord identifier son architecture et son histoire. Eric Höweler auteur spécialiste des gratte-ciel a défini les différents types d'architectures des plus grands bâtiments de ce monde. C'est une aide précieuse pour analyser la structure dont découlera un projet d'éclairage.

“GLOCAL”

La première de ces sept catégories est le style Global / Local. Il en invente le terme “Glocal.” D’après lui, la globalisation a un impact énorme sur la construction de gratte-ciel dans les grandes villes du monde. Les nouvelles technologies de communication, la migration mondiale, la finance effacent les frontières et laissent lentement disparaître les cultures architecturales locales. Cependant, cette coexistence du local et du global a créé une nouvelle culture mixte et communautaire. Ainsi, les bureaux d’études qui conçoivent les gratte-ciel, particulièrement transnationaux désormais, élaborent le design de ces tours en s’interrogeant sur leur identité, leur symbolisme et leur spécificité, et combinent une architecture universelle avec la culture locale. Ce type de gratte-ciel se situe le plus souvent en Asie et Moyen-Orient. Comme exemple on peut citer la Taipei 101, Jin Mao, les Tours Petronas dont nous verrons plus loin les caractéristiques “locales”. Il va de soi que cet aspect, et il en sera de même pour les styles suivants, est une des clés de la mise en lumière, laquelle doit faire sens avec l’objet qu’elle sert.

“HIGH-TECH”

« *Les bâtiments de la période moderne ont cherché à formuler la “vraie” nature des matériaux à travers un expressionnisme structurel.* »¹

La particularité des gratte-ciel “High-tech” réside dans le fait d’avoir fait de leurs éléments structurels, un argument esthétique. Au moment où de nouvelles technologies et innovations permettent une avancée considérable dans la construction en hauteur, les architectes tels que Mies van der Rohe ont décidé d’incorporer ces innovations dans la démarche créative. Ceci revient à sortir la structure à l’extérieur. Les plus emblématiques du genre sont les *Sears Tower* et *Hancock Tower* de Chicago ainsi que la *Bank of China* vue en première partie.

Ce type de structure offre souvent des possibilités très intéressantes de mise en lumière car elles permettent justement de leur donner une image nocturne en accord avec le principe original de l’architecture et d’exploiter au maximum les éléments structurels extérieurs.

“MONOLITHIC”

Le gratte-ciel de style monolithique est probablement le plus répandu dans l’inconscient collectif. Le principe de base est très simple ; faire de l’immeuble une manifestation de la verticalité. Cela consiste en une répétition à l’identique de tous les étages afin d’exagérer l’effet de grandeur et ainsi donner une illusion d’échelle encore plus importante. Ils sont ainsi caractérisés par une apparente solidité, une simplicité sculpturale, et une forme dramatique et abstraite. Cette abstraction leur donne une image particulière au sein de la ville, comme s’ils se dressaient en dehors du contexte architectural. A titre d’exemples, on peut citer le très particulier *30 St. Mary Axe* de Londres, *La Torre Agbar* de Barcelone ou encore la *Tour EDF* de la Défense.

“KINETIC”

Les gratte-ciel d’aspect cinétique s’inscrivent dans une démarche architecturale dynamique qui induit physiquement et visuellement un mouvement et une transformation au sein de la structure. L’immeuble doit sembler apparaître figé dans un mouvement. C’est pourquoi le plus souvent l’immeuble est déformé, torsadé, déboîté, décalé. Ce style est inspiré du mouvement Déconstructiviste. En réponse à la devise moderniste de l’architecte Louis Sullivan « *La forme suit*

¹ Höweler Eric. *Skyscraper*, Universe, 2003.

la fonction », le photographe Wigley affirme que dans ces projets architecturaux, « *La forme suit la déformation.* »¹

Du point de vue de l'éclairage, ce type de bâtiment est motivant car le design est toujours très riche et particulier. Cependant, il réserve aussi des difficultés car sachant que la lumière va tout droit, il faut en permanence penser à tous les angles générés et surtout conserver l'image nocturne d'un bâtiment dont les formes sont extrêmement changeantes.

"MEDIATIC"

Comme le nom l'indique, les gratte-ciel de type médiatique sont des gratte-ciel dont l'architecture, la hauteur et la forme servent avant tout à la communication. Leur échelle et leur statut iconographique permet de s'adresser à une forte audience. Plus qu'une particularité architecturale, ici il s'agit davantage d'une image délivrée par l'architecture. Les gratte-ciel contemporains de ce type génèrent une forte présence qu'on pourrait qualifier d'hyper-présence, et annoncent de façon magistrale et spectaculaire l'arrivée de la compagnie ou de la ville qui les a érigés, sur la scène internationale. Pour ne citer que quelques exemples, la *Transamerica Pyramid* de San Francisco, l'*Empire State Building* de New York et *The Centre* de Hong Kong.

Ce genre de gratte-ciel implique très souvent un éclairage très dynamique et coloré, la priorité étant donnée aux messages à délivrer. L'architecture ici est un spectacle urbain, une chorégraphie.

"ECOLOGICAL"

Enfin, dernier type architectural, plus récent et très en vogue surtout en Europe, les gratte-ciel écologiques. Inspiré des récentes contraintes ou préoccupations environnementales, des stratégies et des concepts ont vu le jour pour construire tout en consommant le moins possible d'énergie, minimiser l'impact visuel et physique de l'immeuble, et s'assurer que les matériaux seront recyclables dans le futur. De nouvelles technologies dans le design des façades, des systèmes mécaniques et de nouveaux matériaux ont fortement influencé les immeubles écologiques.

Il va de soi que pour mettre en lumière de tels bâtiments dont les principales considérations sont l'économie d'énergie et l'environnement, il faut conserver ces mêmes principes et objectifs.

¹ Mark Wigley, **Deconstructivist Architecture**, The museum of Modern Art, New York, 1988, p. 19

2.1.2 LUMIÈRE ET MATIÈRE

« À l'origine des constructions de gratte-ciel, le métal et la pierre étaient les principaux matériaux utilisés pour le revêtement des façades, puis vinrent la céramique pour des teintes plus claires et des alliages de bronze (utilisés par exemple sur le Seagram construit en 1958 à New York) permettant des effets de miroitement. Par la suite les éléments structuraux ont été cachés et les façades furent recouvertes de revêtements lisses et uniformes, constitués de verre et d'aluminium, conçus par feuilletage pour être de bons isolants et allant jusqu'à créer des effets de lumière suivant la position du Soleil. »¹

Aussi divers que peuvent être les matériaux utilisés pour les façades des gratte-ciel, ils sont un élément essentiel, sinon le plus important à prendre en compte. C'est la matière qui va souvent déterminer les possibilités d'éclairage. En effet chaque matière a sa propre façon de réagir à la lumière. En ce qui concerne les tours de télécommunication, la contrainte est un peu plus faible, car elles sont essentiellement fabriquées en béton (*CN Tower* de Toronto), ou en acier (*Tokyo Tower*, *Tour Eiffel*). La lumière, lorsqu'elle rencontre une surface quelle qu'elle soit, va réagir de deux façons. Elle va être absorbée en partie et réfléchi pour le reste. Ces niveaux d'absorption et de réflexion dépendent bien évidemment de la composition de la matière éclairée et de sa texture. C'est cette interaction "lumière et matière" qui va définir ce que l'observateur va voir. À cela il faut aussi ajouter une caractéristique importante du rayon lumineux qui est sa couleur et son indice de rendu des couleurs.

Il est intéressant de considérer un instant la réaction à la lumière des principaux matériaux utilisés en architecture car les façades d'un immeuble moderne sont souvent entièrement composées de surfaces spéculaires, telles que verre et acier inoxydable. Ces surfaces agissant comme des miroirs sont extrêmement problématiques à éclairer la nuit. De jour, l'éclat du ciel contribue à leur donner vie, mais de nuit, même une très grande quantité de lumière projetée depuis le bas n'y fera rien. Ainsi, le rendu de la matière peut rapidement devenir un cauchemar pour l'éclairage d'une structure de grande hauteur.

