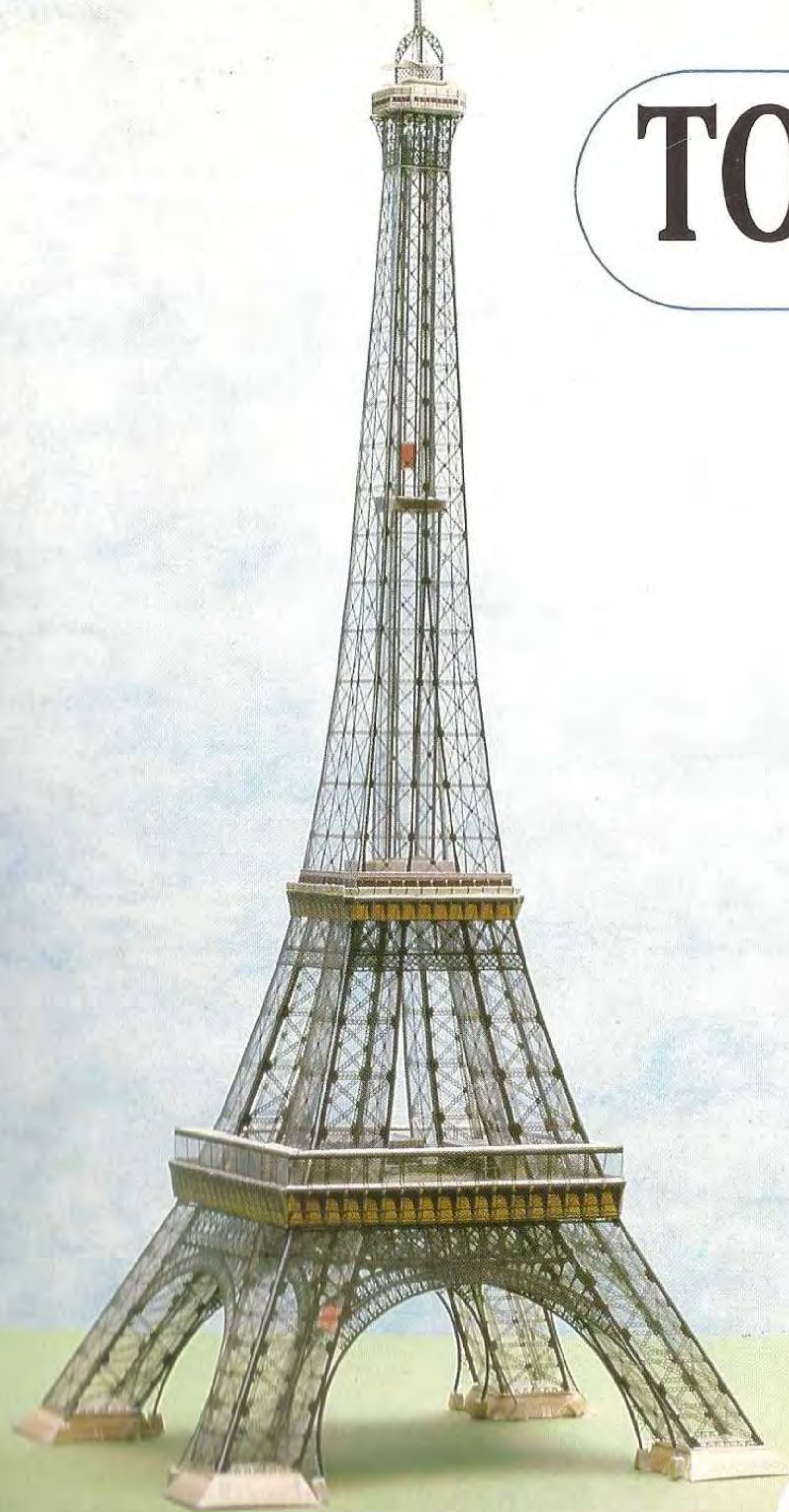


TOUR EIFFEL

PARIS (1889)



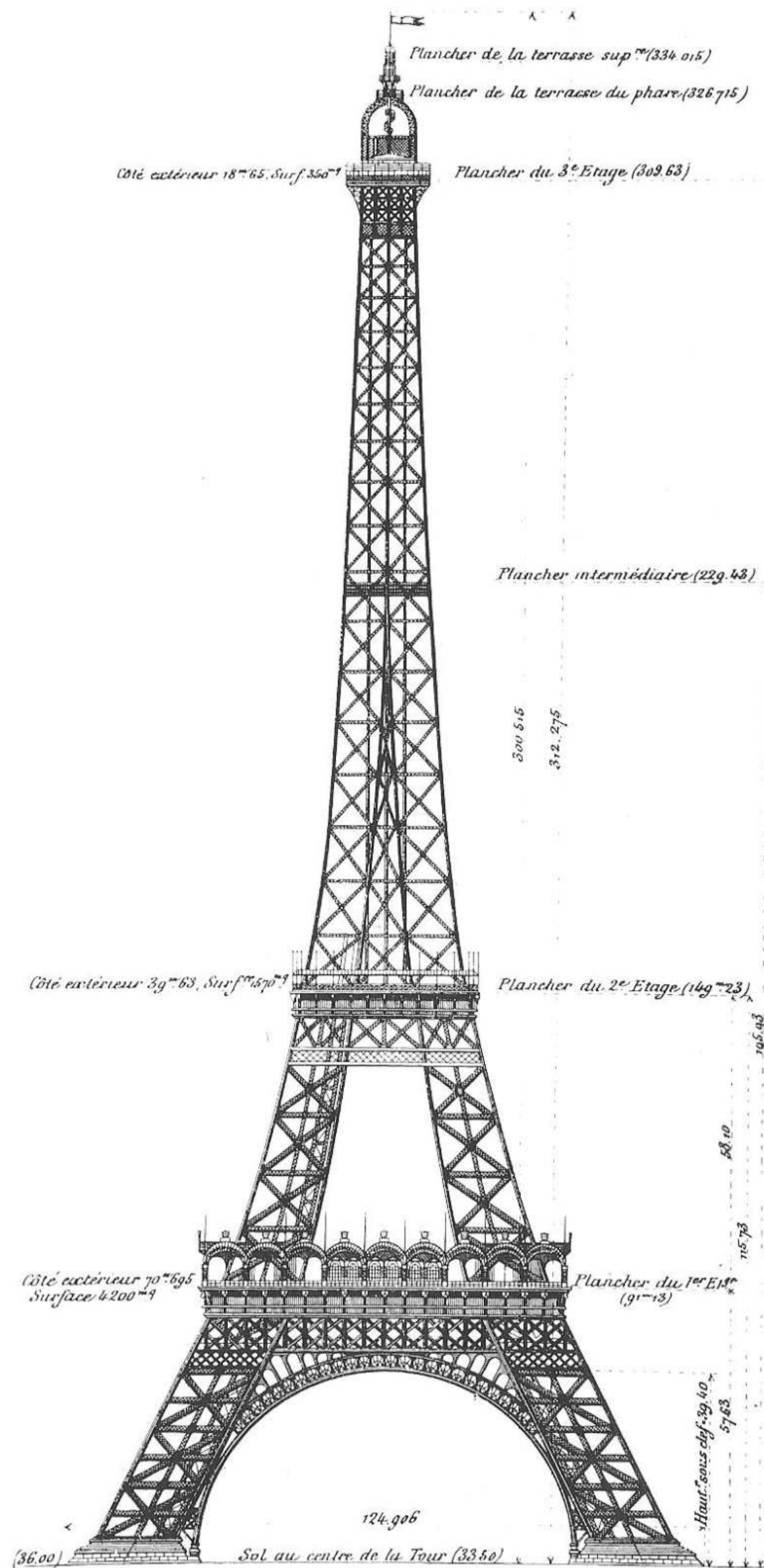
L'Instant Durable
ARCHITECTURE
modelisme



