

ACADEMIA FORȚELOR TERESTRE
"NICOLAE BĂLCESCU"

La Tour Eiffel

Stud. Sg. Maj.
Bucica Florian

- SIBU, 2007 -

La tour Eiffel est une tour de fer puddlé construite par Gustave Eiffel et ses collaborateurs pour l'Exposition universelle de 1889. Situé à l'extrémité du Champ-de-Mars, en bordure de la Seine, ce monument parisien, symbole de la France et de sa capitale est le site le plus visité du pays.

D'une hauteur de 300 mètres à l'origine, surélevée par la suite de nombreuses antennes culminant à 325 mètres, la tour Eiffel est restée l'édifice le plus élevé du monde pendant quarante ans. Utilisée dans le passé pour de nombreuses expériences scientifiques, elle sert aujourd'hui d'émetteur de programmes radiophoniques et télévisés.

Présentation générale

Contestée par certains à l'origine, la tour Eiffel fut d'abord, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, la vitrine du savoir-faire technologique français. Plébiscitée par le public dès sa présentation à l'Exposition, elle a accueilli plus de 220 millions de visiteurs depuis son inauguration. Sa taille exceptionnelle et sa silhouette immédiatement reconnaissable en ont fait un emblème de Paris.

Imaginée par Maurice Koechlin et Émile Nouguier, respectivement chef du bureau des études et chef du bureau des méthodes d'Eiffel & Cie, la tour Eiffel est conçue pour être le « clou de l'Exposition de 1889 se tenant à Paris. ». Le premier plan est réalisé en juin 1884 et amélioré par Stephen Sauvestre, l'architecte en chef des projets de l'entreprise, qui lui apporte plus d'esthétique.

Le 1^{er} mai 1886, le ministre du Commerce et de l'Industrie Édouard Lockroy, fervent défenseur du projet, signe un arrêté qui déclare ouvert « un concours en vue de L'Exposition universelle de 1889 ». Gustave Eiffel gagne ce concours et une convention du 8 janvier 1887 fixe les modalités d'exploitation de l'édifice.

Construite en 2 ans, 2 mois et 5 jours, de 1887 à 1889, par 250 ouvriers, elle est officiellement inaugurée le 31 mars 1889. Sa fréquentation s'érode rapidement; la tour Eiffel ne connaîtra véritablement un succès massif et constant qu'à partir des années 1960, avec l'essor du tourisme international. Elle accueille maintenant plus de 6 millions de visiteurs chaque année.

Ses 300 mètres de hauteur lui ont permis de porter le titre de « plus haute structure du monde » jusqu'à la construction en 1930 du Chrysler Building, à New York. La tour Eiffel, construite sur le Champ-de-Mars, près de la Seine, dans le 7^e arrondissement de Paris, est actuellement exploitée par la Société d'exploitation de la tour Eiffel (SETE). Le site, qui emploie 500 personnes (250 directement employés par la SETE et 250 par les différents concessionnaires installés sur le monument), est ouvert tous les jours de l'année.

En juin 1884, deux ingénieurs des entreprises Eiffel, Maurice Koechlin et Émile Nouguier, respectivement chef du bureau d'études et chef du bureau des méthodes, se penchent à leur tour sur un projet de tour métallique de 300 mètres. Ils espèrent pouvoir en faire le clou de l'Exposition de 1889.

Cette esquisse, réalisée le 6 juin 1884 par Maurice Koechlin, est le tout premier croquis du pylône de 300 mètres, qui deviendra plus tard la tour Eiffel.

Le 6 juin, très exactement, Maurice Koechlin dessine le tout premier croquis de l'édifice. Le dessin représente un haut pylône de 300 mètres, où les quatre piles incurvées, se rejoignant au sommet, sont reliées par des plates-formes tous les 50 mètres. Gustave Eiffel voit cette esquisse, dit ne pas s'y intéresser, mais concède toutefois à ces concepteurs l'autorisation de poursuivre l'étude.

Stephen Sauvestre, architecte en chef des entreprises Eiffel est sollicité et redessine complètement le projet pour lui donner une autre envergure : il rajoute de lourds pieds en maçonnerie et consolide la tour jusqu'au premier étage par le truchement d'arcs, réduit le nombre de plates-formes de cinq à deux, surplombe la tour d'une « coiffe » la faisant ressembler à un phare, etc.

Cette nouvelle mouture du projet, agrémentée du vernis décoratif décrit ci-dessus, est à nouveau présentée à Gustave Eiffel qui, cette fois-ci, se montre enthousiasmé. À tel point qu'il dépose, le 18 septembre 1884, en son nom et ceux de Koechlin et Nouguié, un brevet « pour une disposition nouvelle permettant de construire des piles et des pylônes métalliques d'une hauteur pouvant dépasser 300 mètres ». Et bien vite, il rachète les droits de Koechlin et Nouguié, pour détenir les droits exclusifs sur la future tour, qui par voie de conséquence, portera son nom.