RENDU DE LA TEXTURE

L'aspect visuel de la texture peut être modifié par l'angle du flux lumineux. Ainsi, il va déterminer le relief apparent de la surface et générer plus ou moins d'ombres. Plus l'angle est perpendiculaire, moins la surface laissera transparaître sa texture. Inversement, plus l'éclairement sera rasant, plus la texture sera exacerbée. Il faut retenir une chose de cet aspect, c'est la finesse avec laquelle il faut manipuler la distance des projecteurs avec la surface à éclairer en fonction de l'effet désiré. On prêtera davantage attention à cet aspect de la lumière pour des bâtiments construits dans un matériau qui possède du relief tel que le béton ou la brique.

SURFACES ET RÉFLEXIONS

Lorsque la lumière entre au contact d'une surface, celle-ci est en partie réfléchi. Les matériaux dépolis tels que le béton ou le zinc réfléchissent la lumière de manière diffuse dans toutes les directions. Par contre, des matériaux polis tels que le métal et le verre produisent une réflexion mixte. On l'aura compris, ce sont ces derniers qui posent le plus de difficultés à éclairer. Si la réflexion spéculaire est trop importante, la surface ne renvoie pas de lumière vers l'observa-

¹ **les gratte-ciel, des tours toujours plus hautes**, www.techno-science.net

teur. On peut voir sur le schéma ci-dessous [cf. Fig. 2], la façon dont le flux est réfléchi en fonction des surfaces, et l'apparence qui en résulte.

TRANSMISSION DE LA LUMIÈRE

La transmission est la capacité de la matière à se laisser traverser par la lumière. Les matériaux transparents tels que le verre sont traversés par la lumière, mais une partie de celle-ci est réfractée et/ou diffuse [cf. Fig. 3]. C'est une composante très importante à identifier sur les gratte-ciel, à plus forte raison si c'est un élément que l'on veut exploiter dans le concept.

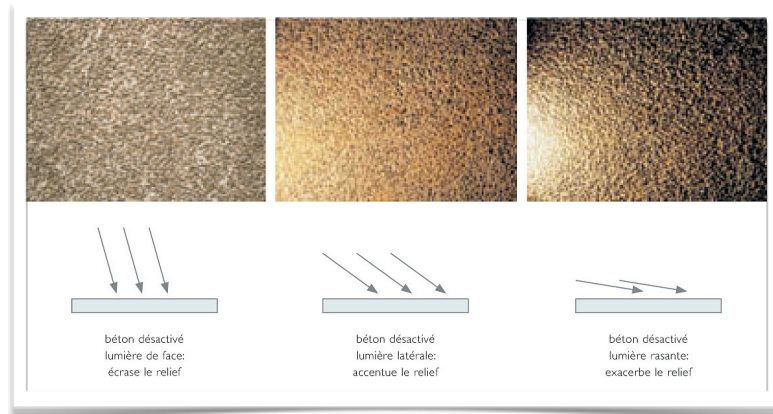


Fig. 1 : Textures et incidence. (Source : Philips lighting)

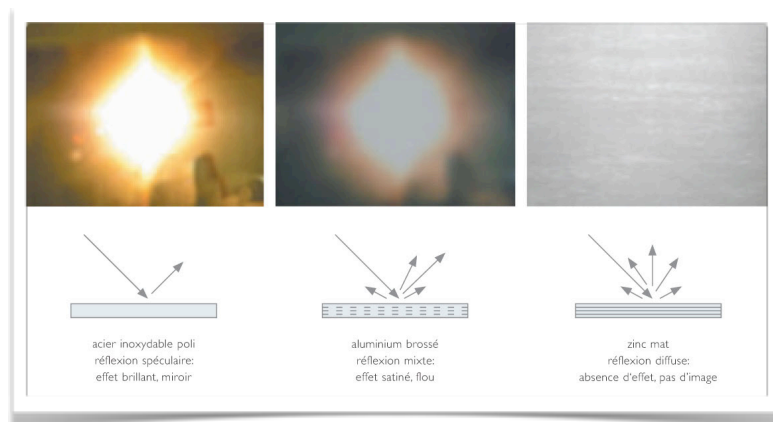


Fig. 2 : Surfaces et réflexions. (Source : Philips lighting)

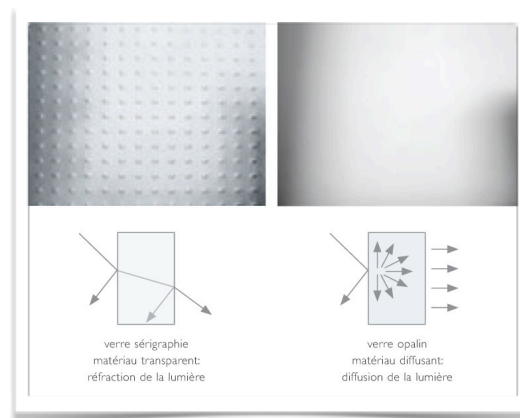


Fig. 3 : Transmission de la matière. (Source : Philips lighting)

2.1.3 UNE QUESTION DE POINT DE VUE...

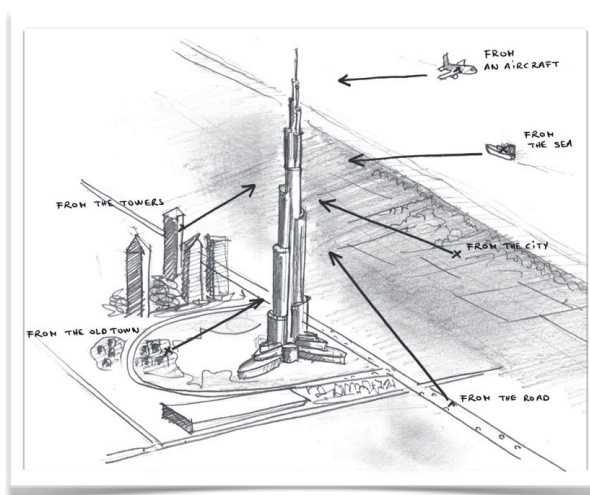
La mise en lumière d'une structure n'a pour objectif que d'être vue. Il est donc primordial de penser la vision nocturne de la structure pour tous les angles de visions possibles. C'est d'autant plus primordial qu'une structure de grande hauteur a des aspects extrêmement différents, en fonction de l'endroit d'où on la regarde.

La première vision possible d'une tour géante est la vision rapprochée. L'appréhension de la structure est très particulière car d'après mes observations à New York, quand on est au pied d'un gratte-ciel, on en ressent très bien le volume, cependant on n'en tire aucune compréhension de la forme. Tout ce que l'on voit, ce sont les premiers étages, ensuite la perspective fait en sorte que l'immeuble se termine souvent en une mince pointe vers le ciel. La vision si proche donne une image très imparfaite de la structure. Ainsi il en va de même pour l'éclairage qui ne se voit pas non plus dans son ensemble. Néanmoins, il doit être pensé pour cet angle de vision très particulier. Les structures géantes étant toutes construites dans des milieux urbains très denses, la fréquentation des piétons de jour comme de nuit y est intense. Cette fréquentation ne peut être ignorée.

En ce qui concerne le projet d'un des tous derniers gratte-ciel construit au cœur de Manhattan, le *New York Times Building*, voici ce qu'en dit le concepteur lumière :

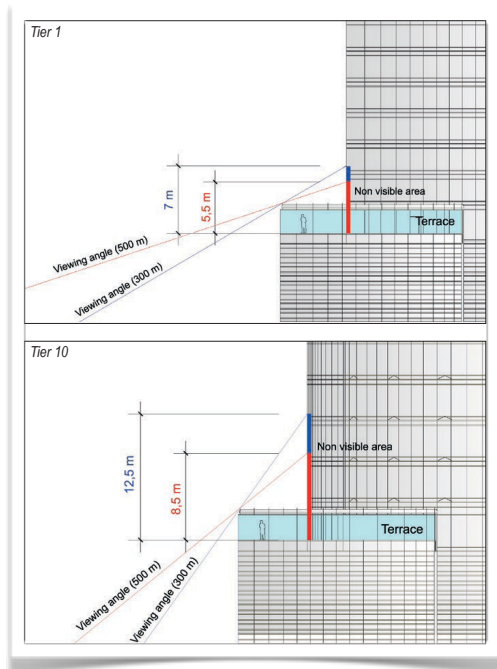
« La solution d'éclairage a été créée pour être vue et appréciée à la fois à l'échelle des piétons, ainsi qu'à distance. Les piétons voient l'immeuble très différemment par rapport à ceux qui arrivent de l'aéroport ou du New Jersey en voiture. De même l'éclairage est également adapté pour répondre à l'atmosphère de la rue d'une façon très différente. Plus précisément, le Times Square district exige un certain degré "d'enthousiasme" qui a été retrouvé en peignant les projecteurs extérieurs en jaune "taxi", comme référence à la ville. Ces luminaires peints en jaune sont une première pour ce genre d'installation. »¹

L'autre point d'observation possible est un point de vue à distance. Ici la vision de la structure est complète. On perçoit l'ensemble des effets lumineux qui habillent la tour. On peut considérer que c'est l'objectif principal d'une mise en lumière de tour géante. À ce niveau, les exigences de la mise en lumière doivent se porter sur la qualité et l'uniformité de l'éclairage. L'image de la structure ne peut souffrir.