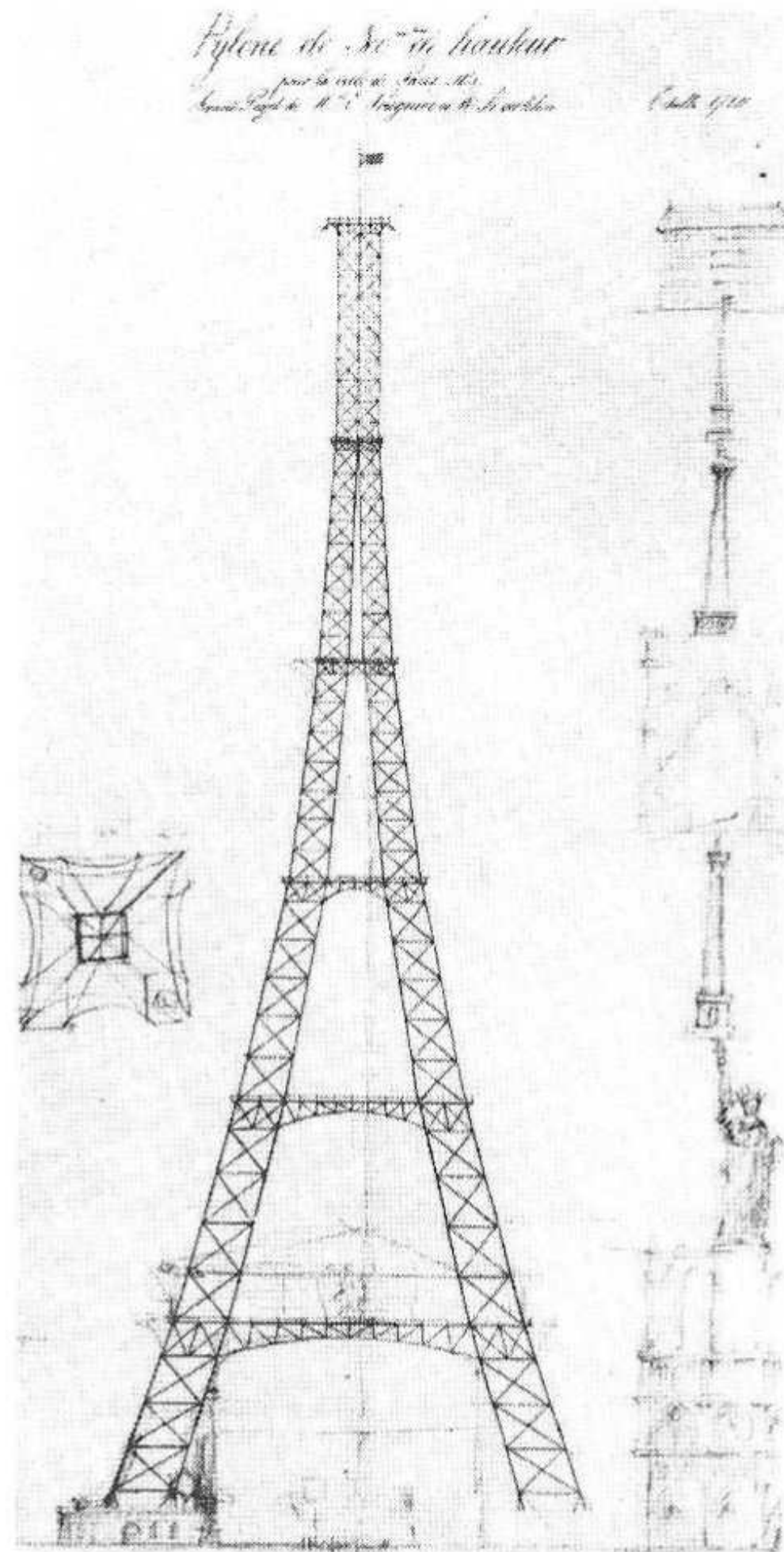
Georges GARDIZE – Christian TIJOU

TOUR EIFFEL

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889
« La Tour de 300 mètres »



LA TOUR EIFFEL



Projet de Koechlin en 1884

général de l'Exposition Universelle et acquis au projet d'Eiffel, le contrat entre ce dernier, le gouvernement sous la présidence de Jules Grévy et la ville de Paris, est signé le 18 juillet 1886.

Plus rien ne s'opposera alors à la réalisation de ce projet grandiose pour l'époque, même si plusieurs années seront encore nécessaires pour calmer les esprits, apaiser les voix de la contestation et faire que le génie de Gustave Eiffel soit reconnu par tous.

La Tour : le fer, l'acier, la fonte.

Deux grands ouvrages de l'architecture du fer marquèrent le milieu du XIX^e siècle : le célèbre Crystal Palace de sir Joseph Paxton à Londres en 1851, édifié pour

L'approche du centenaire de la Révolution de 1789 amena l'Exposition Universelle de 1889. Le gouvernement de la Troisième République, conduit à l'époque par Jules Grévy, avait décidé de donner une ampleur exceptionnelle à cette manifestation afin d'affirmer les idéaux de la France dans une Europe marquée par le monarchisme.

Naissance de la Tour.

C'est en 1884, dans la perspective de l'Exposition Universelle, que deux ingénieurs au service d'Eiffel, Maurice Koechlin et Emile Nouguier ont l'idée de construire une tour gigantesque. L'architecte Sauvestre se joint à l'équipe pour la mise en forme et l'aspect décoratif de la tour.

Gustave Eiffel est très vite séduit par ce projet et il ne tarde pas à s'approprier l'exclusivité du brevet qu'il a signé avec ses collaborateurs, faisant preuve, une fois de plus, de son talent de « meneur d'affaires ».

Contrairement à ses réalisations précédentes, Eiffel doit s'attacher à démontrer l'utilité et la nécessité de cette réalisation dont la raison d'être reste à justifier.

A cette époque la France connaît une crise politique et économique qui menace l'organisation de l'Exposition Universelle et par là même, la construction de cette tour déjà fortement contestée.

En effet, la concurrence est vive entre les postulants à ce marché prometteur, qui s'affrontent aussi sur les idées ! Le débat est ouvert entre les tenants d'un académisme conservateur et les ingénieurs constructeurs, aux conceptions avant-gardistes, que l'ère industrielle a propulsé sur la scène du fait architectural.

Une large frange de l'opinion, relayée ou entraînée par le milieu des artistes et des hommes de lettres s'oppose au projet d'Eiffel. Parmi les contestataires les plus connus, on peut citer les noms de Guy de Maupassant, Alexandre Dumas, Sully Prudhomme, Leconte de Lisle, Charles Gounot... dont les principaux arguments se réfèrent à l'esthétique ; pour d'autres on parlera de sécurité menacée, de technique incertaine, ou de cadre de vie bafoué.

Nés avec la fin de la monarchie et favorisés par le mouvement républicain, les nouveaux courants de pensée, associés aux progrès de l'industrie et de la technique, s'imposent de façon irrésistible et provoquent la rupture avec les tendances politiques et culturelles héritées du passé.

Finalement, à l'issue du concours lancé le 1^{er} mai 1886 par le ministre du Commerce Lockroy, commissaire

l'Exposition Universelle, merveille de verre et de métal, hélas détruit par un incendie en 1941 ; les Halles de l'architecte Victor Baltard bâties entre 1845 et 1870, démolies en 1973.

A partir du troisième quart du XIX^e siècle, la pratique de la construction à ossature d'acier bouleversa le langage décoratif des bâtiments aussi bien que les données économiques et techniques. Nous sommes entrés de plain-pied dans la seconde phase de la révolution industrielle avec toutes ses répercussions sur le plan humain et social.

C'est le couronnement de l'ossature en acier aux structures tubulaires en tôles d'acier rivetées, des ponts suspendus à des câbles d'acier tressés, de l'emploi de la poutre treillis constituées de profilés rivetés, qui permettra la réalisation de structures tridimensionnelles.

L'Exposition Universelle de 1889 consacrera l'usage et la technique du fer avec la galerie des machines de Dutert (démolie en 1910) et la tour de 300 m d'Eiffel.

Art et technique au XIX^e siècle.

Dans cette fin du XIX^e siècle l'architecte est lié à l'esprit artistique qui prévaut à l'école des Beaux-arts où une tendance conservatrice au service de la bourgeoisie dirigeante persistera dans l'expression d'une culture académique. L'emploi de tous les styles et la mise en valeur du décor par l'utilisation de formes classiques et de matériaux traditionnels comme la pierre que font ces « hommes de l'art », reste seule garante de la beauté et de la dignité qui sied à une architecture officielle.

La réaction viendra de l'ingénieur, techniquement plus compétent, dont la préoccupation est de comprendre, puis d'expérimenter de nouveaux matériaux suivant d'autres procédés.

Ces recherches permettront l'émergence de nouvelles tendances architecturales et d'une plastique encore inconnue jusqu'à cette fin de XIX^e siècle, affirmant aussi les ambitions d'une classe politique qui se veut ambitieuse.

Dans cette période de brassage d'idées et de plein essor économique, la production industrielle, attachée au fonctionnalisme, aboutira à la construction des grands ouvrages d'art qui pourront alors prétendre à l'esthétique architecturale.

La deuxième génération des expositions universelles qui se succéderont à partir du milieu du XIX^e siècle seront les champs d'expérimentation pour les grands projets d'ingénieurs où l'art et la technique confondus donneront naissance à des édifices remarquables.



La construction de la Tour.

Deux ans et deux mois seulement furent nécessaires pour l'édification de la Tour. Commencés le 26 janvier 1887, les travaux étaient achevés le 31 mars 1889.

Implantées à proximité de la Seine, sur une couche d'argile d'une quinzaine de mètres d'épaisseur les fondations nécessitèrent l'utilisation de caissons pneumatiques étanches pour éviter les infiltrations d'eau.

L'élévation fut rapide, le montage des éléments s'effectuait avec une grande précision, les assemblages se faisant au dixième de millimètre près. L'ensemble était parfaitement planifié.

Cent cinquante ouvriers dans les ateliers de Levallois-Perret préparaient le maximum de pièces d'un poids ne dépassant pas trois tonnes, d'une taille réduite pour faciliter la manutention. Les pièces étaient ensuite livrées sur le chantier, montées et assemblées par des équipes variant de cent cinquante à trois cents ouvriers.

L'expérience de la construction des grands viaducs, dont le principe des polygones était ici repris, avait permis aux hommes — ingénieurs, contremaîtres, ouvriers — de se rôder à la technique du fer, utilisant de performants moyens de préfabrication inventés par Eiffel.

C'est donc avec une minutie remarquable et le recours à d'ingénieux systèmes pour le levage et la mise en place des éléments que se dérouleront les travaux : échafaudages à vérins hydrauliques compensés pour des ajustages extrêmement précis des arbalétriers, rivetage des pièces au lieu de boulonnage, grues de levage intégrées aux arbalétriers et s'élevant au fur et à mesure de la progression de la Tour.

Aucune difficulté majeure ne vint émailler le déroulement de sa construction si ce n'est le risque de remise en cause à la suite de protestations à l'encontre du projet.

Un accident mortel survint pendant les travaux et quelques mouvements de grève se manifestèrent durant l'hiver 1888, mais ils n'eurent pas de conséquence sur l'avancement du chantier.

Jour après jour, la Tour se dressait inexorablement dans le ciel de Paris pour être achevée à la date prévue et inaugurée le 6 mai 1889 pour l'ouverture de l'Exposition Universelle.

Caractéristiques techniques.