Le génie de Gustave Eiffel ne réside donc pas dans la conception du monument, mais dans l'énergie qu'il a dépensée à faire connaître son projet auprès des gouvernants, des décideurs et du grand public, pour pouvoir construire la tour, et, une fois que cela fut fait, dans l'investissement pour en faire, aux yeux de tous, bien plus qu'un simple défi architectural et technique ou encore un objet purement esthétique (ou inesthétique selon certains). Il a aussi financé avec ses propres fonds quelques expériences scientifiques menées directement sur ou depuis la tour Eiffel, qui auront permis de la pérenniser.



Édouard Lockroy, ministre du Commerce en 1886-1887 et Commissaire général de l'Exposition universelle de 1889, se fera l'ardent défenseur du projet de tour de Gustave Eiffel et mettra en place un concours avantageant l'ingénieur.

Pour commencer, il va s'employer à convaincre Édouard Lockroy, le ministre de l'Industrie et du Commerce de l'époque, de lancer un concours ayant pour objet « d'étudier la possibilité d'élever sur le Champ-de-Mars une tour en fer à base carrée de 125 mètres de côté à la base et de 300 mètres de hauteur ». Les modalités de ce concours, qui eut lieu en mai 1886, ressemblent tellement au projet défendu par Gustave Eiffel qu'on pourrait presque croire qu'il fut écrit de sa propre main. Bien sûr, il n'en est rien, mais il est évident que son projet a de grandes chances d'être retenu pour figurer à l'Exposition universelle qui se tient trois ans plus tard. Encore faut-il convaincre que l'objet n'est pas purement un bâtiment d'agrément et qu'il peut remplir d'autres fonctions. En mettant en avant, et ce dès le début, l'intérêt scientifique qui peut être retiré de sa tour, l'ingénieur Eiffel marque indéniablement des points.

L'issue du concours n'est pourtant pas acquise d'avance à Eiffel. La concurrence est rude. 107 projets sont déposés. Gustave Eiffel gagnera finalement ce concours, l'autorisant à construire sa tour pour l'Exposition universelle de 1889, juste devant Jules Bourdais qui avait entre-temps, troqué le granit pour le fer.

Deux problèmes se posent alors : le système d'ascenseurs qui ne satisfait pas le jury du concours, obligeant Eiffel à changer de fournisseur et l'emplacement du monument. Au début, il est envisagé de lui faire enjamber la Seine ou de le coller au Ancien Palais du Trocadéro devenu aujourd'hui le Palais de Chaillot, avant finalement

de décider de la placer directement sur le Champ-de-Mars, lieu de l'Exposition, et d'en faire une sorte de porte d'entrée monumentale.

L'emplacement, mais aussi les modalités de construction et d'exploitation font l'objet d'une convention signée le 8 janvier 1887 entre Édouard Lockroy, ministre du Commerce, agissant au nom de l'État français, Eugène Poubelle, préfet de la Seine, agissant ici au nom de la Ville de Paris et Gustave Eiffel, agissant en son nom propre et non pour son entreprise. Cet acte officiel précise notamment le coût prévisionnel de la construction, soit 6,5 millions de francs de l'époque, payés à hauteur de 1,5 million de francs par des subventions (article 7) et pour le reste par une société anonyme ayant pour objet spécifique l'exploitation de la tour Eiffel, créée par Gustave Eiffel et financée par l'ingénieur et un consortium de trois banques. L'écrit précise aussi le prix des entrées qui devra être pratiqué durant l'Exposition universelle (article 7), que 300 places par mois (au plus) devront être gratuites, que, à chaque étage, une salle spéciale, devra être réservée pour mener des expériences scientifiques et/ou militaires, restant gratuitement à disposition pour les personnes désignées par le Commissaire général (article 8) etc. Enfin, l'article 11 stipule que :

« Après l'Exposition et dès la remise du parc du Champ de Mars, la ville deviendra propriétaire de la tour, avec tous les avantages et charges afférents ; mais M. Eiffel, comme complément du prix des travaux, en conservera la jouissance jusqu'à l'expiration des vingt années qui compteront à compter du 1er janvier 1890, délai au bout duquel cette jouissance fera retour à la Ville de Paris. La remise de la tour sera faite après ces vingt années, en bon état d'usage et d'entretien, sans qu'il puisse être exigé de M. Eiffel de réfections spéciales. »

La construction de la Tour

Juillet 1887-Mars 1889 : Aperçu des différentes étapes de la construction de la tour Eiffel :

- 18 juillet 1887 : Commencement du montage métallique de la pile n°4
- 7 décembre 1887 : Montage de la partie inférieure sur les pylônes en charpente
- 20 mars 1888 : Montage des poutres horizontales sur l'échafaudage du milieu
- 15 mai 1888 : Montage des piliers au-dessus du premier étage
- 21 août 1888 : Montage de la deuxième plate-forme
- 26 décembre 1888 : Montage de la partie supérieure
- 15 mars 1889 : Montage du campanile
- Fin mars 1889 : Vue générale de l'ouvrage achevé

Initialement, Gustave Eiffel avait prévu douze mois de travaux ; en réalité, il faudra compter le double. La phase de construction qui débutera le 28 janvier 1887, s'achèvera finalement en mars 1889, juste avant l'ouverture officielle de l'Exposition universelle.

