La Tour Eiffel

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

. La Tour Eiffel. .

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
utilisation.commerciale@bnf.fr.

Mre MUNIER

LA TOUR EIFFEL

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Exemplaire N° 41

LA

TOUR EIFFEL

Fol Z Le Senne
237

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

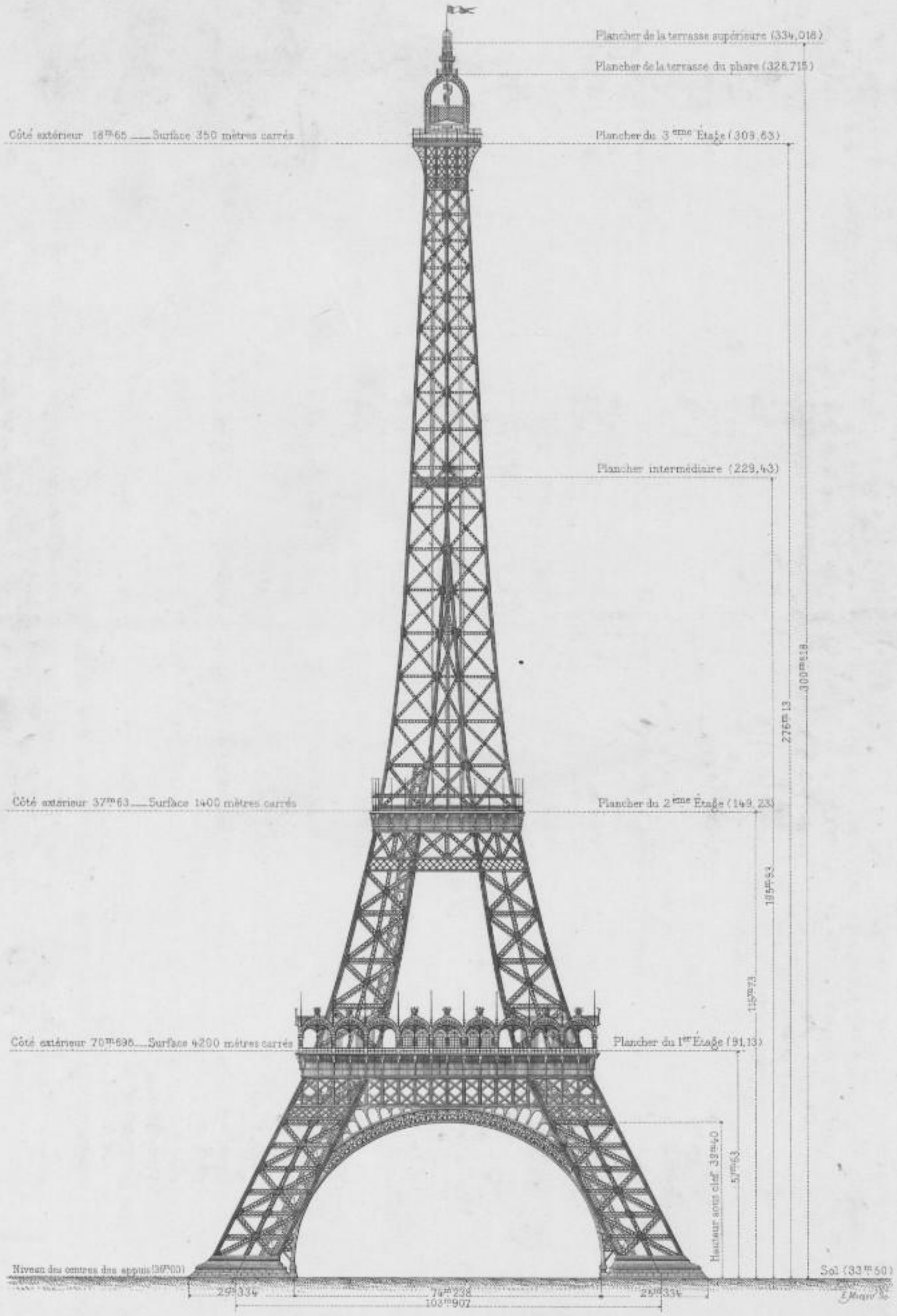
A M^r. Munier

Souvenir offert par

G. Eiffel

TOUR DE 300 MÈTRES

Échelle 0m001 par mètre.



NOTICE

SUR LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION

DE LA TOUR

1° — ORIGINE DE LA TOUR

C'est à la suite d'études sur les piles de grande hauteur faites en commun avec ses ingénieurs, que M. Eiffel fut conduit à proposer, en vue de l'Exposition universelle de 1889, l'exécution de la Tour dont l'avant-projet avait été préparé par deux de ses principaux collaborateurs, MM. Nouguier et Kœchlin, ingénieurs de sa maison et par M. Sauvestre, architecte.

Le projet définitif a été dressé par M. Eiffel qui en a dirigé l'exécution avec la collaboration de M. Kœchlin pour le calcul des différentes parties de la construction, de M. Nouguier pour les travaux du chantier, de M. Sauvestre pour la partie architecturale, de M. J.-B. Gobert pour la direction aux ateliers de Levallois-Perret, de M. Pluot pour l'établissement des dessins de détail, enfin de MM. A. Salles, Guyenet et Ansaloni pour les installations mécaniques. Les chefs de service ont été : M. Létourneau pour les travaux à l'atelier, M. Martin pour les fondations et maçonneries, M. Compagnon pour la mise en place de la partie métallique.

C'est en juin 1886 qu'une Commission nommée par M. Lockroy, alors Ministre du Commerce et de l'Industrie, et présidée par M. Alphand, accepta définitivement le projet présenté par M. Eiffel ; le 8 janvier 1887 fut signée la convention avec l'Etat et la Ville de Paris, fixant les conditions dans lesquelles la Tour devait être construite.