La construction de la Tour a nécessité l'élaboration de 1 700 plans d'ensemble et de 3 500 planches de détails dressées par les bureaux d'études.

Dans les calculs pour déterminer la résistance de la Tour, Gustave Eiffel et son équipe avaient estimé une surcharge correspondant au poids de plus de 1 000 personnes simultanément sur les trois principales plate-formes de l'édifice. Les calculs prévoyaient une résistance à des vents soufflant à 216 km/h sur l'ensemble de la hauteur.

La structure ajourée était étudiée pour supprimer toute prise au vent, d'où l'importance et le rôle des vides par rapport aux pleins.

L'oscillation due au vent est d'environ 12 cm au sommet de la Tour et la dilatation verticale varie de 18 cm.

Plus de 15 000 pièces de fer composent la Tour, assemblées par 2 500 000 rivets pour un poids de 7 341 tonnes et 8 864 tonnes avec les ascenseurs et les fondations. La hauteur totale de la Tour était de 300,51 m en 1889 et aujourd'hui avec les antennes de 320,755 m.

La plupart des machines (ascenseurs, éclairage, génératrices) se trouvent en sous-sol dans la pile sud sur 250 m² de surface.

Le sommet de la Tour est hérissé de nombreux appareils, d'antennes techniques et scientifiques dont les émetteurs de télévision.

En moyenne tous les sept ans, 70 tonnes d'une peinture spéciale sont nécessaires pour protéger la Tour de l'oxydation.

Les ascenseurs.

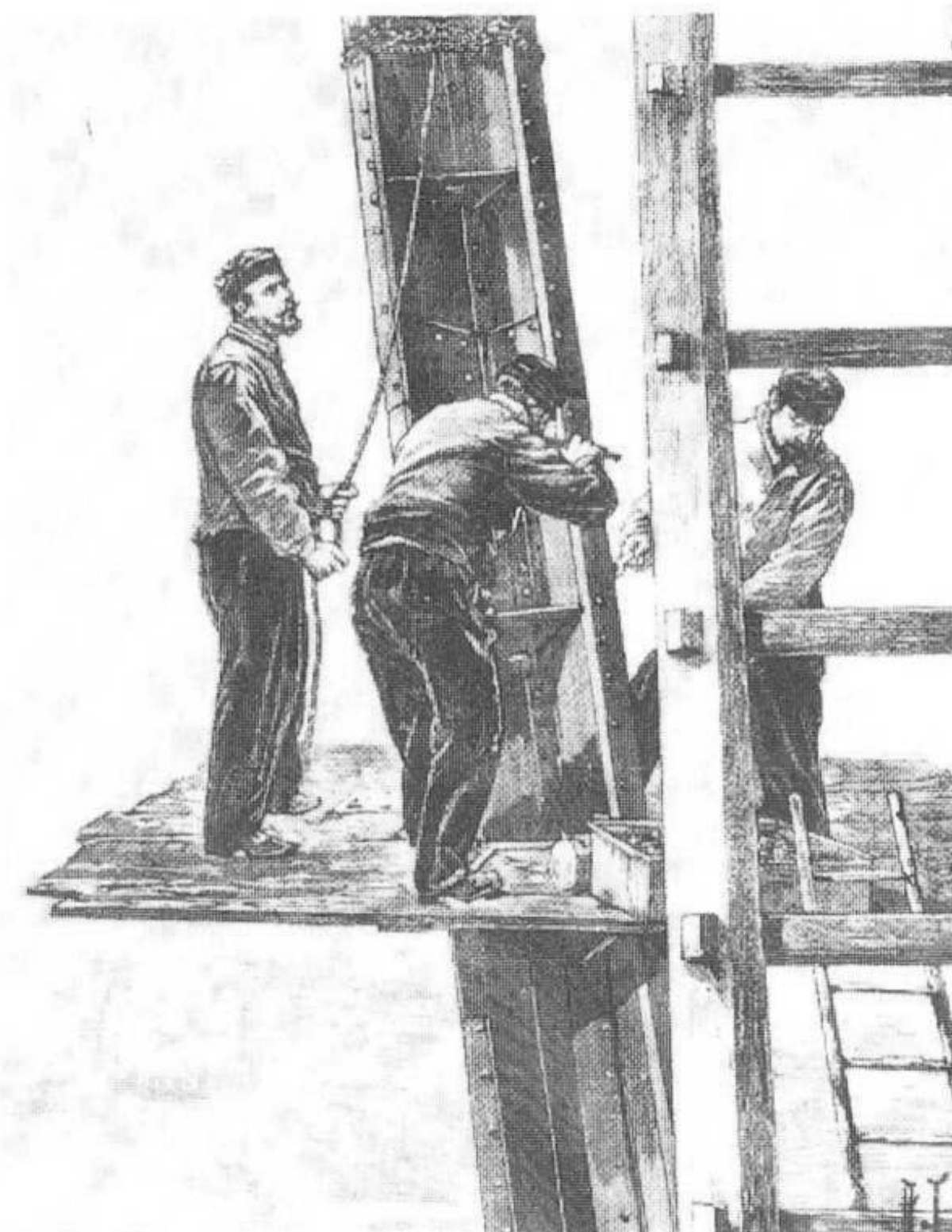
Dès le début de la construction de la « tour de 300 m », Eiffel avait chargé l'ingénieur Backmann d'étudier le problème des ascenseurs.

Ils ne furent installés qu'après l'inauguration, à la suite de nombreux aléas inhérent à la complexité des projets et à leur manque de fiabilité, notamment au sujet de la sécurité.

Finalement trois constructeurs furent retenus pour l'équipement de la Tour par des liaisons entre les différentes plate-formes.

Roux-Combaluzier-Lepage, du rez-de-chaussée au premier étage, pile est et ouest ; Otis, du rez-de-chaussée au deuxième étage (direct), pile nord ; Edoux, du deuxième étage au troisième étage (changement au plancher intermédiaire).

Des groupes de motopompes électriques pour l'alimentation des ascenseurs hydrauliques sont installés dans les piliers au rez-de-chaussée de la Tour.



Gustave Eiffel : l'homme, sa vie.

Alexandre-Gustave-Bornick Hausen-Eiffel est né le 15 décembre 1832 à Dijon, en France, d'une famille bourgeoise originaire de Rhénanie et fixée à Paris vers 1710.

Malgré des études brillantes dans un collège de sa ville natale, il est refusé au concours de l'école Polytechnique, mais entre à l'école Centrale d'où il sortira avec un diplôme d'ingénieur chimiste.

En 1856, il débute dans la vie professionnelle et s'oriente vers la construction industrielle avant de créer sa propre entreprise comme ingénieur-constructeur à Levallois-Perret en 1867.

Marié en 1862, Gustave Eiffel sera le père de cinq enfants. Plus enclin à la vie professionnelle qu'à la vie de famille, Eiffel est un travailleur infatigable. Il a hérité de sa mère le sens des affaires et manifeste d'incomparables talents d'entrepreneur. Il sait s'entourer, décider et entretenir les bonnes relations.

Co-auteur de nombreuses réalisations dans le monde entier, la consécration de sa vie sera le succès de sa « tour de 300 m », dont il a voulu faire un symbole de la technique française cent ans après la révolution de 1789. Il mettra toute son ardeur à sauver son « chef-d'œuvre » de la démolition après l'Exposition Universelle de 1889, n'hésitant pas à lui trouver des fonctions indispensables aux besoins et aux progrès de l'homme : c'est peut-être son rôle dans le développement des liaisons T.S.F. qui lui permit d'échapper à la destruction.

Ayant abandonné son entreprise, à l'aube d'une nouvelle carrière, passionné depuis toujours par les phénomènes naturels (vent, eau, intempéries), Eiffel s'adonnera à des expériences sur la météorologie, la radiotélégraphie et l'aérodynamisme, créant même un laboratoire de recherches et essais d'aérodynamique ainsi qu'une soufflerie expérimentale vers 1910.

Préférant souvent son logement du troisième étage de la Tour à 312 m du sol, plutôt qu'une de ses nombreuses résidences, il poursuivra inlassablement ses activités jusqu'à sa mort le 27 décembre 1923, à l'âge de 91 ans.

L'œuvre de Gustave Eiffel.

Depuis ses débuts dans la vie professionnelle comme ingénieur à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest en 1856, puis avec la création de ses propres entreprises jusqu'en 1893, Gustave Eiffel signera de nombreuses réalisations dans le monde entier. Ensuite, il se consacrera définitivement à la recherche et aux expériences sur l'aérodynamisme.



G. Eiffel étudie l'aérodynamisme

Autres réalisations marquantes.

- 1857. — Pont de chemin de fer de Bordeaux (France).
- 1867. — Galerie des Beaux-arts et d'Archéologie de l'Exposition Universelle (France).
 - Viaduc de Rouzat sur la Sioule (France).
- 1873. — Usine à gaz de La Paz (Bolivie).
- 1875. — Église de Manille (Philippines).
- 1876. — Pont Maria-Pia à Porto (Portugal).
 - Pont routier sur le Douro (Portugal).
- 1878. — Pavillon de la ville de Paris et grand vestibule de l'Exposition Universelle (France).
- 1879. — Magasins « Au bon marché » à Paris (France).
- 1880. — Pont sur la Dordogne à Saint-André-de-Cubzac (France).
 - Pont sur le Tage (Espagne).
- 1881. — Statue de la Liberté (ossature métallique) à New York (États-Unis).
- 1882. — Pont des messageries à Saïgon (Cochinchine).
- 1883. — Pont sur la Tardes (France).
 - Ponts portatifs pour le Sénégal.
- 1885. — Coupole de l'observatoire de Nice (France).
- 1889. — Écluses du canal de Panama.
 - Tour de 300 m pour l'Exposition Universelle à Paris (France).