Exemple des divers points de vue possibles d'une tour géante, et ainsi même des différents angles de vision de l'observateur. (Source : Architecture Lumière)

¹ O.V.I., New York, <http://www.oviinc.com/>



*Exemple des parties non visibles d'un gratte-ciel en fonction de la distance d'observation.
(Source : Architecture Lumière)*

2.1.4 ENVIRONNEMENT LUMINEUX

Une autre partie de l'analyse nécessite de s'intéresser à l'environnement lumineux. Les tours sont rarement isolées d'un milieu urbain. Il existe donc tout naturellement un éclairage alentour fonctionnel. Il peut s'agir d'éclairage fonctionnel public ou routier, ou bien d'éclairage d'ambiance environnante. Ce qui importe c'est de savoir dans quelles limites ces éléments externes peuvent influencer, perturber la mise en lumière de notre tour. En réalité il s'agit bien souvent de faire avec, mais il peut être possible d'avoir à négocier avec les responsables de la ville, pour supprimer, arranger ou modifier cet éclairage dans la mesure où il parasite vraiment l'image lumineuse.

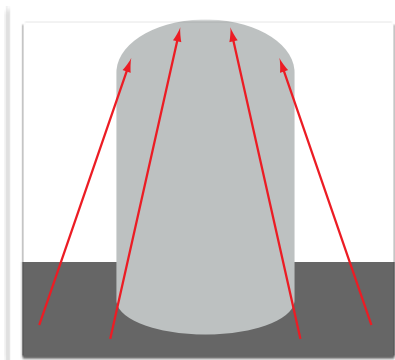
2.2 ÉLABORATION DU CONCEPT LUMIÈRE

2.2.1 RÉVÉLER LA VOLUMÉTRIE UNE TOUR

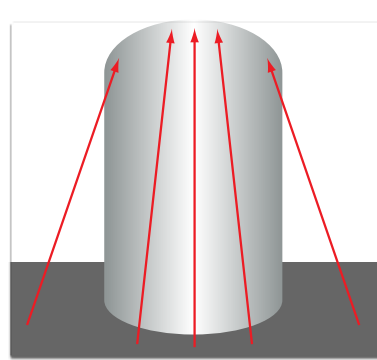
Une tour ou un gratte-ciel est une somme de formes, de volumes, de détails architecturaux, d'espaces et de plans. La mise en lumière de tels bâtiments consiste donc à en choisir des éléments afin de créer une image nocturne unique. Le concepteur dispose donc d'un panel d'effets qu'il peut additionner les uns aux autres, voire les faire varier dans le temps.

L'ÉCLAIRAGE FRONTAL ET LATÉRAL

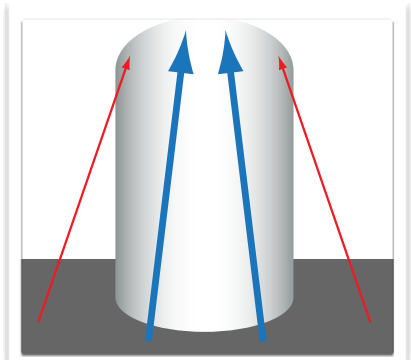
Ce type d'éclairage écrase les détails architecturaux de la structure. Il a pour principal objectif de montrer le volume de l'édifice dans son ensemble. La disposition des projecteurs et leur puissances vont permettre de donner des aspects très variés au volume d'une structure mais la projection frontale se limitera à une vision bidimensionnelle. L'emploi d'un éclairage latéral quant à lui va souligner le volume et les caractéristiques de l'architecture.



Luminosité répartie de façon égale, le volume apparaît uniforme et plat.



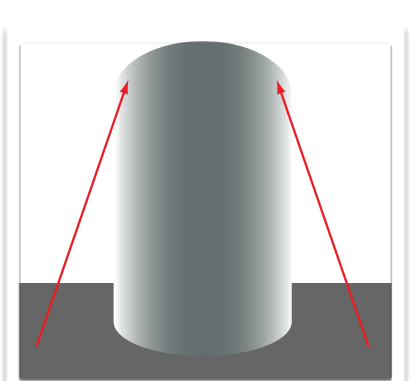
L'espacement des projecteurs de façon irrégulière va donner davantage de luminosité sur certains angles.



On peut aussi intervenir avec différentes puissances de projecteurs. Ceci va généré du volume



*Exemple d'éclairage par projection en contre-plongée sur la Sky Tower d'Auckland, Nouvelle-Zélande. (partie inférieure)
(Photo : Internet)*



L'éclairage latéral suggère le volume mais le montre beaucoup moins. Il peut être davantage graphique .

L'ÉCLAIRAGE RASANT

L'éclairage rasant, placé à faible hauteur va révéler la texture du matériau en créant un effet spectaculaire. Les éléments en saillie auront tendance à bloquer la lumière et à générer des ombres portées. Un éclairage additif peut alors venir compléter l'éclairage rasant en débouchant les ombres qui seraient trop fortes.

LES EFFETS DE CONTRE-JOUR ET DE TRANSPARENCE

L'effet de contre-jour s'obtient lorsque l'on place l'éclairage derrière un objet. On révèle alors sa silhouette, en créant une impression de volume et de profondeur. Cet effet de contre-jour peut également être obtenu en éclairant l'intérieur du bâtiment. C'est d'ailleurs davantage cet aspect là qui nous intéresse pour les gratte-ciel car sachant que les structures doivent être vues de tous points, il est impossible d'éclairer en contre-jour sur 360 degrés.

Exemple d'éclairage de parois vitrées. Torre Agbar, Barcelone, Espagne. (Photo : Internet)



LES EFFETS D'ACCENTUATION

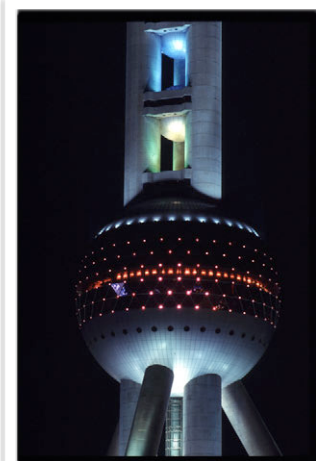
L'éclairage d'accentuation consiste à mettre en valeur un ou plusieurs éléments de l'édifice à l'aide de faisceaux de lumière localisés. Le résultat dépendra de la nature et de la couleur du matériau éclairé. Bien souvent, les tours et gratte-ciel sont riches de détails architecturaux. Il en résulte des possibilités intéressantes. Principalement, il s'agit de la couronne qui offre souvent une visibilité supérieure et devient donc naturellement l'objet de toutes les attentions.

Exemple d'accentuation sur la tour Al Faisaliah, Riyad, Arabie Saoudite. (Photo : Internet)

LES EFFETS GRAPHIQUES

Les effets graphiques lumineux voulus par le concepteur lumière créent des symboles visibles la nuit venue, et font appel à l'imaginaire du spectateur. Ils sont un bon moyen de valoriser l'édifice. La plupart des structures géantes aujourd'hui pour les raisons évoquées précédemment sont quasiment toutes équipées de ces effets. Ces effets peuvent être statiques mais les projecteurs à LED autorisent aujourd'hui des scénarios très sophistiqués.

Exemple d'effets graphiques sur l'Oriental Pearl Tower, Shanghai, Chine. (Photo : JM. Charles)



2.2.2 CHOISIR LES LUMINAIRES ET LES SOURCES

En ce qui concerne le matériel qui est utilisé pour ces types de projets, tous les fabricants de projecteurs extérieurs disposent d'une variété de distributions photométriques. La majorité d'entre eux fournissent des faisceaux larges à moyens avec des variations de largeur et de hauteur. Autant ce matériel convient parfaitement pour des murs ou des façades de bâtiments ordinaires, autant ils sont inadaptés sur les structures géantes.