2° — FONDATIONS ET SOUBASSEMENTS EN MAÇONNERIE

La base de la Tour est constituée par quatre pieds qui, en raison de leur orientation, portent les noms des quatre points cardinaux. Les deux piles en avant du côté de la Seine sont les piles Nord et Ouest, celles en arrière sont les piles Est et Sud.

A l'emplacement des deux piles d'arrière, le sol qui est à la cote + 34 est formé par des remblais de toute nature d'une épaisseur de 7 mètres.

On rencontre à la cote + 27, qui est le niveau normal de la Seine (retenue du barrage de Suresnes) une couche de sable et gravier, dont l'épaisseur en ce point est de 6 mètres environ. On a donc pu très facilement obtenir pour ces deux piles une fondation parfaite, dont le massif inférieur est constitué par une couche de 2 mètres de béton de ciment coulé à l'air libre.

Les deux piles d'avant ont été fondées différemment. La couche de sable et gravier ne se rencontre qu'à la cote + 22, c'est-à-dire à 5 mètres sous l'eau, et, pour y arriver, on traverse des terrains vaseux et marneux provenant des alluvions récentes de la Seine. Pour reconnaître cette couche de gravier solide, d'une façon précise et exempte des incertitudes que présentent les sondages faits par les procédés ordinaires, M. Eiffel fit au centre de chacune des piles, un sondage à l'air comprimé à l'aide d'une cloche en tôle de 1m50 de diamètre.

Il a été ainsi constaté, par le sondage poussé jusqu'à la cote + 18.60, soit à 16 mètres au-dessous du sol, que jusqu'à l'argile on ne rencontrait au-dessous du sable et gravier que du sable pur, du grès ferrugineux et un banc de calcaire chlorité, qui s'est formé au fond de la dépression qui avait été creusée par les eaux de la couche d'argile plastique. On a donc ainsi une couche incompressible qui a une épaisseur de plus de 3 mètres à la pile Ouest (côté Grenelle) et près de 6 mètres à la pile Nord (côté Paris). On peut donc avoir toute sécurité, d'autant plus que les fondations sont calculées de telle sorte que la pression maxima sur le sol de la fondation, même en y comprenant l'effet du vent, ne dépasse pas 4 Kg. par centimètre carré.

Les fondations de ces deux piles sont établies à l'air comprimé, à l'aide de caissons en tôle de 15 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur, au nombre de 4 pour chaque pile, enfoncés à la cote + 22 soit à 5 mètres sous l'eau.

Chacun des quatre montants de la Tour est formé par une grande ossature

de section carrée de 15 mètres de côté dont les arêtes transmettent les pressions au sol de fondation par l'intermédiaire de massifs de maçonnerie placés sous chacune d'elles. Il y a donc quatre massifs de fondation par pied. La partie supérieure de ces massifs qui reçoit les sabots d'appui, est normale à la direction des arêtes, et le massif lui-même a la forme d'une pyramide à face verticale sur l'avant et à face inclinée sur l'arrière, dont les dimensions sont telles qu'elles ramèneront dans un point très voisin du centre de la fondation la résultante oblique des pressions.

Cette réaction oblique des pressions s'élève, à son entrée dans la maçonnerie à la cote (36.00), à 565 tonnes sans y comprendre l'effet du vent et à 875 tonnes en l'y comprenant.

Sur le sol de fondation des deux piles voisines de la Seine qui est à la cote (22.00), c'est-à-dire à une profondeur de 14 mètres, la pression verticale sur le sol est de 3.320 tonnes avec le vent, qui réparties sur une surface de 90 mètres carrés donnent une charge de 3,7 Kg. par centimètre carré.

Sur les deux piles voisines du Champ-de-Mars, la pression sur le sol, à la cote de 27 mètres, c'est-à-dire à une profondeur de 9 mètres est de 1.970 tonnes qui, réparties sur une surface de 60 mètres carrés, donnent une pression de 3,3 Kg. par centimètre carré.

Les massifs de béton réalisant cette surface ont 10 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur.

Tous les massifs sont disposés suivant la projection horizontale des arêtes de la Tour, c'est-à-dire à 45° par rapport à l'axe du Champ-de-Mars.

Les bétons sont faits en ciment de Boulogne avec un dosage de 250 Kg. par mètre cube de sable.

Les massifs sont en pierre de Souppes, hourdée en mortier de ciment au même dosage.

Au centre de chacun de ces massifs sont noyés deux grands boulons d'ancrage de 7m80 de longueur et de 0m10 de diamètre, qui, par l'intermédiaire de sabots en fonte et de fers à I, intéressent la majeure partie des maçonneries des pyramides.

Cet ancrage, qui n'est pas nécessaire pour la stabilité de la Tour, laquelle est assurée par son poids propre, donne cependant un excès de sécurité contre tout renversement, et a été, de plus, utilisé lors du montage en porte-à-faux des montants.

Ces maçonneries, qui travaillent au plus à un coefficient de 4 à 5 Kg. par centimètre carré, sont couronnées par deux assises de pierres de taille de Château-Landon, dont la résistance à l'écrasement est de 1.235 Kg. en moyenne par centimètre carré. La pression sous les sabots en fonte, ne sera que de 30 Kg. par centimètre carré. La pierre ne travaille donc qu'au quarantième de sa résistance.

Il résulte de tous les chiffres et indications qui précèdent que ces fondations sont établies dans des conditions de sécurité très grandes, et que, soit comme choix de matériaux, soit comme dimensions, elles ont été traitées très largement, de manière à ne laisser aucun doute sur leur solidité.