On peut considérer que sa « tour de 300 m » est l'aboutissement de sa carrière d'ingénieur-constructeur : son chef-d'œuvre. Mais il faut également citer quelques grands ouvrages auxquels son nom restera attaché. Certains chantiers auront d'ailleurs constitué un champ d'expérimentation pour le rôdage de nouvelles techniques que l'édification de la Tour a consacrées.

Vie de la Tour.

« Bergère des nuages », comme l'appelait Guillaume Apollinaire, la Tour restera en effet le plus haut édifice du monde, avec ses 300,51 m jusqu'en 1929, lorsque fut édifié à New York le Chrysler Building qui atteignait 319 m, puis en 1931 l'Empire State Building, de 381 m de hauteur. Aujourd'hui on ne compte plus les tours dépassant 300 m dans le monde.

Beaucoup d'artistes furent inspirés par la tour d'Eiffel ; poètes, philosophes, cinéastes, peintres, dont Robert Delaunay qui lui porta une attention « cubiste » toute particulière.

La Tour est devenue un symbole universel, auquel l'imagination des foules ne résiste pas, c'est encore le monument le plus visité du monde avec un nombre croissant d'entrées, plus de 4 000 000 en 1985.

Car au-delà de la satisfaction de s'élever à la verticale à plus de 300 m de haut, le panorama que l'on découvre sur Paris et ses monuments est féérique. La vue s'étend sur toute la banlieue et par beau temps, on peut même apercevoir les flèches de la cathédrale de Chartres.

La Tour fut classée monument historique en 1964 par André Malraux.

Géométrie et transparence.

Ce livre vous permet de réaliser à l'échelle du 1/500^e une reproduction de la Tour Eiffel en essayant de recréer le caractère et l'esprit de cette œuvre maîtresse, afin qu'elle vous apparaisse « pure comme un cristal » comme le célèbre architecte Le Corbusier la définissait en 1925.

L'art et la technique d'Eiffel pourraient être comparés aux recherches de l'architecte Mies Van Der Rohe tendant à une réduction de la matière, où l'ordre des éléments structurels reste rigidement géométrique malgré une décomposition du volume architectural. De la succession des angles visuels de la Tour Eiffel résulte un mouvement permanent accentué par la dynamique de ses formes et la transparence de sa structure.

LA TORRE EIFFEL

El acceso del centenario de la Revolución en 1789, trajo la Exposición Universal de 1889. El gobierno de la Tercera República guiada en aquella época por Jules Grévy, decidió dar una ampliación excepcional de esta manifestación para afirmar los ideales de Francia en una Europa marcada por la monarquía.

Nacimiento de la Torre.

Fue en 1884, en la perspectiva de la Exposición Universal, que dos ingenieros al servicio de Gustave Eiffel, Maurice Koechlin y Emile Nouguier tuvieron la idea de construir una torre gigantesca. Uniéndose al equipo, el arquitecto Sauvestre, para la forma y el aspecto decorativo de la torre.

Gustave Eiffel fue en seguida seducido por el proyecto y no tardó atribuirse la exclusividad del certificado que firmó con sus colaboradores, haciendo prueba una vez más de su talento de hombre de negocios.

Contrariamente a sus realizaciones antecedentes, Eiffel debe demostrar la utilidad y necesidad de esta realización.

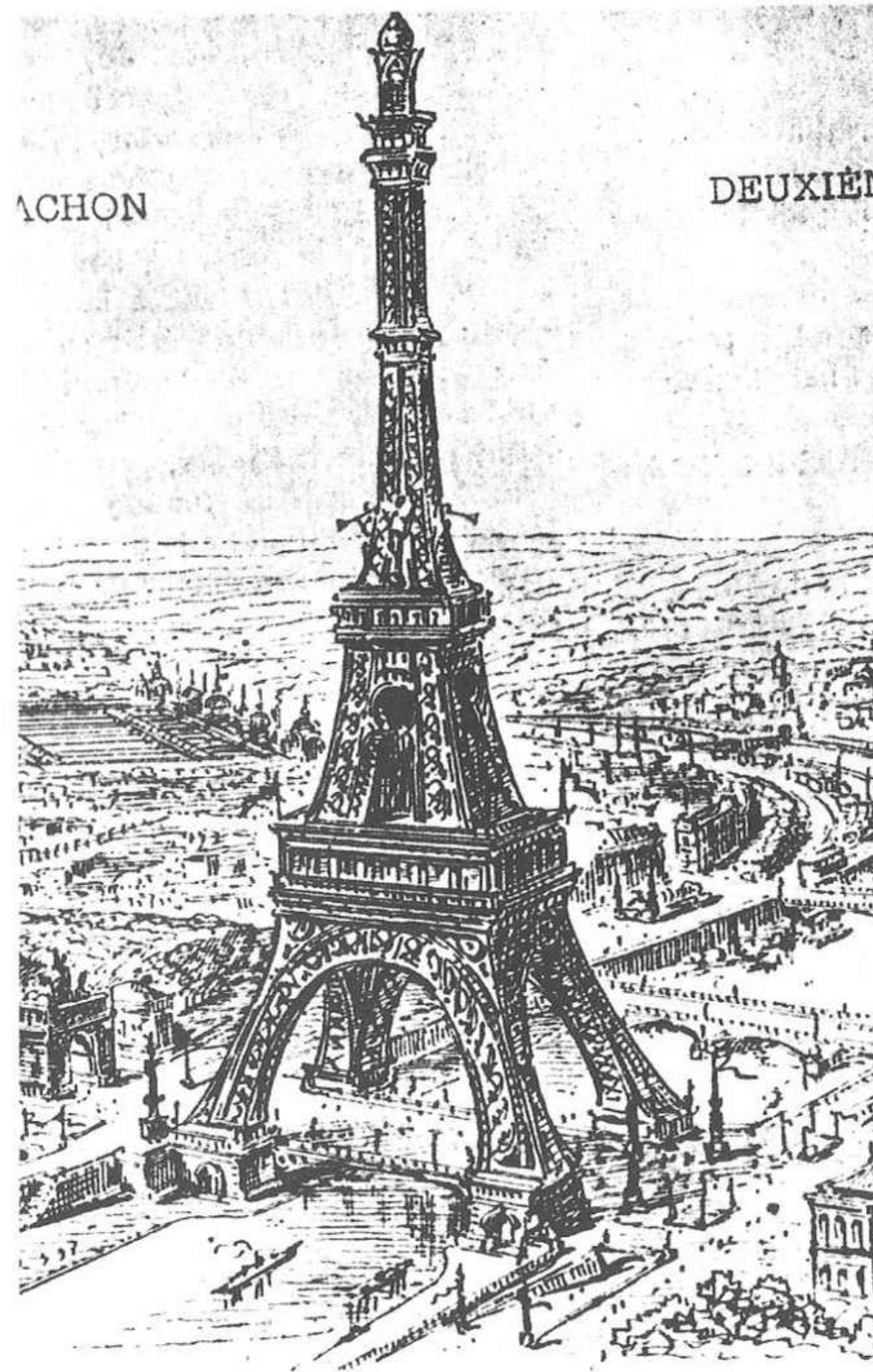
En dicha época, Francia conoce una crisis política y económica que amenaza la organización de la Exposición Universal y por lo mismo la construcción de esta torre ya vivamente contestada.

Existe una viva competencia entre los postulantes en este mercado prometedor donde se afrontan también las ideas. Se abre el debate entre los conservadores y los ingenieros constructores, con concepciones futuristas, que la era industrial propulsó en la escena del eco arquitectural.

Grande parte de la opinión, remudada o entrenada por el mundo de los artistas y escritores se opone al proyecto de Eiffel. Entre ellos, Guy de Maupassant, Alexandre Dumas, Sully Prudhomme, Leconte de Lisle y Charles Gounot. Cuales principales argumentos son de orden estética, para otros se hablara de seguridad amenazada, de técnica dudosa o de integración malhecha.

Por fin, gracias al concurso lanzado, este primero de mayo de 1886, por el ministro de Comercios Lockroy, comisario general de la Exposición Universal y adquirido al proyecto de Eiffel, el contrato logra firmarse el 18 de julio de 1886.

Desde entonces, nada se opondrá a la realización de este proyecto inmenso para la época, mismo si muchos años quedan todavía para calmar los espíritus y hacer que el talento de Gustave Eiffel sea conocido por todos.



Proyecto Cassien-Bernard y Nachon.

La Torre : el hierro, el acero, el hierro fundido.

Dos obras grandes de la arquitectura del hierro marcan el mediados del siglo XIX. El famoso Crystal Palace de sir Joseph Paxton en Londres, edificaco para la Exposición Universal, maravilla de vidrio y metal pero destruido por un incendio en 1941; las Halles del arquitecto Victor Baltard edificadas entre 1845 y 1870, destruidas en 1973.

Llega después la práctica de la construcción del armazón en acero que modifica el lenguaje decorativo de los edificios en datos económicos y técnicos. Entramos ya en la segunda fase de la revolución industrial con todas sus repercusiones en el plano humano y social.

Es el coronamiento del armazón en acero con estructuras tubulares, puentes suspendidos con cables de acero trenzados. Todo aquello permitirá la realización de estructuras tridimensionales.

La Exposición Universal de 1889 consagrara el uso y la técnica del hierro con la galería de las máquinas de Dutert (destruida en 1910) y la torre de 300 metros de Eiffel.

Arte y técnica en el siglo XIX.

Al final del siglo pasado, el arquitecto está unido al espíritu artístico que predomina en la escuela de Bellas-Artes cuya tendencia conservadora al servicio de la burguesía dirigente persistió en la expresión de una cultura académica. El empleo de todos los estilos y el valor de la decoración por la utilización de formas clásicas y materiales tradicionales como la piedra que hacen estos « hombres del arte », queda única garantía de la belleza y de la dignidad que conviene a una arquitectura oficial.