Les immeubles de grande hauteur, nécessitent quant à eux deux types de distributions différentes. L'une est très étroite avec des faisceaux de moins de 10 degrés dans tous les axes, et un flux lumineux conséquent. L'autre est très asymétrique (10 degrés ou moins d'un côté, et large de 60 à 90 degrés de l'autre). Ce type de luminaire est nécessaire afin d'obtenir une bonne efficacité lumineuse sur les plans verticaux d'un bâtiment pour les immeubles qui n'ont pas la possibilité d'être éclairés à distance, ce qui est typique de la plupart des milieux urbains, à plus forte raison aux États-Unis.

Ainsi pour éclairer sur de très longues distances il faut des luminaires qui peuvent combiner à la fois une puissance importante et à la fois des angles de projections extrêmement étroits. Cet aspect ne concerne que l'éclairage qui consiste à illuminer l'édifice sur une longue partie de sa structure. Dès lors qu'il s'agit des effets d'accentuations et graphiques, dynamiques ou non, les contraintes sont un peu moins fortes. Il est impossible de citer ici l'ensemble des projecteurs qui peuvent jouer ce rôle, néanmoins il est utile de s'intéresser à certains modèles régulièrement utilisés, ou qui ont des caractéristiques adaptées aux structures géantes.

PROJECTEURS DE FORTE PUISSANCE - 1 000 À 8 000 W !



Destinés à la base à l'éclairage sportif, certains projecteurs tels que l'Arena Vision de Philips sont aussi utilisés pour la mise en lumière architecturale. Les fabricants ont spécialement fabriqué des versions dites "UP" pour l'éclairage en contre-plongée. Ils existent en 2 puissances, 1 000 et 1 800 W, ainsi que 8 optiques différentes plus ou moins intensive. Cependant pour les structures géantes, ce sont surtout les modèles avec les optiques très intensives qui sont utilisées car ils ont une portée extrêmement longue ce qui leur donne tout leur intérêt.

Installation de projecteurs Arena Vision conçus spécifiquement pour la tour Eiffel, à base de sodium 600 W. (Photo : site Internet Philips lighting)



Il existe une autre catégorie de projecteurs dont les puissances montent au delà des 2 000 W. Conçus seulement par peu de fabricants, dont Space Canon, ils étaient initialement utilisés pour l'événementiel ou le spectacle, mais les fabricants ont aussi dérivé ces produits pour une utilisation architecturale. Ces projecteurs utilisent des lampes à décharge au xénon et fournissent des puissances pouvant aller jusqu'à 8 000 W. Leur autre intérêt, au delà de leur flux lumineux est qu'ils intègrent un système à changeur de couleurs.

Modèle Leukos 7000 et 8000 W de Space Canon
(Photo : site Internet Space Canon)



"FLOOD LIGHT"



Les projecteurs "flood" sont plus traditionnellement utilisés en éclairage architectural. Pourvus d'une importante diversité de puissances, d'optiques et d'accessoires, ils recouvrent tous les besoins de l'éclairage extérieur. Les optiques circulaires telles que sur la photo ci-contre servent généralement à marquer les verticalités d'une structure en raison de l'intensité de leur flux. Les optiques rectangulaires quant à elles servent davantage à "éclairer", c'est à dire apporter un flux plus large pour donner du volume.

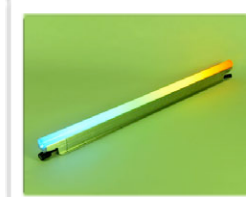
LES PROJECTEURS À LED

Les projecteurs à LED sont aujourd'hui de plus en plus présent sur les installations architecturales. Ils existe une quantité infime de modèles, de tailles et de formes différentes, et on peut les retrouver assez souvent les mêmes optiques intensives en ce qui concerne les projecteurs Flood. Leur intérêt réside dans l'extrême créativité qu'ils offrent pour la conception de couleur. Les projecteurs RGB composés des 3 couleurs primaires permettent d'éclairer théoriquement en milliers de couleurs avec un seul projecteur. Il n'est donc pas surprenant de voir que cette technologie est de plus en plus présente au sein des illuminations des structures géantes. Avec les puissances augmentant régulièrement, les LED sont probablement le futur sinon d'ores et déjà le présent des mises en lumières de grande envergure.



Les "wall washing"

Ces modèles sont destinés à éclairer uniformément une surface. Ils ont entre autre été utilisés massivement pour la récente mise en lumière de la CN Tower, près de 1 300 exemplaires intégrés dans les cages d'ascenseur.



Les systèmes linéaires

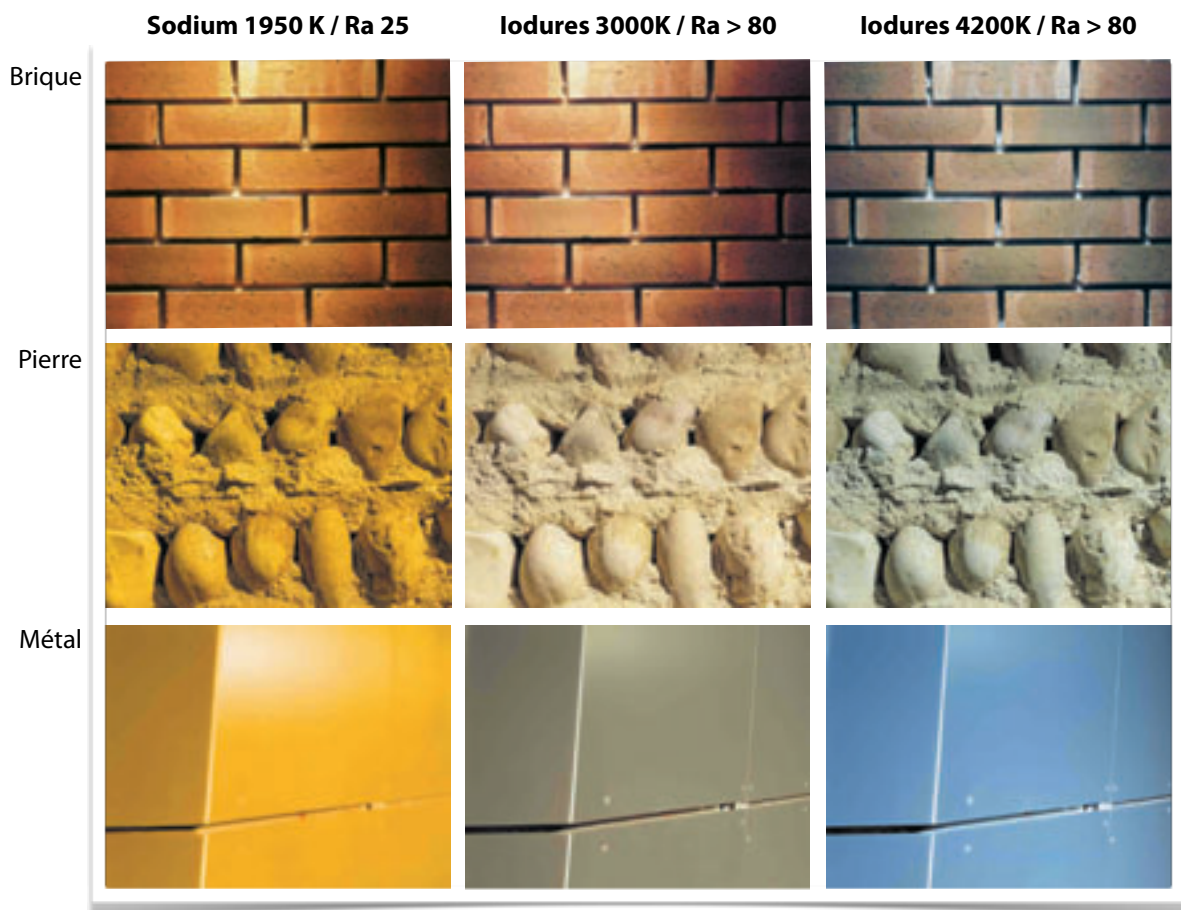
Ces modèles sont davantage destinés à l'accentuation et à la vision direct du luminaire. Ce type de formes a l'avantage de pouvoir facilement souligner les arrêtes des structures car ils se montent en chaîne. C'est par exemple, le travail qui a été fait sur les deux tours LG de Pékin.