Cependant, pour être complètement sûr de pouvoir maintenir les pieds de la Tour quoi qu'il arrive sur un plan parfaitement horizontal, M. Eiffel a ménagé dans chacun des sabots un logement pour y installer une presse hydraulique de 800 tonnes; à l'aide de ces presses on pourrait produire le déplacement de chacune des arêtes et la relever de la quantité nécessaire, sauf à intercaler des coins en acier entre la partie supérieure du sabot et la partie inférieure d'un contre-sabot en acier fondu sur lequel vient s'assembler le montant en fer.

Ces presses ont opéré, quand cela a été nécessaire et à la façon de vis de réglage, le nivellement rigoureux de tous les points d'appui.

En dehors des massifs, on a établi les fondations d'un soubassement décoratif constitué par des dalles en béton Coignet supportées par une ossature métallique.

Toute l'infrastructure est noyée dans un remblai arasé au niveau du sol, sauf pour la pile sud, où elle reste à l'état de cave destinée au logement des machines et de leurs générateurs pour le service des ascenseurs.

L'écoulement de l'électricité atmosphérique dans le sol, se fait pour chaque pile par deux tuyaux de conduite en fonte de 0m50 de diamètre, immergés au dessous du niveau de la nappe aquifère, sur une longueur de 18 mètres. Ces tuyaux se retournent verticalement à leur extrémité jusqu'au niveau du sol, où ils sont mis en communication avec la partie métallique de la Tour.

Les fondations ont été attaquées le 28 janvier 1887 et ont été complètement terminées le 30 juin de la même année, date à laquelle a commencé le montage de la partie métallique.

Pendant ces cinq mois, on a exécuté 31.000 mètres cubes de fouilles et 12.000 mètres cubes de maçonneries, dont une grande partie à l'air comprimé.

3° — MONTAGE DE LA PARTIE MÉTALLIQUE

Les parties inférieures des piles ont pu être montées par des moyens assez simples et sans autres appareils que des bigues munies de treuils de levage.

Les tronçons de montants pesant 2.500 à 3.000 Kg. l'un, ont été successivement ainsi mis en place bout à bout; le tronçon en montage aussitôt arrivé en sa position, était réuni au tronçon précédent par des broches, puis par des boulons. Après les tronçons des montants venaient les treillis et les entretoises qui, en réunissant les portions de montants déjà levées, leur donnaient leur réglage de position relative, et en même temps, les consolidaient par la formation d'un tout indéformable.

Derrière les équipes de monteurs suivaient les équipes de riveurs qui substituaient, aux boulons placés provisoirement aux joints, des rivets posés

à chaud, et formant la véritable et définitive liaison des pièces entre elles.

Dès que l'ensemble ainsi constitué a dépassé la hauteur de 15 mètres, l'emploi des bigues a cessé d'être avantageux, et on a dû recourir à l'emploi d'engins mécaniques plus perfectionnés, constitués par des grues pivotantes tout spécialement étudiées pour cet objet. Elles avaient une portée de 12 mètres qui leur permettait de desservir chacun des quatre montants de la pile et tous les points intermédiaires. Leur force était de 4.000 Kg. Leur déplacement s'opérait par cheminement progressif sur les poutres de roulement des ascenseurs.

L'inclinaison des piles tend naturellement à produire leur renversement; cette tendance ne peut avoir d'effet que lorsque la pile est déjà arrivée à une certaine hauteur, telle qu'alors la projection du centre de gravité des masses dressées tombe en dehors du carré des appuis formant la base de la pile entière.

Le calcul a montré que cette hauteur est de 30 mètres environ; de sorte que, jusqu'à cette cote, le montage de la pile inclinée s'est effectué, au point de vue de la stabilité, comme s'il s'était agi de monter une pile verticale.

Cependant outre la sécurité théorique que l'on puisait dans les résultats du calcul, on avait encore en plus la garantie pratique résultant de la présence des tirants d'amarrage définitifs de la Tour qui étaient plus que suffisants, le cas échéant, pour s'opposer à tout mouvement.

L'opération du montage a marché dans les conditions prévues et est arrivée, sans le moindre incident, à la hauteur de 30 mètres.

Le poids des pièces ainsi mises en place pendant cette première phase dépassait 1.450.000 Kg.

Pour continuer le montage, on a établi des échafaudages en charpente, de 30 mètres de hauteur, implantés de façon à pouvoir soutenir à leur sommet les trois montants intérieurs de chaque pile.

Ces grands échafaudages ou pylônes, de forme pyramidale, ont été établis sur des pilotis battus au refus. Le sommet de chaque pylône constituait une plate-forme très résistante sur laquelle des boîtes à sable, identiques à celles que l'on emploie dans les décintrements de ponts, ont été installées.

Une console accessoire, qui a disparu après le montage, était greffée sur le montant de pile et présentait une surface horizontale reposant sur les boîtes à sable; elle constituait ainsi l'appui de la pile en fer sur l'échafaudage en bois. Cet appui obtenu, on put continuer le montage en porte-à-faux de la pile jusqu'à la hauteur du premier étage de la Tour; la partie inférieure de la pile servant de contrepoids à la partie restant à monter, aucun basculement n'était à craindre.

Les boîtes à sable constituaient un moyen de réglage, permettant le cas échéant, de rétablir la position rigoureuse des parties de la construction en cas de déviation quelconque. S'il s'agissait d'abaisser quelque peu la pile, on faisait écouler du sable des boîtes, en quantité suffisante, et, le point d'appui de la pile cédant de la quantité voulue, celle-ci s'inclinait. S'il fallait, au contraire, relever la pile, on y parvenait sans peine par l'action de vérins hydrauliques qui permettaient d'agir sur la console provisoire, en prenant leur appui sur la plate-forme supérieure du pylône, à côté des boîtes à sable.