La reacción vendrá del ingeniero técnicamente más competente cuya preocupación es comprender y ensayar materias nuevas según otros procedimientos.

En este período de ideas numerosas y de desarrollo económico, la producción industrial atada al funcionalismo acabará con la construcción de obras de arte importantes, que podrán pretender a la estética arquitectural.

La segunda generación de las exposiciones universales que se sucedan en el mediados del siglo XIX serán campos de experimentación para los grandes proyectos de los ingenieros donde el arte y la técnica confundidos darán nacimiento a edificios notables.

La construcción de la Torre.

Solamente dos años y dos meses fueron necesarios para la edificación de la Torre. Las obras empezadas el 26 de enero de 1887, fueron acabadas el 31 de marzo de 1889.

Implantada no muy lejos del Sena sobre una capa de argil de unos quince metros de densidad, las fundaciones necesitan el uso de furgones neumáticos estancos para evitar las infiltraciones de agua.

La elevación fue rápida, el montaje de los elementos efectuado con una gran precisión, el conjunto estaba perfectamente planificado.

Ciento cincuenta obreros preparan en los talleres un máximo de piezas con un peso que no traspasa las tres toneladas.

La experiencia de la construcción de viaductos cuyo principio de los polígonos, permitió a ingenieros, contra maestros y obreros de hacerse a la técnica del hierro utilizando medios de prefabricación inventado por Eiffel.

Es con una minucia increíble y el recurso hacia sistemas ingeniosos para la puesta de los elementos que se desarrollan las obras.

Un accidente mortal se produjo y huelgas se manifestaron durante el invierno de 1888. Día tras día, la Torre se erige inexorablemente en el cielo de París para ser acabada en la fecha prevista y inaugurada el 6 de mayo de 1889 para la apertura de la Exposición Universal.

Características técnicas.

La construcción de la Torre necesitó la elaboración de 1 700 planos del conjunto y de 3 500 estampas de detalles echas por los cabinets.

En sus calculos para determinar la resistencia de la Torre, Eiffel y su equipo pensaban a una sobrecarga correspondiente al peso de más de 1 000 personas en las tres plataformas del edificio. También, estos calculos habian previsto una resistencia a los vientos (216 km/h) sobre el conjunto de la altura.

La oscilación dada al viento es de por lo menos 12 cm a la cima de la Torre.

Más de 15 000 piezas de hierro componen la Torre juntadas por 2 500 000 robladuras con un peso de 7 341 toneladas y 8 864 toneladas con los ascensores y las fundaciones.

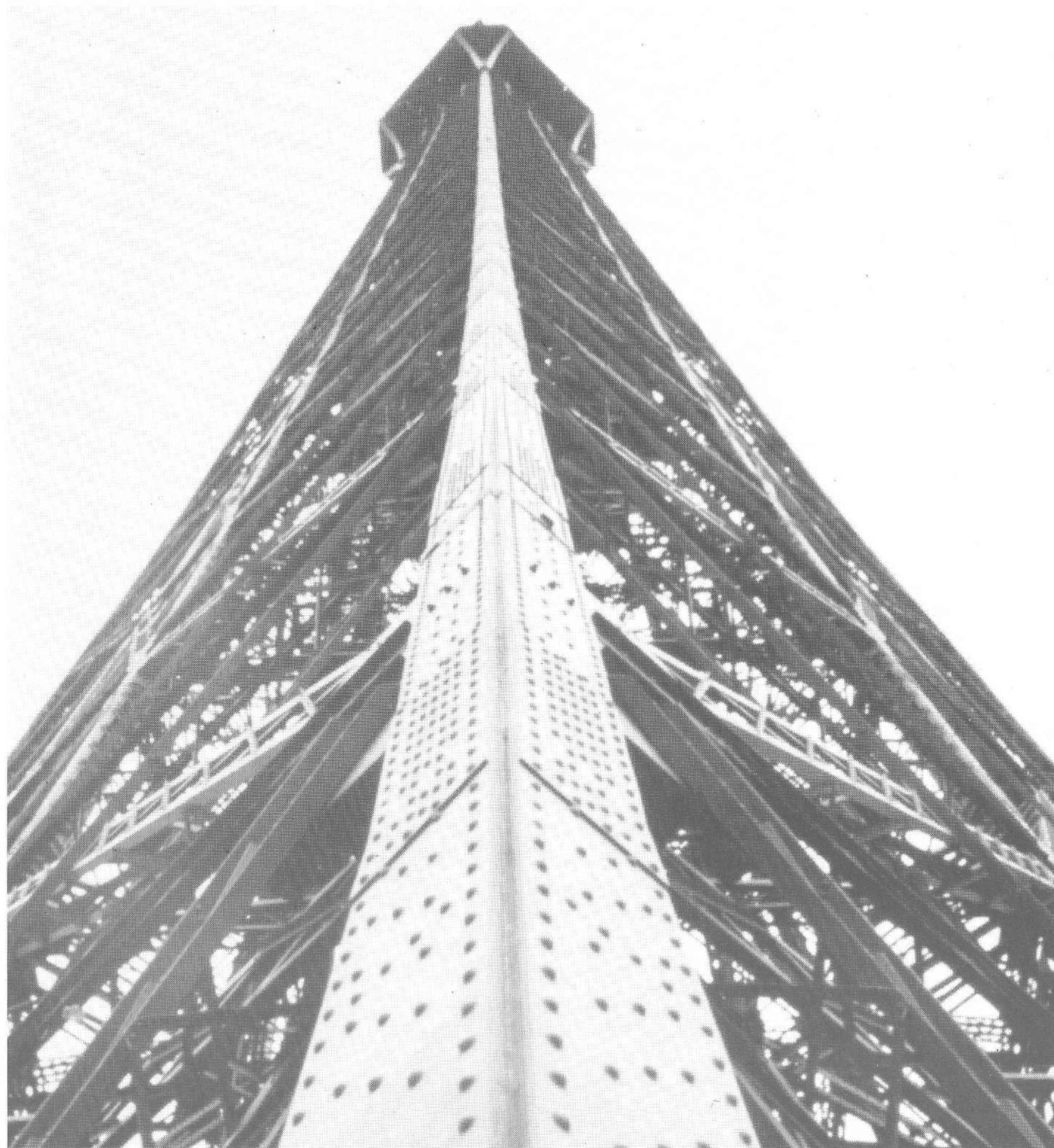
En 1889, la altura total de la Torre era de 300,51 m. Hoy con las antenas es de 320,755 m.

Cada siete años, 70 toneladas de pintura especial son necesarias para proteger la Torre de la oxidación.

Los ascensores.

El ingeniero Backmann estuvo encargado por Eiffel de estudiar el problema de los ascensores.

Fueron instalados después de la inauguración. Consecuencia de falta de fiabilidad sobre todo para la seguridad. Por fin, Eiffel acudio a tres constructores para estos ascensores.



Roux-Combaluzier-Lepage, del piso bajo hasta el primer piso, lado este y oeste; Otis, del piso bajo hasta el segundo piso (directo), lado norte; Edoux, del segundo al tercer piso (cambio del suelo intermediario).

Grupos de motopompas electricas para la alimentación de los ascensores hidráulicos se verán instalados en las columnas del piso bajo de la Torre.

Gustave Eiffel : el hombre, su vida.

Alexandre-Gustave-Bornick Hausen-Eiffel nació el 15 de diciembre de 1832 en Dijon (Francia), de una familia burguesa originaria de Rhenania y fijada en París hacia 1710.

Después de unos estudios brillantes en instituto, se ve suspendido al concurso de la escuela Politecnica pero entra en la escuela Central, donde saldrá con un título de ingeniero químico.

En 1856, inicia su vida profesional y se dirige hacia la construcción industrial. Casado en 1862, Gustave Eiffel será padre de cinco hijos.

Era un trabajador infatigable. Co-autor de numerosas realizaciones por el mundo, verá la consecración de su vida con el éxito de su « Torre de 300 m » que según el será un símbolo de la técnica francesa cien años después de la revolución de 1789. Metiendo todo su ardor para defenderla de la demolición después de la Exposición Universal de 1889, encontrándola funciones necesarias a las necesidades y a los progresos del hombre.

Preferiendo siempre su alojamiento en el tercer piso de la Torre a 312 m del suelo continúa sin parar sus actividades hasta su muerte, el 27 de diciembre de 1923 a la edad de 91 años.

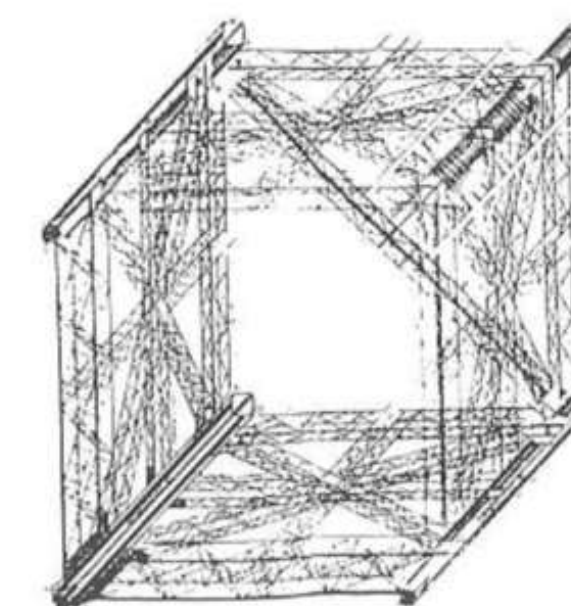
Obra de Gustave Eiffel.