[Cf. Annexe 4, page 45]

TEMPÉRATURE DE COULEURS

Cet aspect de température de couleur n'est valable que pour les éclairages homogènes à base de tels qu'on les a vus dans la partie éclairage des façades.

Le choix de la température de couleur dépend de divers facteurs. Le matériau à éclairer vient en premier et d'autre part de la couleur d'une éventuelle peinture comme c'est le cas par exemple de la Tour Eiffel. Ainsi, plus le matériau est froid, plus on sélectionnera des sources de température froide. Ceci dans l'optique de faire ressortir davantage la couleur intrinsèque de la matière. L'acier sera donc toujours mis en valeur avec des températures supérieures à 4 200 K. Le béton ou la pierre quant à eux sont souvent plus chaud d'aspect. Les sources adaptées seront donc aussi plus chaudes de 2 500 à 3 300 K.



2.2.3 METTRE EN PLACE UNE IMPLANTATION

Tout concept d'éclairage de bâtiments extérieurs doit prendre en considération le potentiel du lieu de montage des installations comme une partie intégrante de la conception. Parfois, il y a un vaste site qui permet le montage des luminaires à une certaine distance de la structure, mais puisque la plupart des immeubles de grande hauteur sont construits dans des zones très denses, cet espace urbain pour le montage est très rare.

Dans de rares cas, il est possible d'utiliser les bâtiments adjacents comme support pour le montage. Cela est plus facilement possible si le bâtiment est éclairé en partie d'un complexe appartenant à un unique propriétaire. Un des exemples réussis de cette approche est la mise en lumière du *30 Rockefeller Plaza* à New York. Des herse de projecteurs sont montés en contre-bas, sur les toits des bâtiments voisins d'où les angles de projection adéquates ont été permis.

Les autres contraintes que l'on peut nommer quant à l'installation des luminaires sur des structures géantes sont les installation électriques dont dépendent les projecteurs, ainsi que le câblage du réseau DMX pour la programmation des projecteurs à LED. Il faut pouvoir comme pour toute installation d'éclairage, anticiper les besoins de maintenance. Ainsi, il peut arriver qu'on doive installer des projecteurs de fortes puissances à des endroits difficiles d'accès. Si tel est le cas, la maintenance des lampes n'en sera que plus difficile.

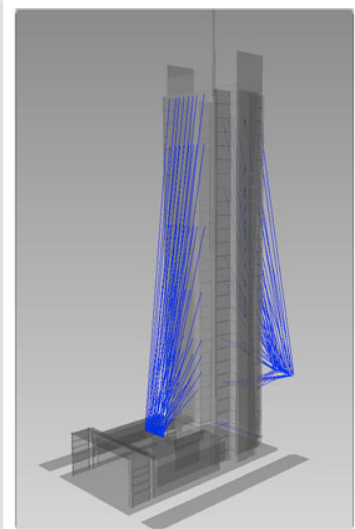
L'intérêt de la lumière est la magie qu'elle procure quand on ne voit pas les sources. Aussi, il est important de faire en sorte que les projecteurs soient visibles le moins possible, et encore moins

les lampes... Comme contre-exemple, on peut se servir du cas de la Tour Colpatría de Bogota, en Colombie [voir ci-contre]. Des

projecteurs Titan de Space Canon (3 000 et 4 000 W), ont été installés au sommet en direction du sol et génèrent un éblouissement sans pareil pour les piétons se trouvant à proximité de l'édifice. Cet éclairage a depuis été remplacé par des projecteurs à LED montés en contre-plongée sur chaque section.



*30 Rockefeller Plaza, New York
(Photo : Internet)*



*Exemple d'implantation des luminaires depuis un bâtiment voisin, avec directions des flux.
New York Times Building.
(Photo : Internet)*



*Tour Colpatría, Bogota, Colombie.
(Photo : Internet)*

**MISE EN APPLICATION SUR LES
TOURS PETRONAS DE KUALA
LUMPUR**

3

3.1 CONTEXTE HISTORIQUE DES TOURS PETRONAS ET DE LA MALAISIE

Conçues par l'architecte argentin-américain César Pelli, les tours jumelles Petronas ont été achevées en 1998, et sont devenues le plus grand bâtiment du monde. En raison de la profondeur de la roche, les bâtiments ont été construits sur les fondations les plus profondes du monde : elles vont jusqu'à 120 mètres et cela a exigé d'énormes quantités de béton.

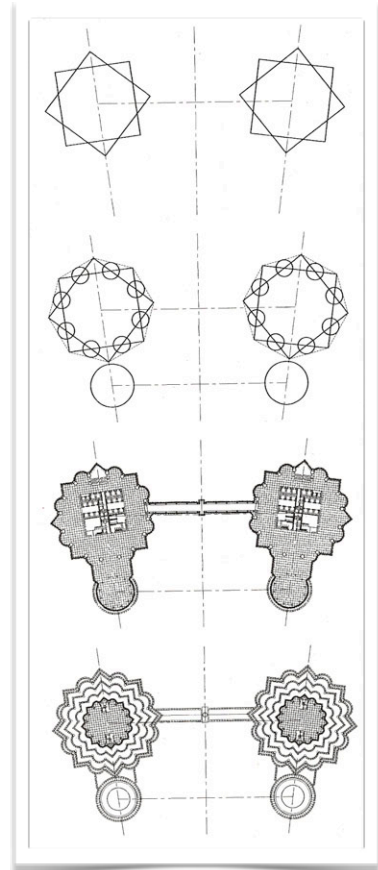
Les 88 étages sont en grande partie construits en béton armé. La façade quant à elle, est faite d'acier et de verre, et conçoit pour ressembler à des motifs de l'art islamique. De même, la conception des sections des tours est basée sur un "Rub el Hizb", symbole islamique de l'alphabet arabe. L'utilisation remarquable de l'inox fait de la façade une vitrine architecturale de l'industrie minière malaise. [cf. Annexe 5, page 46]

La société Petronas, compagnie pétrolière nationale de la Malaisie, est à l'origine du projet. La fabuleuse hauteur des tours Petronas a été controversée. En effet, certains bâtiments comme la *Sears Tower* les dépasse de fait. Mais on ne prend pas en compte dans le calcul l'antenne supérieure de ces bâtiments. Les flèches des Petronas elles sont considérées comme faisant partie intégrante du design. Il en résulte que les tours s'élèvent à 452 mètres et sont les plus hautes de leur temps. Cette tradition d'inclure la flèche en haut d'un bâtiment et non l'antenne remonte à la rivalité entre le *Chrysler Building* et le *40 Wall Street* en 1931.

Tan Sri Azizan, président de KLCC (Kuala Lumpur City Centre) et de Petronas, décrit comment les bâtiments et leurs structures uniques ont donné le ton au développement national du pays, et renforcé l'image internationale de la Malaisie :

« Quand le KLCC n'en était encore qu'au stade de projet, le premier ministre a précisé qu'il voulait un aménagement caractéristique, et attirer l'attention du monde sur la Malaisie. En faisant connaître davantage la Malaisie, elle gagnerait en reconnaissance, et attirerait les investissements étrangers nécessaires au développement futur du pays. Le monde d'aujourd'hui devient un village global. Nous sommes à la lisière d'une nouvelle ère dans laquelle espérons-le, les plus petites nations auront leur part de prospérité. Avec la globalisation, nous voyons une nouvelle civilisation se développer. Nous voudrions être pris au sérieux ainsi que contribuer au développement de cette civilisation. »¹

On retient l'importance et l'aspect emblématique de ces tours pour la Malaisie qui veut jouer un rôle, veut se montrer. Elles sont l'expression du génie humain et d'une motivation de grandir. Ainsi, ce sont cette exigence et cette motivation qui doivent ressortir de la mise en lumière. Tel que l'architecte a conçu la structure, la mise en lumière doit révéler cette même structure. C'est



Évolution de la coupe des tours à partir du motif original islamique, le Rub el Hizb. (Source : *Sculpting the sky*)

¹ Tan Sri Datuk Seri Azizan Zainul Abidi, 2003. *Sculpting the sky*, Market Intelligence, Petaling Jaya, page 9.

pourquoi une des premières étapes a été de rencontrer l'Architecte César Pelli, mais ce dernier a refusé l'entretien. Il a donc fallu faire sans l'apport du concepteur du bâtiment.