Ainsi, au réglage des appuis inférieurs dont il a été parlé, venaient s'ajouter ceux obtenus au moyen de la boîte à sable et des vérins placés au sommet des pylônes. On était donc à chaque instant toujours maître de la position rigoureuse des pièces.

Dans la construction des douze pylônes, il n'est pas entré moins de 600 mètres cubes de bois. Grâce à ces pylônes, on a pu continuer le montage des piles jusqu'à la hauteur de 50 mètres, hauteur à laquelle sont établies les poutres horizontales qui réunissent les quatre piles et forment l'ossature du premier étage.

Les piles étant arrivées à 55 mètres de hauteur, on dut mettre en place le premier rang des poutres horizontales qui devaient les réunir à leur partie supérieure.

Ces poutres ont 7m50 de hauteur et pèsent chacune 70.000 Kg.; de plus elles sont inclinées selon le plan des faces de la Tour. Ces conditions, jointes à la grande hauteur où il a fallu fixer ces poutres, ont rendu le problème assez délicat pour nécessiter l'emploi de quatre nouveaux échafaudages verticaux, de 45 mètres de hauteur, destinés à fournir pour chaque face de la Tour une plate-forme de 25 mètres de longueur.

Les pièces métalliques devant constituer la partie centrale de chaque poutre ont été montées sur ces plates-formes, et le montage ainsi amorcé a continué à droite et à gauche, de manière à venir rejoindre chacune des piles voisines. Ce montage a été fait en porte-à-faux.

Ce travail étant conduit simultanément pour chaque face de la Tour, on est arrivé à constituer par ces poutres un cadre horizontal puissant, sur lequel sont venues se reporter les poussées dues à l'inclinaison des quatre piles.

La partie résistante du premier étage de la Tour étant ainsi constituée, ce fut un grand pas de fait pour la réussite de l'œuvre.

Le montage des piliers entre le premier et le second étage s'est effectué très rapidement par la même méthode que celle qui a été adoptée depuis le sol jusqu'au premier étage, c'est-à-dire que le levage des pièces a été fait au moyen des quatre grues fixées sur les poutres des ascenseurs qui constituaient leurs chemins d'ascension.

Des dispositions nouvelles ont cependant été prises à partir du premier étage pour le levage des pièces. Comme il aurait été trop long de prendre les pièces sur le sol au moyen des grues disposées dans les piliers pour les amener jusqu'à la hauteur où elles devaient être mises en place, on a créé un relai sur le plancher du premier étage, et, à cet effet, on a installé sur ce plancher une grue mue par une locomobile de 10 chevaux.

On est ainsi arrivé, dans le mois de juillet 1888, à réunir les quatre piliers par les poutres du deuxième étage situées à une hauteur de 118 mètres, et le 14 de ce même mois, il a été possible de disposer à cette hauteur une plate-forme sur laquelle a été tiré le feu d'artifice de la fête nationale.

Le montage de toute la partie de la Tour comprise entre le deuxième étage et le sommet a été fait à l'aide des grues qui avaient servi pour les parties inférieures ; seulement, elles ne parcouraient plus un chemin incliné ; et au nombre de deux, elles étaient hissées le long d'un montant vertical formé par le guide central des ascenseurs supérieurs.

Des relais de levage ont été créés par l'installation de nouvelles locomobiles au deuxième étage et au plancher intermédiaire situé à 200 mètres au-dessus du sol.

C'est le 31 mars 1889 que, le montage des fers étant terminé, on a pu hisser le drapeau tricolore au sommet du paratonnerre qui surmonte la plate-forme supérieure du phare, située à 300 mètres au-dessus du sol du Champ de Mars.

Le poids total des fers et fontes entrant dans la charpente de la Tour, non compris les caissons de fondation ni la machinerie des ascenseurs, est de 7 300.000 Kg.

4° — LES PLATES-FORMES

Sur la plate-forme du premier étage, dont la surface est de 4.200 mètres carrés, est disposée une galerie couverte à arcades, qui fait le tour complet du premier étage. Ce promenoir a un développement de 283 mètres et une largeur de 2m60. Il se trouve à une hauteur de 57m63 au-dessus du sol.

En outre, quatre salles affectées à des restaurants ou à des brasseries, peuvent contenir chacune 500 à 600 personnes environ. Ces salles sont d'architecture différente et ont été affectées pendant l'Exposition : à un bar anglo-américain, à une brasserie flamande, à un restaurant russe et enfin à un restaurant français.

Au deuxième étage, dont la surface est de 1.400 mètres, règne sur le pourtour extérieur une galerie couverte formant un deuxième promenoir, dont le développement est de 150 mètres et la largeur de 2m60.

La partie centrale est principalement destinée à servir de gare de passage entre les ascenseurs inclinés inférieurs et les ascenseurs verticaux supérieurs. C'est à cet étage que, pendant l'Exposition, était installée l'Imprimerie du *Figaro*. Il y avait en outre sur cette plate-forme un bar et une boulangerie-pâtisserie.

La hauteur de cet étage est de 115m73 au-dessus du sol.

Au troisième étage se trouve une dernière galerie de 16m50 de côté, fermée par des glaces sur tout le pourtour et d'où l'on peut observer, à l'abri du vent et des intempéries, le magnifique panorama de 180 kilomètres d'étendue qui s'y développe sous les yeux des spectateurs. Cette plate-forme est la dernière à laquelle le public ait accès ; elle se trouve à 276m13 au-dessus du sol.