Desde sus principios en la vida profesional como ingeniero de la Compañía de ferrocarriles del oeste en 1856, y con la creación de sus propias empresas hasta 1893, Gustave Eiffel firmará realizaciones numerosas por el mundo entero.

Podemos considerar que su « Torre de 300 m » es el término de su carrera de ingeniero constructor: su obra maestra. Pero no hay que olvidar otras obras importantes.

Otras obras importantes de G. Eiffel.

- 1857. — Puente ferroviario en Burdeos (Francia).
- 1867. — Galerías de Bellas-Artes y de Arqueología de la Exposición Universal (Francia).
 - Viaducto de Rouzat (Francia).
- 1873. — Fábrica de gas de La Paz (Bolivia).
- 1875. — Iglesia de Manila (Filipinas).
- 1876. — Puente Maria-Pia en Porto (Portugal).
 - Puente caminero sobre el Duero (Portugal).
- 1878. — Pabellón de la villa de París y gran vestíbulo de la Exposición Universal (Francia).
- 1879. — Almacenes « Au bon marché » en París (Francia).
- 1880. — Puente sobre la Dordona en Saint-André-de-Cubzac (Francia).
 - Puente sobre el Tajo (España).
- 1881. — Estatua de la Libertad (armazón metálico) en Nueva York (Estados Unidos).
- 1882. — Puente de las mensajerías en Saigón (Cochinchina).
- 1883. — Puente sobre la Tardes (Francia).
 - Puentes portátiles para Senegal.
- 1885. — Cúpula del observatorio de Niza (Francia).
- 1889. — Esclusas del canal de Panamá.
 - Torre de 300 m para la Exposición Universal en París (Francia).



La vida de la Torre.

« Pastora de las nubes » como la llamaba Guillaume Apollinaire, la Torre será el edificio más alto del mundo con sus 300,51 m hasta 1929. Cuando fue edificado en Nueva York el Chrysler Building que alcanzó 319 m, y en 1931 el Empire State Building con 381 m de altura. Hoy día no se cuentan las torres que alcancen los 300 m en el mundo.

Muchos artistas estuvieron inspirados por la Torre Eiffel, poetas, filósofos, cineastas, pintores como Robert Delaunay que le prestó una atención « cubista » muy particular.

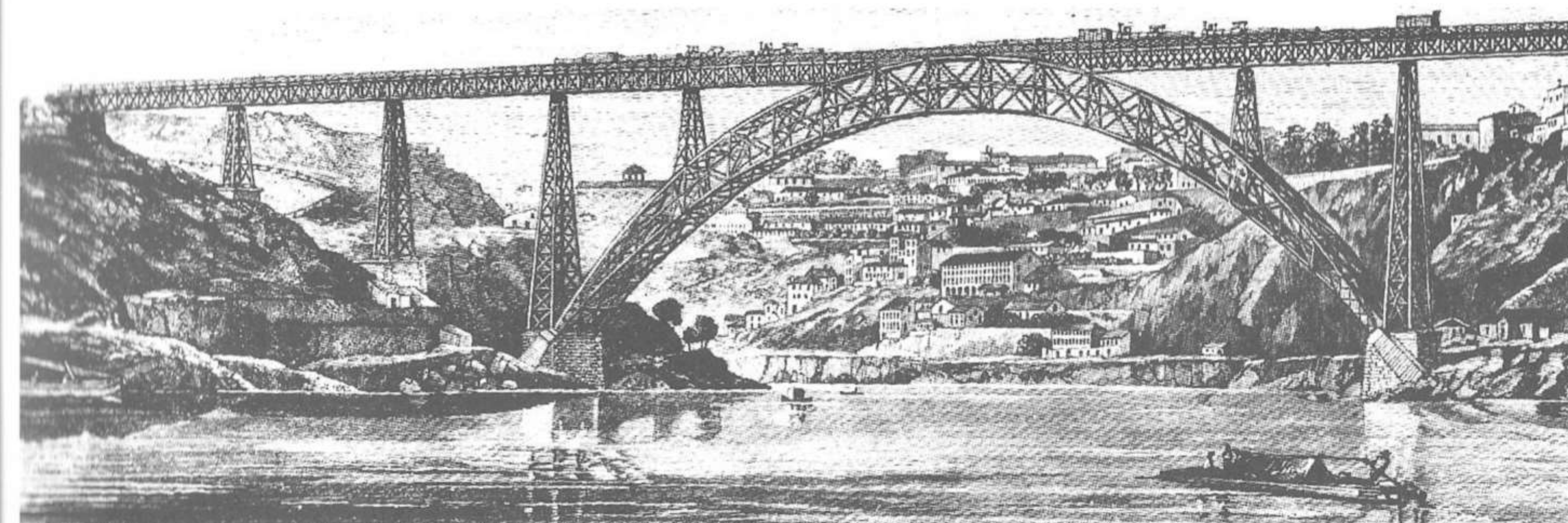
La Torre se ha vuelto símbolo universal. Es el monumento más visitado del mundo con un número creciente de entradas, más de 400 000 en 1985. El panorama que se descubre sobre París y sus monumentos es mágico.

La Torre es monumento histórico en 1964. La decisión fue tomada por André Malraux.

Una Torre siempre vivá.

Este libro os permitirá realizar con una escala del 1/500 una reproducción de la Torre Eiffel tratando de recrear el carácter y el espíritu de esta obra maestra tal que os aparezca « pura como un cristal ». Así la definía el famoso arquitecto Le Corbusier en 1925.

El arte y la técnica de Eiffel pueden ser comparadas con las investigaciones echas por el arquitecto Mies Van Der Rohe donde el orden de elementos estructurales queda rigidamente geométrica a pesar de una descomposición del volumen arquitectural, con la sucesión de ángulos visuales de la Torre Eiffel resulta un movimiento permanente acentuado por la dinámica de sus formas y la transparencia de su estructura.



Puente Maria-Pia.

THE EIFFEL TOWER

The approach of the hundredth anniversary of the Revolution of 1789 brought with it the 1889 World Fair. The government of the Third Republic, led at that time by Jules Grévy, had decided to invest considerable resources in the exhibition as a means of affirming the ideals of France in a Europe where monarchism predominated.

The birth of the Tower.

It was in 1884, with their minds on the World Fair, that two engineers working under Eiffel, Maurice Koechlin and Emile Nouguier, hit upon the idea of building a huge tower. The architect Sauvestre joined the team for the planning and decorative aspects of the tower.

Gustave Eiffel was very quickly attracted to the project and wasted little time in appropriating exclusive rights to the patent which he signed along with his colleagues and showed, not for the first time, his talents as a « business manager ».

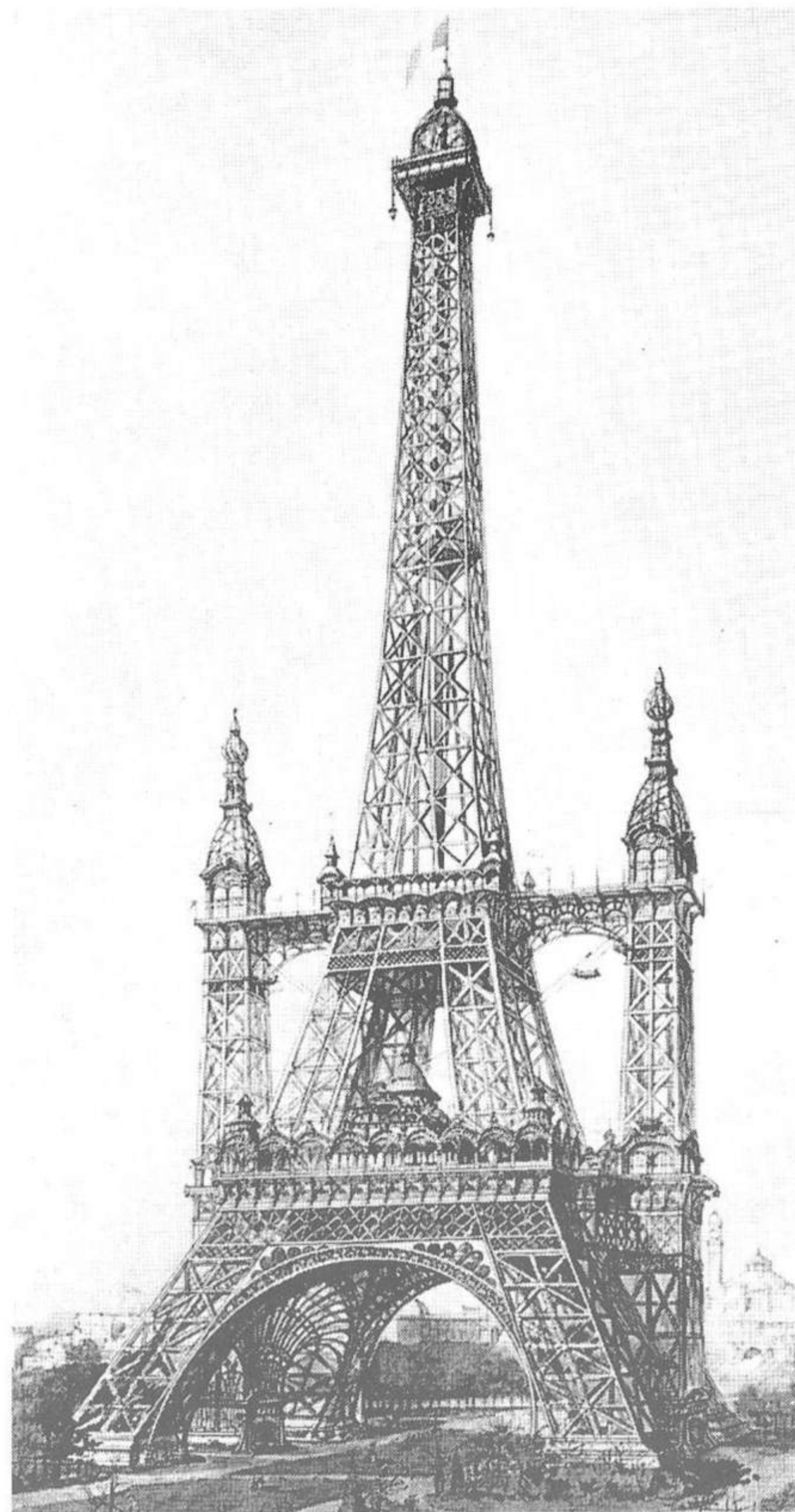
In contrast to his previous projects, Eiffel was forced to demonstrate the utility and purpose of his project, the « raison d'être » of which was somewhat unclear.