LE PROJET AVANT LE PROJET

Les tours Petronas possédaient déjà un éclairage quand il a été décidé de le refaire. Elle ont même été éclairées à plusieurs reprises auparavant, mais sans réel succès ni satisfaction pour les propriétaires. L'entreprise qui a fait la conception lumière précédant celle d'Architecture Lumière, une entreprise américaine, s'était contentée d'éclairer les parties supérieures des deux tours depuis le "sky bridge" et avait ainsi pour conséquence de laisser la plus importante partie de la structure dans l'ombre. [cf. Fig. 1]

Si le groupe Petronas se tourne alors vers Architecture Lumière, c'est à la suite de la mise en lumière d'une tour voisine, la tour Maxis haute de 250 mètres. Comme me l'explique Alain Guilhot :

« Cette mise en lumière a sublimé la tour Maxis. Ceci a eu pour effet de donner une existence nocturne à cette tour qui venait juste d'être terminée, et a ainsi fait ombre au symbole que représentait les deux tours Petronas. Le fait de voir Maxis éclairée ne leur était pas supportable. » [cf. Fig. 2]



Fig. 1 : Éclairage des tours Petronas avant le projet d'Architecture Lumière. On distingue bien le flux lumineux très dense à l'intérieur, et le reste de la structure dans l'obscurité complète. (Photo : Sculpting the sky)

3.2 DÉFINITION D'UN CONCEPT LUMIÈRE

Ainsi l'étape suivante a consisté en la définition un concept lumière qui manifeste plusieurs idées et intentions. Le concept se découpe donc selon les idées suivantes :

- Un profond respect de la structure et de l'architecture.
- Un potentiel à devenir une des plus importantes mises en lumière architecturale du monde.
- La volonté de promouvoir les tours Petronas dans le monde entier, et de fournir une signature nocturne à la ville.
- Le désir de capturer l'inspiration au delà du concept architectural des tours jumelles.
- Le désir de respecter le plus possible la symbolique des tours, la culture malaisienne et les différentes ethnies du pays.
- Le désir de fournir une signature et une scénographie lumière originales avec de multiples niveaux d'éclairage, irisés et à changement dynamique de couleur, pour toutes les saisons et les grands événements qui se tiendront à Kuala Lumpur.



Fig.2 : Les Petronas avec la tour Maxis en premier plan. (Photo : JM. Charles)

3.3 DEUX CENTIMÈTRES POUR RÉVÉLER LA MATIÈRE, ET FAIRE PARLER LA LUMIÈRE

« C'était un projet démesuré. Nous allions de défi en défi, non seulement à cause de la hauteur des tours, mais aussi à cause du matériau qui les compose, et de leur architecture très particulière. »¹

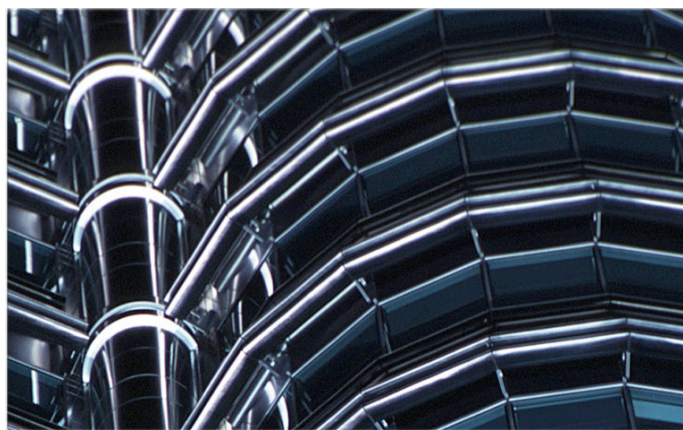
Il est évident que sur ce projet, le matériau allait être l'aspect le plus critique pour arriver à le faire sortir de l'ombre. Une attention toute particulière est donc portée à la réaction de la lumière sur l'inox. Ainsi, le nouveau concept que propose Architecture Lumière s'intéresse d'abord à la couleur de la lumière. Alain Guilhot explique : « Elles (Les tours) étaient partiellement éclairées d'une lumière trop chaude (3 000 K). Or l'aspect diurne de l'inox est blanc bleuté. Nous sommes partis de là pour choisir un éclairage de fond blanc, dont la température de couleur varie de 5 200 K au pied des tours et monte à 5 600 K en haut. Ce choix respecte mieux le travail de César Pelli. »¹

Le concept doit révéler la puissance de l'édifice et restituer son éclat en plein soleil. C'est l'objectif déterminant qui doit être mené à bien pour restituer l'image nocturne et symbolique des deux tours : « L'éclairage précédant, à partir du sol, laissait dans l'ombre presque toute la hauteur des tours. Or la forme élancée, allégée vers la pointe, en façonne toute la puissance. Sans oublier sa mission symbolique, au moins tout aussi forte pour la Malaisie que la tour Eiffel l'est pour la France : c'est un phare qu'il faut percevoir jusqu'au dôme. »¹

On vient de le voir, le matériau utilisé sur les façade peut se révéler un vrai casse-tête en raison des reflets générés mais une autre difficulté pointe à l'horizon, et vient compliquer la mise en lumière. Des anneaux bordent la surface extérieure striée des tours jusqu'au niveau 60. Il s'agit en fait des pare-soleil que l'architecte a conçu pour protéger les bureaux. Totalement indispensables dans cette région du monde pour protéger du soleil trop fort, ils sont, selon Alain Guilhot, un "piège à lumière" qui bloque aussi la lumière des projecteurs.

Jean-Marc Guilhot qui a mené le chantier sur place explique quelle solution a été trouvée pour palier à cette difficulté : « Très efficaces, très graphiques, ces pare-soleil posaient un problème difficile pour l'éclairage artificiel. Ils emprisonnaient la lumière, ne la dispersaient pas. Plus on augmentait la puissance, moins on voyait l'éclairage à distance. Finalement, pour obtenir la bonne réflexion, nous disposons de 2 fois 1 cm sur 40 cm en parties basse et haute de chaque élément. »

Ce sont près de 20 séances d'essais étalées sur 2 mois qui permettent au fur et à mesure d'approcher d'une solution idéale, et de trouver l'angle extrêmement réduit nécessaire à l'accrochage de la lumière sur les pare-soleil ainsi que les couleurs qui seront utilisées.



Détails de la lumière accrochant la mince épaisseur des pare-soleil en inox. (Photo : JM. Charles)

¹ Alain Guilhot, concepteur lumière

Pour cet éclairage blanc de fond, les projecteurs Arena Philips catégorie 1 UP dotés de lampes iodures métalliques ont été préférés à des projecteurs à lampes Xénon pour réduire le nombre de projecteurs et garantir une durée de vie suffisante. Ce sont les modèles équipés de l'optique la plus intensive afin de tirer le flux le plus loin possible. Équipés des lampes de 1 800 W, ils sont préférés à des projecteurs à lampes Xénon de 2 500 W grâce à leur durée de vie qui fait une réelle différence. Les lampes Xénon durent à peu près 1 500 heures, ce qui est quatre fois inférieur aux iodures des Arena.

Au niveau zéro, ils ont été installés au sol coté terrasse du centre commercial mais en fermant l'accès au public pour des raisons de sécurité évidentes. Côté rue, ils sont supportés par des mats, qui portent également les lampadaires de l'éclairage de la ville. Ils sont disposés au sol, ainsi que sur 7 tronçons de la tour, afin de diversifier les angles d'incidences qui permettent une meilleure répartition et uniformité de la lumière sur la hauteur. Le dôme quant à lui, est éclairé à partir des pinacles. Ainsi Alain Guilhot résume la conception : « *Nous avons pu accrocher la lumière de façon uniforme, sans "brûler" la façade, et la faire monter suffisamment haut.* »

LES EFFETS DYNAMIQUES ET COLORÉS

Comme tous les édifices symboliques, les tours Petronas jouent désormais un rôle important dans la vie événementielle de la cité de Kuala Lumpur. L'entreprise Petronas souhaite en parallèlement à l'éclairage pérenne quotidien, une mise en lumière événementielle destinée aux grandes occasions nationales. Alain Guilhot répond à cette demande par deux scénarios : « *Nous avons d'abord créé un éclairage monochrome légèrement plus intense pour le week-end, qui peut également servir à l'occasion d'événements ou de fêtes. Il souligne la structure en colonne des tours.* »

Pour matérialiser cette effet il faut ainsi ajouter des projecteurs supplémentaires à l'installation de base. Les modèles choisis sont des Space Canon à lampes Xénon de 2 500 W. Ils sont disposés sur toute la hauteur, à la jonction des parties sphériques et anguleuses de la tour. Ce choix cette fois-ci, se porte sur les modèles Xénon, pour leur puissance supérieure nécessaire à l'effet désiré, mais surtout car leur utilisation ponctuelle autorise d'avoir une durée de vie des lampes plus faibles. Ainsi, ce sont 284 projecteurs répartis sur l'ensemble des étages des deux tours qui viennent créer cet effet. Aussi par exemple, 4 projecteurs 4 000 W éclairent le sky bridge, et 8 modèles 2 500 W visent les pointes au sommet des tours.