Au-dessus de cette salle sont disposés les laboratoires destinés aux observations scientifiques et l'appartement particulier que M. Eiffel s'est réservé.

Un escalier en hélice, placé au centre de cette plate-forme, conduit à la lanterne du phare qui couronne l'édifice. Au-dessus de cette lanterne et à 300 mètres du sol, se trouve la dernière terrasse, qui a 1m80 de diamètre.

5° — ESCALIERS ET ASCENSEURS

On accède aux diverses parties de la Tour soit par des escaliers, soit par des ascenseurs.

LES ESCALIERS. — A chacune des piles est et ouest sont disposés des escaliers droits de 1 mètre de largeur, avec de nombreux paliers, donnant un accès très facile jusqu'au 1er étage.

Au delà du premier étage et jusqu'au deuxième, on a disposé, dans chacune des quatre piles, un escalier hélicoïdal de 0m60 de largeur : deux de ces escaliers sont affectés à l'ascension des visiteurs et les deux autres à la descente.

Du deuxième étage jusqu'au sommet est disposé un escalier hélicoïdal, d'une hauteur de 160 mètres, qui est interdit au public et qui sert simplement d'escalier de service.

LES ASCENSEURS. — Indépendamment des escaliers, l'ascension est facilitée par un certain nombre d'ascenseurs de différents systèmes :

1° Le système Roux, Combaluzier et Lepape ;
2° Le système Otis ;
3° Le système Edoux.

Du sol jusqu'au premier étage, il y a quatre ascenseurs, savoir :
Deux du système Roux, Combaluzier et Lepape et deux du système Otis.

Du premier étage jusqu'au deuxième, l'ascension s'effectue au moyen des deux ascenseurs Otis, dont la course se continue jusqu'à cet étage.

Enfin, du deuxième étage jusqu'à la plate-forme supérieure, au-dessous du campanile, est installé un ascenseur du système Edoux.

ASCENSEURS ROUX, COMBALUZIER et LEPAPE. — MM. Roux, Combaluzier et Lepape ont songé, pour la construction des ascenseurs de la Tour, dont la course s'opère le long de l'un des montants, suivant une ligne inclinée et de courbure variable, à fractionner le piston rectiligne et rigide des

ascenseurs ordinaires, et à constituer ce piston par une série de tiges qui viennent s'articuler les unes aux autres et forment ainsi un piston articulé. Cet organe agit par compression comme un piston ordinaire, et il est renfermé dans une gaine qui s'oppose à tout déplacement latéral. Cette gaine en fer est munie de nervures qui servent de chemin de roulement aux galets de guidage dont la tête de chaque tige articulée est munie.

Cette grande chaîne rigide est actionnée par une roue à empreintes située au niveau du sol et autour de laquelle elle s'enroule, à la façon d'une chaîne de drague, de manière à former une chaîne sans fin supportée par une poulie à la hauteur du premier étage.

L'une des parois de la cabine est reliée à l'un des brins de cette chaîne et suit son mouvement ; l'autre paroi est reliée à une chaîne semblable. La cabine est donc entraînée par un double système de chaînes agissant simultanément, à la façon du piston des ascenseurs ordinaires, et en outre la plus grande partie du poids mort des chaînes et de la cabine se trouve naturellement et constamment équilibrée par suite de la disposition en chaîne sans fin ; de plus, en cas de rupture dans la chaîne des pistons, tous les éléments se trouvant emprisonnés dans une gaine rigide, le contact de l'un à l'autre a toujours lieu et empêche ainsi toute chute de se produire : tout au plus un arrêt peut-il avoir lieu.

Le mouvement est imprimé aux chaînes par un double système de pistons plongeurs de 1 mètre de diamètre et 5 mètres de course, sous l'action de l'eau emmagasinée dans des réservoirs placés à 115 mètres de hauteur. Le déplacement des plongeurs est transmis avec un rapport de 1 à 13 à l'extrémité des dents des roues à empreintes, par l'intermédiaire de chaînes Galle, conduisant des pignons calés sur l'arbre de ces roues.

ASCENSEURS OTIS. — Cet ascenseur est du système américain avec un piston hydraulique actionnant une moufle, comme dans les grues hydrauliques Armstrong.

Un cylindre en fonte, de 0m95 de diamètre et 11 mètres environ de longueur, est placé dans le pied de la Tour, parallèlement à l'inclinaison des arbalétriers ; dans ce cylindre se meut un piston actionné par de l'eau prise dans des réservoirs installés au second étage, et par conséquent à une pression de 11 à 12 atmosphères.

La tige du piston agit sur un chariot portant six poulies mobiles, de 1m50 de diamètre ; chacune de ces poulies correspond à une poulie fixe de même diamètre, de façon à constituer un véritable palan de dimensions gigantesques, moufle à 12 brins.

Le garant de cet énorme moufle passe sur des poulies de renvoi, placées de distance en distance jusqu'au dessus du second étage et redescend s'accrocher à la cabine ; il en résulte que, pour un déplacement de 1 mètre du piston dans le cylindre, la cabine monte ou descend de 12 mètres.

Afin d'équilibrer une partie de la charge de la cabine, on fait usage d'un contrepoids qui se déplace en roulant sous le chemin des ascenseurs.

Les câbles en fil d'acier qui suspendent la cabine sont au nombre de six, dont deux sont reliés au contrepoids et quatre appartiennent au système des poulies mouflées. Un seul de ces câbles pourrait supporter sans se rompre le poids de la cabine et des voyageurs.

On a placé, en outre, sous la cabine, un frein de sûreté, à mâchoires, qui fonctionnerait automatiquement en cas de rupture, ou même d'allongement anormal de l'un des câbles.