At this time, France was in the throes of a political and economic crisis which threatened the organisation of the World Fair, and with it, the construction of the tower which was already strongly opposed.

In fact, competition was intense amongst the supporters of this ambitious enterprise, who were also at odds over what form the tower should actually take ! The debate was open between advocates of a conservative academicism and construction engineers about certain avant-garde concepts which had been thrust onto the architectural scene during the industrial age.

A large section of opinion, vocalised by eminent artists and men of letters was opposed to Eiffel's project. Amongst the best-known opponents were such as Guy de Maupassant, Alexandre Dumas, Sully Prudhomme, Leconte de Lisle and Charles Gounot... whose primary objections were levelled against the aesthetics of the venture. Others were soon to be heard discussing the threat to safety involved, the uncertain technology or « this blot on the Parisian landscape, that would be held up to universal ridicule ! ».

Born along with the collapse of the monarchy and patronised by the republican movement, new schools of thought, generated industrial and technical progress. They prompted the break from cultural and political tendencies inherited from the past and as such were irresistibly appealing.



Project of the architect Sauvestre.

Finally, at the end of the competition launched on the 1st May 1886 by Lockroy, the minister of Commerce, General Commissioner of the World Fair and cognizant of Eiffel's project, the contract between the latter, the government under the presidency of Jules Grévy and the city of Paris, was officially signed on the 18th July 1886.

There was no more opposition then, to the realisation of this project, so ambitious for its time, through it took several years to placate the minds and to silence the voices of dissent, and allow the genius of Gustave Eiffel to be recognized worldwide.

The Tower : iron, steel, casting.

The middle of the Nineteenth Century witnessed the construction of two great works of architecture in iron ; the famous Crystal Palace of Sir Joseph Paxton built in London in 1851 for the World Fair, a marvel of glass and metal which was sadly destroyed by fire in 1941, and « les Halles » by the architect Victor Baltard built between 1845 and 1870, and demolished in 1973.

Three-quarters of the way through the Nineteenth Century the practice of building steel skeleton structures radically altered the decorative style of building as well as the contemporary economic and technical assumptions. We walked straight into the second phase of the industrial revolution which had repercussions both on human and social levels.

It was the joining of the steel framework to the tubular structures made of riveted steel, the use of platforms suspended from twisted steel cables, by using a girder trellis made from streamlined rivets, which enabled the construction of this tri-dimensional edifice.

The World Fair of 1889 vindicated the use and application of iron both with Duterts's gallery of machines (demolished in 1910) and the 300 m tower by Eiffel.

Art and technology in the Nineteenth Century.

By the end of the Nineteenth Century the architect was linked with the artistic spirit which was prevalent in the school of Fine-Arts where a conservative tendency in submission the ruling bourgeoisie persisted in the expression of an academic culture. The use of all styles and of decor by the utilisation of classical forms and traditional materials like the stone used by those « artists », remained the only guarantee for creating the beauty and dignity befitting official architecture.

The reaction was to come from the engineer who, technically more competent, was more preoccupied with understanding, then experimenting with new materials, pursuing other methods.

These investigations were to allow the emergence of new architectural traits and of a plastic undiscovered until the end of the nineteenth century, asserting also the ambitions of a political class which wished to advance itself.

During this period of divergent ideas and considerable economic upheaval, industrial production linked with utilitarianism was to result in the construction of great works of art which could then lay claim to architectural aestheticism.

The second generation of world fairs which followed in the middle of the Nineteenth Century were fields of engineering experimentation wherein art and technology coalesced to create some remarkable buildings.

The construction of the Tower.

The construction of the Eiffel Tower was completed in just two years and two months. Work began on 26th January 1887 and was finished on 31st March 1889.

Laid close to the river Seine on a bed of clay 15 m in thickness, the foundations required watertight pneumatic casing to prevent water from permeating.

The Tower grew rapidly, the assembly of the parts was effected with great precision, constructing the parts to the nearest tenth of a millimetre. The whole operation was perfectly executed.

One hundred and fifty workers in the Levallois-Perret workshops produced all the parts required which in total weighed no more than three tons, deliberately made lighter in order to facilitate the assembly. The components were subsequently delivered to the construction site where they were lifted and assembled by teams varying in size from 150 to 300 workmen.

The experience gained in the construction of large viaducts, wherein the principle of polygons was applied, allowed men, engineers, foremen, labourers, to experiment with iron technology, using current means of prefabrication invented by Eiffel himself.

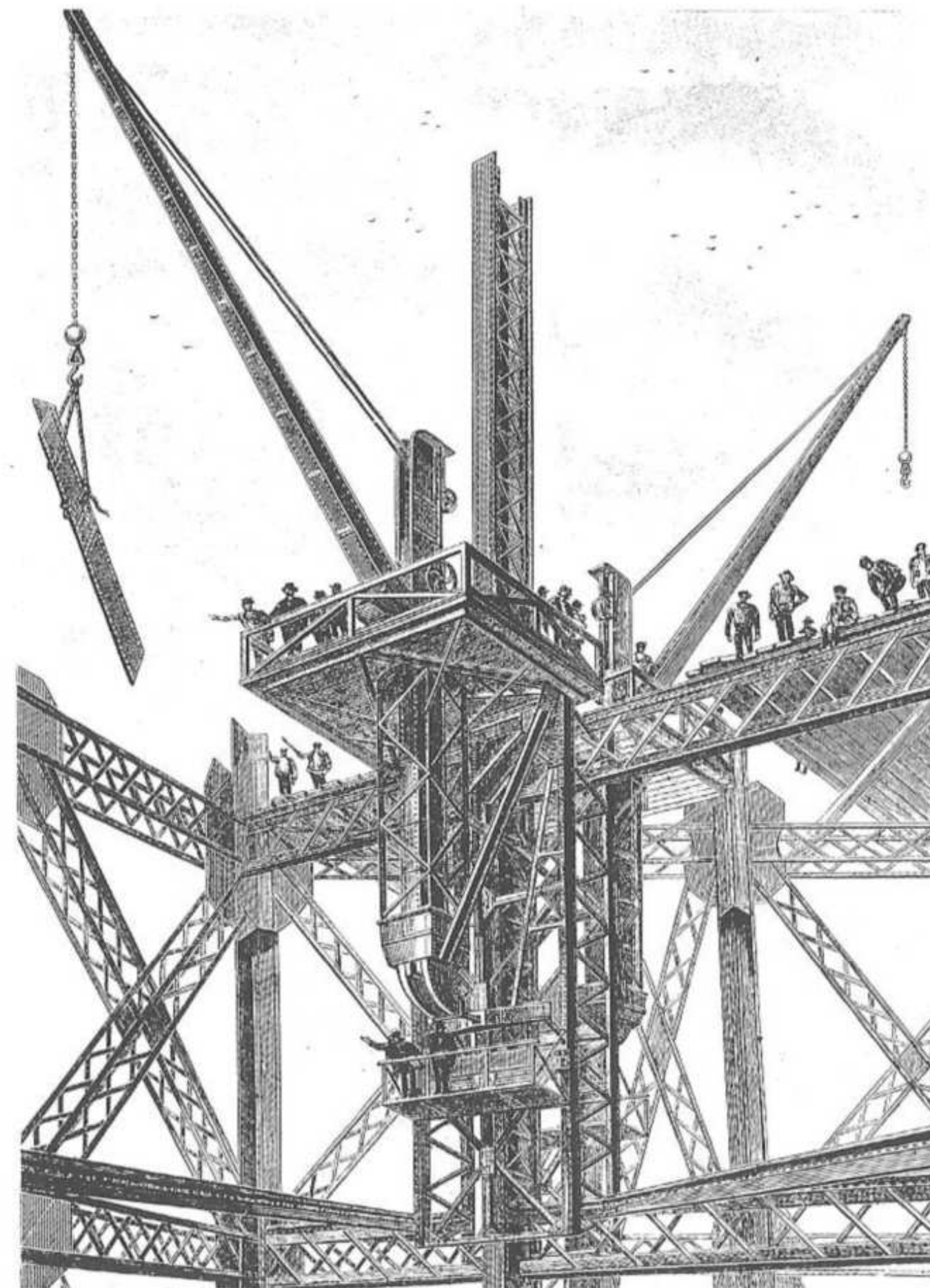
It was then with a remarkable attention to detail and adherence to the systems of engineering, used to achieve the raising and positioning of the components, that the work progressed: scaffolding by means of hydraulic jacks compensated for by the extreme

precision of the fittings of the cross-girders; the riveting of the pieces together instead of bolting them, winches integrated between the cross-girders and raised in tempo with the growth of the Tower.

No major difficulties arose to hinder the progress of its construction, notwithstanding the endless tide of protest that the scheme had to face.

In spite of a fatal accident that occurred during the work and a number of strikes which broke out during the winter of 1888, the construction went on relatively unaffected.