Sur le chantier, le nombre d'ouvriers ne dépassera jamais les 250. C'est que, en fait, une grande partie du travail est fait en amont, dans les usines des entreprises Eiffel à Levallois-Perret. Ainsi, sur les 2 500 000 rivets que compte la tour, seulement 1 050 846 furent posés sur le chantier, soit 42 % du total. La plupart des éléments sont assemblés dans les ateliers de Levallois-Perret, au sol, par tronçons de cinq mètres, avec des boulons provisoires, et ce n'est qu'après, sur le chantier, qu'ils sont définitivement remplacés par des rivets posés à chaud.

La construction des pièces et leur assemblage ne sont pas le fruit du hasard. 50 ingénieurs exécutèrent pendant deux ans 5 300 dessins d'ensemble ou de détails, et chacune des 18 038 pièces en fer possédait son schéma descriptif.

Sur le chantier, dans un premier temps, les ouvriers s'attaquent à la maçonnerie en réalisant notamment d'énormes socles en béton soutenant les quatre piliers de l'édifice. Cela permet de réduire au minimum la pression au sol de l'ensemble qui n'exerce qu'une très faible poussée de 4,5 kg/cm² au niveau de ses fondations.

Le montage de la partie métallique proprement dite, commence le 1^{er} juillet 1887. Les hommes chargés du montage de ce gigantesque Meccano sont nommés les voltigeurs. Ils sont dirigés par Jean Compagnon. Jusqu'à 30 mètres de hauteur, les pièces sont montées à l'aide de grues pivotantes fixées sur le chemin des ascenseurs. Entre 30 et 45 mètres de hauteur, 12 échafaudages en bois sont construits. Une fois passés les 45 mètres de hauteur, il fallut édifier de nouveaux échafaudages, adaptés aux poutres de 70 tonnes qui furent utilisées pour le premier étage. Est ensuite venue l'heure de la jonction de ces énormes poutres avec les quatre arêtes, au niveau du premier étage. Cette jonction a été réalisée sans encombre le 7 décembre 1887 et a rendu inutiles les échafaudages temporaires, remplacés dans un premier temps par la première plate-forme (57 mètres), puis, à partir d'août 1888, par la seconde plate-forme (115 mètres).

En septembre 1888, alors que le chantier est déjà bien avancé et le deuxième étage construit, les ouvriers se mettent en grève. Ils contestent les horaires de travail (9 heures en hiver et 12 heures l'été), ainsi que leur salaire considéré comme maigre eut égard aux risques pris. Gustave Eiffel argue du fait que le risque n'est pas différent qu'ils travaillent à 200 mètres d'altitude ou à 50, et bien que les ouvriers soient déjà mieux rémunérés que la moyenne de ce qui se pratiquait dans ce secteur à l'époque, il leur concède une augmentation de salaire, mais en refusant de l'indexer sur le facteur « risque variable selon la hauteur » (ce qui était demandé par les ouvriers). Trois mois plus tard, une nouvelle grève éclate, mais cette fois-ci, il tiendra tête et refusera toute négociation.

Un des ascenseurs Roux, Combaluzier et Lepape qui occupaient les piliers est et ouest.

En mars 1889, le monument est achevé à temps et aucun accident mortel n'aura été déploré parmi les ouvriers (un ouvrier y trouvera toutefois la mort, mais c'était un dimanche, il ne travaillait pas et perdit l'équilibre lors d'une démonstration à sa fiancée). Il aura coûté 1,5 million de francs de plus que prévu, et aura pris le double de temps à être construit que ce qui était initialement prévu dans la convention de janvier 1887.

L'édifice achevé ou presque, il restait à prévoir un moyen pour que le public se rende à la troisième plate-forme. Les ascenseurs Backmann, qui étaient initialement prévus dans le projet présenté au concours de mai 1886, ayant été rejetés par le jury, Gustave Eiffel fait appel à trois nouveaux fournisseurs : Roux-Combaluzier et Lepape (devenus Schindler), la société américaine Otis et enfin Léon Edoux (qui a fait ses études dans la même promotion que Gustave Eiffel).