Le contrepoids, qui agit par l'intermédiaire de câbles mouflés trois fois, a une course d'environ 43 mètres ; il est également pourvu d'un appareil de sûreté qui rend sa chute impossible.

ASCENSEUR ÉDOUX. — Un plancher intermédiaire, disposé à mi-hauteur entre le second étage et la plate-forme supérieure, est le point de départ de l'ascenseur Édoux, c'est-à-dire d'un ascenseur hydraulique vertical à piston plongeur, analogue à celui du Trocadéro, dont la cabine est disposée sur l'extrémité de ce piston. Cette cabine effectuera le transport depuis le plancher intermédiaire jusqu'à la plate-forme supérieure, soit une course de 80 mètres.

Elle est reliée par des câbles à une deuxième cabine qui forme contrepoids, et qui effectuera le transport des voyageurs du deuxième étage jusqu'à ce plancher intermédiaire sur une hauteur égale de 80 mètres, de manière qu'à l'aide de ces deux cabines, voyageant en sens contraire et par un simple transbordement à mi-hauteur, on effectue une course totale de 160 mètres.

Le guidage de l'ascenseur est constitué par une poutre-caisson pleine occupant le centre de la Tour, d'une hauteur de 160m40, et par deux autres poutres de sections plus petites, l'une à gauche, allant du second étage au plancher intermédiaire, et l'autre à droite, allant de ce dernier plancher au sommet de la Tour.

La première cabine est portée par deux pistons de presse hydraulique, de 0m32 de diamètre, donnant ensemble une section de 1.600 centimètres carrés et se déplaçant dans des cylindres en acier de 0m38 de diamètre. Ces deux pistons sont articulés à leur partie supérieure sur un palonnier dont le milieu porte la cabine ; de cette façon, celle-ci s'élèvera toujours régulièrement, sans être influencée en rien par les légères variations de vitesse des pistons, variations ne pouvant résulter, et cela dans une très faible mesure, que de frottements inégaux aux garnitures des pistons.

De la partie supérieure de cette première cabine et des deux extrémités du palonnier partent quatre câbles qui, passant sur des poulies établies au sommet de la Tour, soutiennent la deuxième cabine ; deux des câbles s'attachent sur un palonnier, au milieu duquel est suspendue cette cabine ; les deux autres câbles

sont fixés directement au corps de la cabine même et sont destinés à servir de système de sécurité.

Chaque cabine de cet ascenseur ne parcourant que la moitié de la course totale, il en résulte un échange de voyageurs de l'une à l'autre, à la hauteur du plancher intermédiaire; cet échange se fait par deux chemins distincts et par suite sans perte de temps.

Les deux cylindres moteurs des cabines sont alimentés par un même distributeur, assurant ainsi dans chacun d'eux une admission égale et donnant pour le piston des déplacements égaux. Ce distributeur est alimenté lui-même par un réservoir situé au sommet de la Tour et d'une capacité d'environ 20.000 litres.

Un frein hélicoïdal très puissant, emprunté au dispositif indiqué par M. Backmann, permet de répondre absolument de tout accident et d'affirmer que, même dans le cas de rupture d'un organe important de l'ascenseur, les visiteurs portés par la cabine n'auraient à redouter aucune chute.

Tous ces ascenseurs, étant mus par l'eau, comportent l'installation de plusieurs systèmes de pompes à vapeur : les unes du système Girard, actionnées par des machines type Wheelock, pour les ascenseurs Roux et Otis; les autres du système Worthington, pour l'ascenseur Edoux. Ces pompes nécessitent une force continue de 300 chevaux, laquelle est fournie par des générateurs Collet.

6° — EXPLOITATION PENDANT L'EXPOSITION

La Tour a été ouverte au public à partir du 15 mai 1889.

Au début le service n'a été fait que par les escaliers avec une moyenne de 3.000 visiteurs par jour.

Le 1er ascenseur livré au public a été celui de la pile Est (système Roux Combaluzier et Lepape) mis en service le 26 mai et conduisant jusqu'au 1er étage. Les autres ascenseurs ont été mis en exploitation quelques jours après.

La durée des ascensions était de une minute environ du rez-de-chaussée au 1er étage par les ascenseurs Roux Combaluzier et Lepape; de 100 secondes environ pour le voyage direct du sol au 2e étage et de 50 secondes pour le trajet du 1er étage au 2e étage par les ascenseurs Otis; enfin de 3 minutes environ pour le trajet du 2e au 3e étage par l'ascenseur Edoux, non compris le temps employé au transbordement des voyageurs à l'étage intermédiaire.

Le nombre de visiteurs a été en moyenne de 11.000 par jour pendant la dernière quinzaine de juin et tout le mois de juillet, et en moyenne de 14.000 par jour pendant les mois d'août, septembre et octobre. Sur ce dernier chiffre, le 2e étage recevait environ 10.000 visiteurs dont 5.000 s'élevaient jusqu'au sommet de la Tour. — Le lundi 9 septembre, le nombre des entrées a dépassé 18.400; ce jour-là le 2e étage recevait 12.300 visiteurs et 5.772 sont montés jusqu'au sommet de la Tour.

La journée la plus forte au point de vue du nombre des visiteurs a été le 10 juin, lundi de Pentecôte, jour pendant lequel il est entré à la Tour 23.202 visiteurs.

En résumé au 6 novembre, jour de la clôture de l'Exposition, le nombre total de visiteurs payants s'est élevé à 1.953.122 se décomposant comme suit :

680.348	visiteurs	qui n'ont pas dépassé le 1er étage.
699.630	—	qui sont allés jusqu'au 2e étage.
573.144	—	qui ont fait l'ascension complète jusqu'au 3e étage.
Total 1.953.122	visiteurs.	