Day after day, the Tower rose inexorably into the Paris sky, was finished perfectly according to schedule, and officially inaugurated on 6th May 1889 for the opening of the World Fair.



Technical features.

The building of the Tower required the sketching of 1 700 contiguous plans and 3 500 detailed diagrams, drawn up by the research departments.

In their calculations to determine the tower's level of resilience, Gustave Eiffel and his team had estimated for an excess corresponding to the weight of more than a thousand people standing simultaneously on the three principal floors of the structure. The calculations made provisions for resistance to winds of up to 216 km per hour, blowing against the whole structure.

The open structure was studied so that measures should be taken to resist any gust of wind, from where the importance and the role of the existing girders and the spaces between becomes evident.

The oscillation due to wind is around 12 cm at the summit of the Tower while the vertical expansion can reach up to 18 cm.

More than 15 000 pieces of iron make up the Tower, held together by 2 500 000 rivets to support a weight of 7 341 tonnes or an overall weight of 8 864 tonnes with the lifts and foundations.

In 1889 the total height of the Tower was 300.51 metres and today, with antennae, it stands at 320.755 metres.

Most of the machines (lifts, lighting, generators) are to be found underground in the south pillar with a surface area of 250 square metres.

The summit of the Tower is spiked with numerous apparatus, technical and scientific antennae and television transmitters.

On average, 70 tonnes of special paint are needed every seven years to protect the Tower from rust.

The lifts.

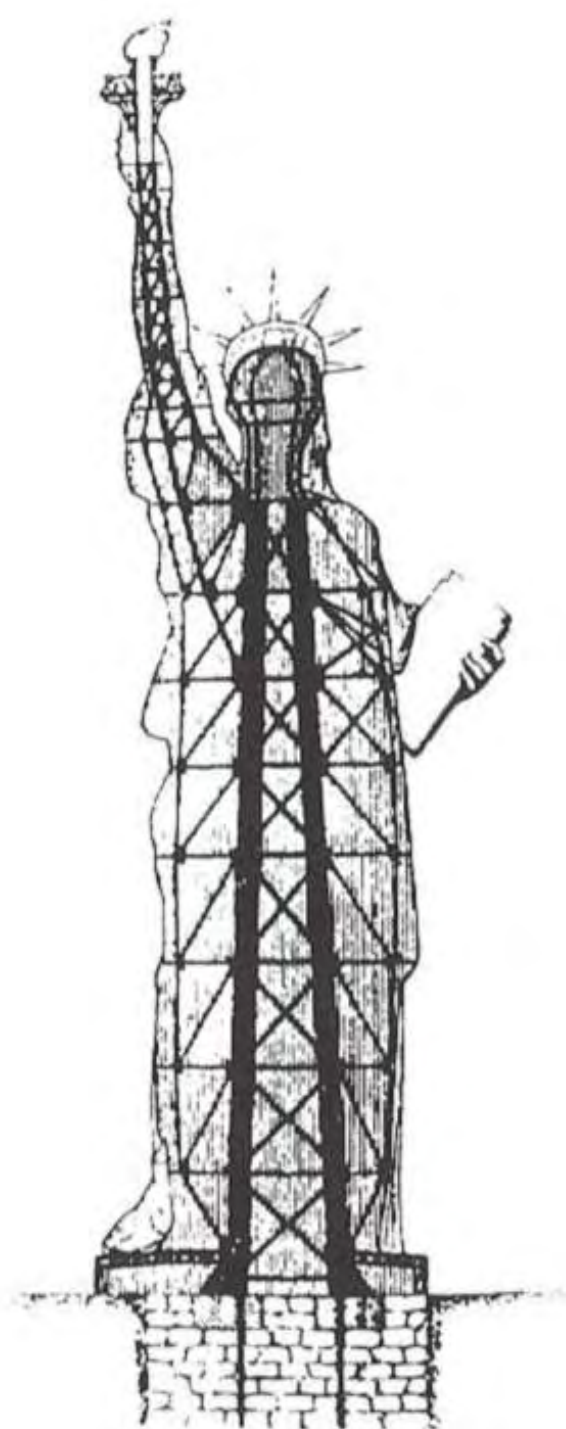
From the very start of the construction of the « 300 metre tower », Eiffel put Backmann, the engineer, in charge of studying the problem of installing lifts.

However, owing to a number of inherent difficulties in the complexity of the projects and the unreliability of the lifts chiefly from the safety angle, they were not installed until after the inauguration of the Tower.

In the end, three selected architects were commissioned to fit the Tower with lifts between the different floors.

Roux-Combaluzier-Lepage was responsible for the lifts up the east and west pillars, travelling from the ground to the first floor; Otis, for the north pillar, where the lifts travelled direct from the ground floor to the second floor, and lastly Edoux, who took charge of the lifts from the second to third floors (changing at an intermediate platform).

Sets of electrically-driven motor pumps to feed the hydraulic lifts were installed in the pillars on the ground floor of the Tower.



Other notable achievements.

- 1857. — Railway bridge at Bordeaux (France).
- 1867. — The World Fair gallery of Fine-Arts and Archeology (France).
 - Rouzat viaduct over the Sioule (France).
- 1873. — La Paz gasworks (Bolivia).
- 1875. — Church in Manilla (Philippines).
- 1876. — Maria-Pia bridge in Oporto (Portugal).
 - Road bridge over the Douro (Portugal).
- 1878. — Pavillon de Paris and the Great Hall of the World Fair (France).
- 1879. — « Au bon marché » shops in Paris (France).
- 1880. — Bridge over the Dordogne at Saint-André-de-Cubzac (France).
 - Bridge over the Tage (Spain).
- 1881. — Statue of Liberty (metal framework) New York (U.S.A.).
- 1882. — Freight bridge in Saigon (Cochin-China).
- 1883. — Bridge over the Tardes (France).
 - Portable bridges for Senegal.
- 1885. — Dome of the Nice observatory (France).
- 1889. — Locks for the Panama canal.
 - 300 m tower for Paris World Fair.

Gustave Eiffel : the man and his life.

Alexandre-Gustave-Bornick Hausen-Eiffel was born on 15th December 1832 in Dijon, France, to a middle-class family of Rhénanie origin who had moved to Paris in around 1710.

Despite outstanding academic success at the college in his home town, he was rejected by the École Polytechnique though subsequently enrolled at the École Centrale where he was to leave with a degree in chemical engineering.

In 1856, he began his professional life, inclining towards a career in industrial construction before starting his own business in building engineering at Levallois-Perret in 1867.

Married in 1862, Gustave Eiffel became the father of five children. Tending more towards the professional side of his life than to that of his family, Eiffel was an assiduous worker. He had inherited the business acumen of his mother and displayed unparalleled entrepreneurial skills. He also had the ability to surround himself with good connections which he could both select and preserve.

Co-adjutant in legion creations throughout the world, the major achievement in his life was to be the success of his « 300 m tower », something which was to symbolize French technology one hundred years after the revolution of 1789. He was to campaign vigorously to save his « masterpiece » from demolition after the 1889 World Fair, never tiring in finding indispensable functions it could serve for the needs and purposes of mankind ; it was perhaps its role in the development of T.S.F. links which enabled it to escape destruction.

Having abandoned his business to begin a new career, and preoccupied as ever with natural phenomena (wind, water, inclement weather) Eiffel devoted himself to meteorological experiment, radiotelegraphy, aerodynamism, founding an experimental and research laboratory in aerodynamics which led to the invention of a new type of ventilating-fan around 1910.

Often preferring his third floor accommodation in the Tower, 312 m above ground, to the comfort of his many homes, he was to pursue tirelessly his activities until his death on 27th December 1923 at the age of ninety-one.

The work of Gustave Eiffel.

After beginning his professional life as an engineer in the Western Railway Company in 1856 and going on to create his own enterprises until 1893, Gustave was, during this time, to mastermind numerous schemes

worldwide. The remainder of his life he was to dedicate himself exclusively to aerodynamic research.

His « 300 m tower » can be considered the pinnacle of his career in construction engineering ; his masterpiece. However, it must also be noted that his name remains attached to certain other great works. Specific sites formed the spawning-ground for new technologies that were to be embodied in the structural fabric of the Tower.

The history of the Tower.

« Shepherdess of the clouds » as Guillaume Apollinaire called it, the Tower was to remain the tallest structure in the world at 300.51 metres until 1929 when the Chrysler Building of New York attained the height of 319 metres. This was surpassed in 1931 by the Empire State Building at 381 metres. Nowadays one no longer keeps count of those towers which exceed 300 metres.

Many artists have been inspired by the Eiffel Tower ; poets, philosophers, film-makers and painters, one of whom was Robert Dalaunay who attributed to it a « cubist » dimension all of its own.

The Tower has become a universal symbol which cannot fail to captivate the imagination of millions. It is still the most visited monument in the world, with an increasing number of visitors every year ; more than 4 000 000 in 1985.

For in addition to the exhilaration derived from simply climbing at 300 m up into the sky, the panorama that is revealed of Paris and its edifices is quite magical. The view extends across the whole metropolis and in fine weather, even the spires of the cathedral at Chartres can be discerned.

In 1964 the Eiffel Tower was classed as an historical monument by André Malraux.

A living Tower.

This book enables you to reproduce the Eiffel Tower on a scale of 1/500 and to recreate the character and spirit of this major work, so that it becomes, as the famous architect Le Corbusier said in 1925, « crystal clear ».

Eiffel's art and technique can be compared to the research of the architect Mies Van Der Rohe, whose approach was to minimise the materials used, where the order of structural components remained rigidly geometric despite a diminution of architectural volume. There is a perpetual movement stemming from a movement accentuated by the dynamics of its forms and the transparency of its structure.