Éclairage du sky bridge. (Photo : JM. Charles)

Mais le grand intérêt de ces projecteurs est qu'ils peuvent également fournir une lumière colorée pour les fêtes ou les événements majeurs et offrent ainsi le deuxième scénario : « *Nous avons imaginé une scénographie qui s'inspire des effets d'irisation de l'inox sous le soleil. Nous avons repris les jeux délicats de la lumière naturelle et créé un effet de feux follets, quelque chose qui donne l'impression de myriades de petites gouttes de lumière en suspension sur la tour.* »

3.4 UNE INSTALLATION À LA HAUTEUR...

L'installation de base du matériel se faisant sur les terrasses ou sur les tronçons ne pose pas de difficultés particulières. Elle nécessite cependant la main d'oeuvre de 200 techniciens et installateurs sur une période de 2 mois. C'est ainsi qu'à la demande d'Architecture Lumière, un comité de pilotage tient des réunions tous les quinze jours pour voir l'avancée des travaux.

Techniquement, un des problèmes qui se pose concerne l'éclairage du dôme et de la sphère. L'installation des projecteurs n'était possible ni de l'intérieur, ni depuis une nacelle extérieure, ce sont donc des alpinistes professionnels qui ont eu la charge d'aller positionner des projecteurs de près de 85 kg en rappel à la corde depuis le sommet du dôme, à 430 mètres de hauteur et avec des vents allant jusqu'à 100 km/h.

Les équipes des cascadeurs locaux ont nécessité l'aide d'un spécialiste de renommée mondiale de l'escalade d'immeubles de grande hauteur. Les alpinistes ont du répéter leur gestes avant chaque descente. De même les risques de foudroiement ont souvent retardé les installations.



Installation des projecteurs Arena Vision sur la terrasse. (Photo : JM. Charles)



Installation des projecteurs du dôme par les alpinistes. (Photo : JM. Charles)

3.4 L'INSTALLATION DES TOURS EN CHIFFRES

L'installation technique a duré 9 mois, avec la participation de 200 personnes du 7 juillet au 30 août 2003 (16 heures 7 jours sur 7)

626 projecteurs répartis ainsi :

- 198 Arena Vision Philips 1 UP 1 800 W, iodures
- 144 projecteurs 400 W, iodures
- 284 Space Canon 2 500 à 4 000 W

25 km de câbles de puissance

7 km de câbles pour le réseau informatique de gestion d'éclairage

11 km de câbles DMX pour les commandes de projecteurs à changement de couleur.

Equipement électrique :

- 8 armoires électriques
- 18 contacteurs électriques
- 406 détecteurs de courant
- 406 circuits de commande de lumière
- Puissance totale : 700 000 W



Installation des projecteurs Space Canon Titan sur un des tronçons des tours. (Photo : JM. Charles)

CONCLUSION

En ce moment même, la construction du gratte-ciel le plus haut du monde est sur le point d'être achevée. La *Burj Dubai* devrait atteindre ou dépasser les 800 mètres d'altitude. Ce nouveau record dépasse l'ancien de près de 300 mètres. C'est la première fois qu'une telle différence est atteinte et la course semble ne pas vouloir s'arrêter. Un projet de plus grande hauteur est à l'étude, toujours à Dubai, avec une tour qui pourrait atteindre les 1200 mètres, et ce n'est que le début quand on sait que certaines propositions évoquent voire dépassent les 2000 mètres... Il semble aujourd'hui évident qu'il n'est plus qu'une question de temps avant de voir pousser ces structures géantes d'ici quelques décennies.

Il ne fait aucun doute que ces projets vont dorénavant tous intégrer l'éclairage et leur image nocturne dès le début de la conception. La demande conceptuelle est, et sera probablement toujours la même ; une illumination respectant l'image diurne de l'architecture, accompagnée d'effets dynamiques et colorés pour les événements majeurs ou les célébrations. Néanmoins et en toute logique, plus les édifices vont prendre de la hauteur, plus les possibilités d'éclairer depuis le sol vont être réduites si l'on désire mettre en valeur ces bâtiments sur toute leur dimension.

L'évolution croissante et rapide de la technologie des LED pourrait bien être une des solutions d'avenir. On l'a vu, elles sont de plus en plus utilisées aujourd'hui comme sur la *CN Tower* et l'*Empire State Building* qui viennent d'être refaits. Outre leur avantage purement visuel, leurs caractéristiques techniques, telles que la durée de vie, présentent un intérêt formidable quand on sait à quel point l'installation des projecteurs peut être difficile d'accès sur de telles structures et compliquer la maintenance.

De même, il apparaît que les problématiques énergétiques du futur jouent un rôle important et qui a tendance à s'intensifier. Les propriétaires de ces structures demandent déjà aujourd'hui de limiter les puissances électriques, avec évidemment le moins possible de compromis artistiques. C'est je pense, un des critères qui rendra le travail des concepteurs lumières d'autant plus intéressant et stimulant. La demande semblant croissante en ce qui concerne l'éclairage de ces structures, elle nécessite déjà mais nécessitera encore davantage d'expertises, et de répondre à des contraintes auxquelles peu d'entreprises de conception lumière sauront répondre. Cependant, ces structures du futur ouvrent de nombreuses perspectives créatives.

BIBLIOGRAPHIE

LIVRES

HÖWELER Eric, 2003. **Skyscraper**, Universe Publishing, 239 pages.

NARBONI Roger, 1995. **La lumière urbaine : Eclairer les espaces publics**, Le Moniteur, 263 pages.

NORDENSON Guy, 2003. **Tall Building**, The Museum of Modern Art, New York, 191 pages.

GRIKITIS Karen, 1998. **Sculpting the sky**, Market Intelligence, 95 pages.

WIGLEY Mark, **Deconstructivist Architecture**, The museum of Modern Art, New York, 1988.

ARTICLES DE REVUES

LUX Supplément du n°225 novembre/décembre 2003.