Cette énorme affluence de public n'a jamais provoqué le moindre désordre ni le plus petit accident.

Pendant l'exposition les recettes de toute nature se sont élevées au total de 6.509.900 fr.

Les deux plus fortes recettes journalières produites par les ascensions sont : celle du Lundi 9 Septembre qui a été de 60.756 fr., et celle du Lundi 16 Septembre qui a été de 59.437 fr.

Les deux plus fortes recettes hebdomadaires dues aux ascensions sont : celle de la 18e semaine (du 11 au 17 Septembre) s'élevant à 349.796 fr. 50, soit une moyenne de 49.971 fr. par jour, et celle de la 17e semaine (du 4 au 10 Septembre), s'élevant à 343.722 fr. 50, soit une moyenne de 49.103 fr. par jour.

Le personnel d'exploitation ne comprenait pas moins de 250 agents de tous ordres.

PERSONNEL DE LA MAISON EIFFEL

Ayant pris part à la construction de la Tour

BUREAUX DE LEVALLOIS-PERRET

M. J.-B. Gobert.
M. Nouguier.

BUREAU DES ÉTUDES

M. Kœchlin (M.)

MM. Bezout, Bourdon, Dantzig, Deniau, Dumoulin, Gaillardon, Gré, Guyon, Henriet, Kœchlin (H), Le Bouvier, Levaire, Michaut (O), Michel, Morel (R.), Morel (E.), Mijuin, Pennamen, Rouxel, de Seilhac, Schœngrun, Tavel.

BUREAU DES DESSINS D'EXÉCUTION

M. Pluot.

MM. Beaubrun, Bordet, Caucé, Chabalier, Court, Derien, Durand, Genaille, Godeberge, Legent, Mareschal, Morel (E.), Peltier, Salleyrettes, Schlesser, Stiennon, Vildé.

BUREAU D'ARCHITECTURE

M. Sauvestre.

MM. Delannoy, Mandar, Menouillard, Rouillard, Sénèque.

SECRÉTARIAT, COMPTABILITÉ ET CAISSE

M. Collin.

MM. Anquetin, Bohn, Bouet, Bourget, Buynand, Fessard (F.), Fessard (G.), Fourneau, Munier, Quérité (Ch.), Thiriot.

BUREAUX DE PARIS

M. Salles.
M. Puig.

BUREAU DES ÉTUDES

M. Ansaloni.

MM. Bente, Bouet, Finet, Julin, Lallier, Roger, Roussel.

SECRÉTARIAT, COMPTABILITÉ ET CAISSE

MM. de l'Argentière et Petit.

MM. Baziret, Butticaz (L.), Butticaz (E.), Chirouze, Devaux, Le Brun, Mattei, Renault, Talot, de Wever.

M. G. EIFFEL



ATELIERS

M. Létourneau.
MM. Gagnot et Pentecote.

MM. Bachelot, Guénard, Landeau, Maimbourg, Malaszkiewicz.

MM. Anciaux, André, Bettinger, Bichet, Bignon, Boscus, Boule, Bunouf, Cavoit, Cerveau, Chemidlin, Choblet, Clément, Combe, Compoint, Coupé, Cuny (père), Cuny (fils), Deckert (père), Deckert (fils), Denizot, Derrien, Deveaux, Develay (père), Develay (aîné), Develay (jeune), Fleuret, Froideveaux, Georges, Gigant, Gille, Goupil, Gourgeon, Guillemin, Ginther, Guiot, Hazewer, Hennekens, Hérouard, Hippy, Hitzel, Hocque (G.), Hue, Imbert, Jarry, Jeager, Laborie, Lamblet (fils), Lardé, Lasgoutte, Lataillade, Leblond, Lecœur, Léonard, Leroux (aîné), Leroux (jeune), Leroy (père), Leroy (fils), Lesage, Letang, Locatelli, Manini, Marceau (père), Marceau (fils), Marceau (L.), Marceau (T.), Maréchal, Martel, Martin, Mauroy, Meyer, Meyer (P.), Morel, Morvaille, Mouteau, Noël, Panozzo, Pardon, Patry, Pavy, Pernet, Pinel, Ponsard, Pringuez, Quin, Ragot, Ratazzi, Robert, Roblot (fils), Roché, Stacoffe, Thiry, Thomas, Thomelin, Tonneaux, Tremblay, Truchot, Veronesi.

MAGASINS

MM. Blondeaux, Janssens, Leroy, Quérité (O.), Sotty.

SERVICE DES RÉCEPTIONS AUX USINES

M. Holfeld.

MM. Adam, Budin, Dupieux, Leclerc, Lefebvre.

GARÇONS DE BUREAU

MM. Damiens, Lainé (D.), Lainé (V.), Michaud, Munioz.

CHANTIERS

FONDATIONS ET MAÇONNERIES

M. Martin.
M. Saint-Martin.

MONTAGE DE LA PARTIE MÉTALLIQUE

M. Compagnon.
M. Milon.

MM. Balans, Gaujarenques, Girard (L.), Guellec, Léger, Petitcuenot, Quéleux.

MM. Alalinarde, Baudrand (L.), Caillat, Calvi, Dieuzaide, Duflos, Girard, Guilloux, Gouet, Jaillet, Julia, Lanfranchi, Laugé, Mandet, Menu, Milhorat, Soret.

MM. Alletru, André, Bartoloméo, Baudrand (A.), Bauducel, Bastien, Béchon, Beffarat, Berthet, Besson, Boissy, Bories. Boué, Brignon, Bruyelle, Calmels (S.), Calmels (H.), Calzia (A.), Calzia (J.), Cambours, Carle, Caussadette, Chambrin, Charpentier, Chassang, Coutanceau, Dalby, Daste, Daydé, Demon, Diziain, Dumontel, Echaubard, Fantout, Février, Fougeroux, Georgin, Gourdelier, Gourio, Granjard, Guy, Hureaux, Jambu, Ladouce, Lalande, Lamarque, Larivain, Latournerie, Lebayle, Legoubey, Lepine, Levrat, Lioret (A.), Lioret (G.), Maguin, Malochet, Marcel (A.), Marcel (E.), Massin, Mincel, Miramand, Mirasson, Moireau, Moscati, Moyne, Nègre, Nicolle (E.), Nicolle (L.), Pagès, Paillardan, Pallas, Parant, Paris, Peynard, Pomiers, Roche, Rochefort, Rondeel, Roumier, Rous, Ruffier, Sauvat, Scagliotti, Sempé, Téron (A.), Téron (B.), Téron (P.), Thiébaut, Tisserand, Touzi, Valette, Vidal (J.), Vidal (L.).

Exposition Universelle

PARIS 1889



VUE GÉNÉRALE DE L'EXPOSITION PRISE DU TROCADÉRO

Exposition Universelle

PARIS 1889



La Tour Eiffel. — Vue prise du Dôme Central

Exposition Universelle

PARIS 1889



La Tour Eiffel. — Vue prise du quai de Billy



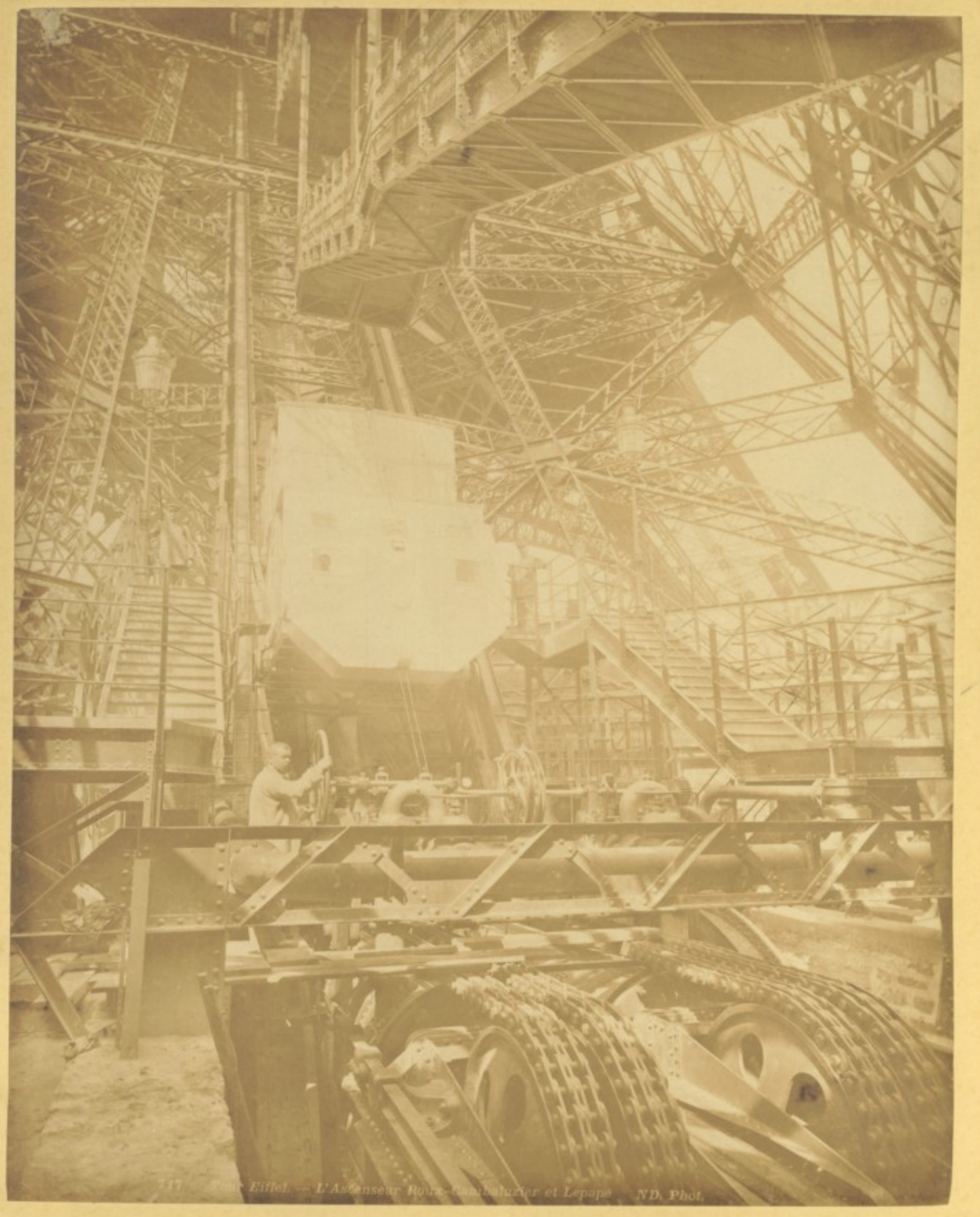
La Tour Eiffel. — Pile Est

Exposition Universelle

PARIS 1889



La Tour Eiffel et le Trocadéro



La Tour Eiffel. — Ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape

Exposition Universelle

PARIS 1889



La Tour Eiffel. — Ascenseur du 2me Étage

Exposition Universelle

PARIS 1889



La Tour Eiffel. — Détail d'un Arbalétrier du 2me Étage

Vue sur les Champs-Élysées et le quartier des Invalides