PLD, n°46 mai/juin 2005

SITES INTERNET

www.tour-eiffel.fr

www.skyscraper.com

www.tallest-buildings.com

rdereel.free.fr/volGQ1.html

fr.structurae.de

www.esbnyc.com

www.cntower.ca

fr.wikipedia.org

en.wikipedia.org

www.techno-science.net

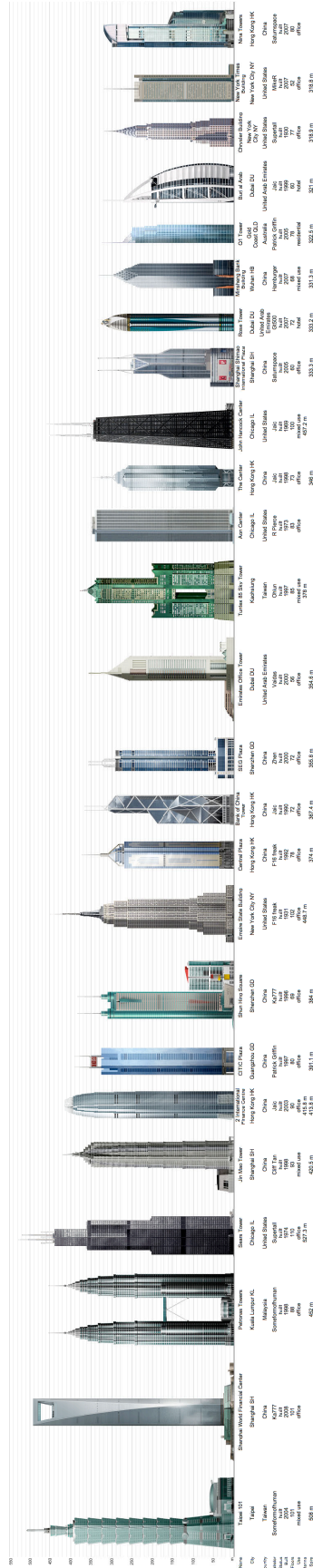
www.oviinc.com/

www.cntower.ca/

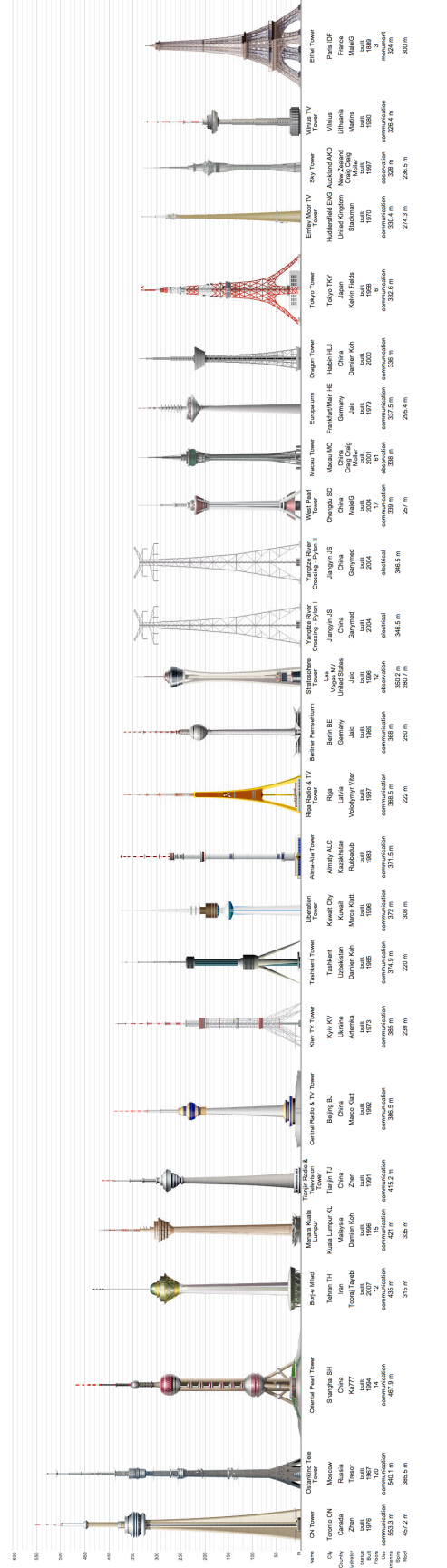
ANNEXES

ANNEXE 1

25 PLUS HAUTS GRATTE-CIEL DU MONDE



25 PLUS HAUTES TOURS DU MONDE



ANNEXE 2



District de Pudong à Shanghai d'où l'on peut voir l'ensemble des structures éclairées, mais surtout l'Oriental Pearl Tower au premier plan. (Photo : JM Charles)

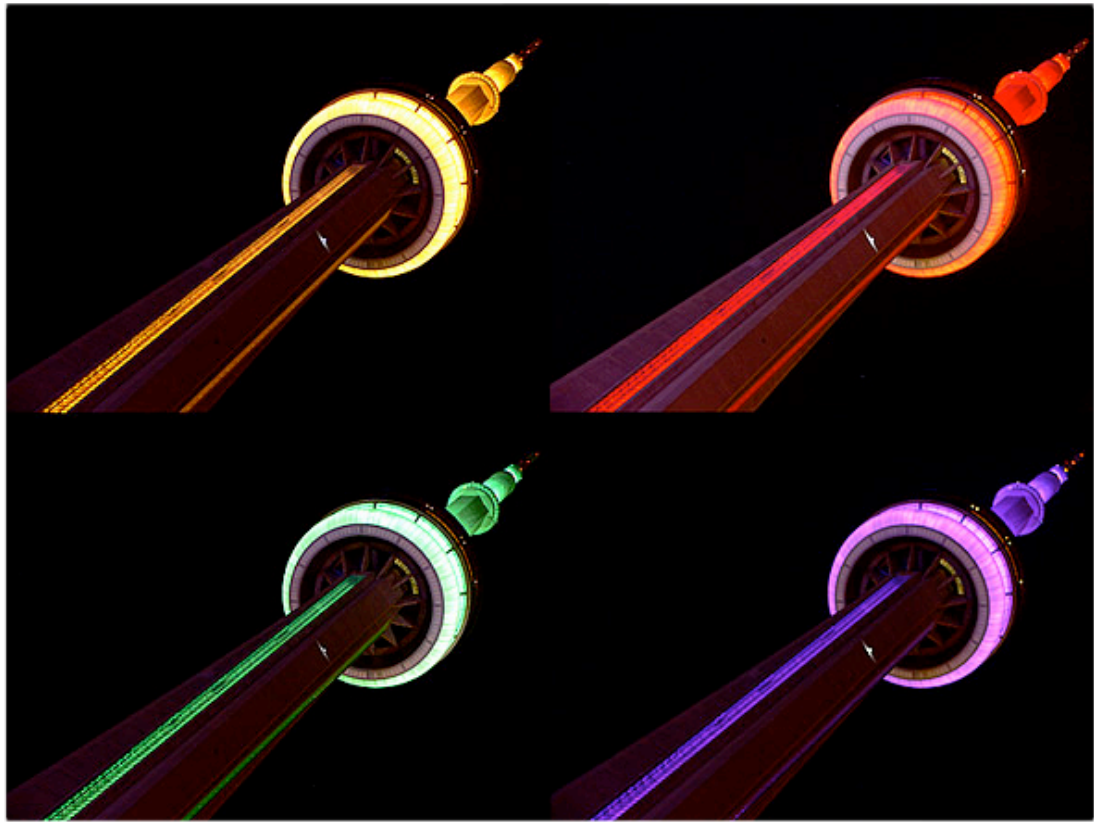
ANNEXE 3

LISTE DE SCÉNARIOS D'ÉCLAIRAGES DE L'EMPIRE STATE BUILDING

Couleurs	Événement(s)
Bleu	Memorial Day de la police
Bleu et blanc	Jour de l'indépendance de la Grèce et Jour des Nations unies
Bleu, blanc et bleu	Jour de l'indépendance d'Israël
Rouge, blanc et bleu	Bastille day, le nom donné par les Américains au 14 juillet français, en mémoire de la prise de la Bastille
Jaune et blanc	Printemps et semaine de Pâques
Lavande et blanc	Gaypride
Noir, jaune et rouge	Jour de la réunification allemande
Pas de lumières	Jour sans art, Nuit sans lumières et Lutte contre le sida
Pourpre et blanc	Cause contre la maladie d'Alzheimer
Rose et blanc	Lutte contre le cancer du sein
Rouge	Saint-Valentin et Semaine de prévention contre les incendies
Rouge et blanc	Croix rouge
Rouge, blanc et vert	Columbus Day
Rouge et bleu	Journée des parents et du Droits des enfants
Rouge, blanc et bleu	Jour du Président, Memorial Day, Jour de l'Indépendance et Jour des Anciens combattants
Rouge et jaune	L'automne
Rouge, jaune et vert	Jour du Portugal
Rouge, noir et vert	Jour du Dr. Martin Luther King Jr
Rouge et vert	Fêtes de fin d'année
Vert	Jour de la Saint Patrick, Journée de la Terre et l'Aid qui annonce la fin du Ramadan
Vert et blanc	Jour de l'indépendance du Pakistan
Vert, blanc et orange	Jour de l'indépendance de l'Inde

Source : **Empire State Building**, Wikipedia, http://fr.wikipedia.org/wiki/Empire_State_Building

ANNEXE 4



CN Tower - Toronto, Canada. Exemple de scénarios de couleurs avec projecteurs à LED (Photo : Internet)



LG Towers - Pékin, Chine. (Photo : Internet)

ANNEXE 5

Rub El Hizb est un symbole islamique de l'alphabet arabe.

Ce symbole est utilisé pour marquer une fin de chapitre en calligraphie arabe. Il est constitué de deux carrés identiques dont l'un est incliné à 45 degrés, superposés au niveau de leurs centres respectifs. Au centre du symbole se trouve un cercle.

Il est présent dans de nombreux drapeaux et emblèmes du monde musulman.

