

GUSTAVE EIFFEL ET SON OEUVRE

Albert France-Lanord

On ne peut évoquer la construction métallique pendant la seconde moitié du XIX^e siècle sans prononcer le nom de Gustave Eiffel, qui est devenu inoubliable par la tour qui domine Paris, mais on connaît généralement mal l'homme et ses travaux, ainsi que le rôle exact qu'il a joué dans l'histoire des techniques et dans celle de l'architecture. Si quelques ouvrages ont été consacrés à la Tour, les nombreuses archives d'Eiffel, tant industrielles que personnelles, n'ont pas encore été dépouillées, aussi l'histoire complète de Gustave Eiffel et de son oeuvre reste-t-elle encore à écrire.

Eiffel est né à Dijon en 1832. Son arrière-arrière grand-père, Jean-Marie Boenickhausen, originaire de Marmangen près de Cologne, était venu s'établir à Paris au début du XVIII^e siècle et prit le nom d'Eiffel-Boenickhausen pour plus de commodité, mais ce n'est qu'en 1880 que Gustave, à la suite d'un jugement, put légalement remplacer le nom de son ancêtre par celui qui n'était qu'un surnom. Il est intéressant de constater que des hommes de la région de Cologne auront contribué à orner Paris, comme Hittorf, constructeur de la Gare du Nord, qui a également aménagé les Champs Elysées et la Place de la Concorde, ou Haussmann, né à Paris d'une famille originaire de l'Electorat de Cologne, fixée en Alsace au XVIII^e siècle. Le père de Gustave, ancien militaire, s'était marié à Dijon. Bien que de condition assez modeste, ses parents lui firent faire de bonnes études. Il entre à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures d'où il sort ingénieur chimiste, car il pensait entrer dans une fabrique de vinaigre d'un de ses oncles. Il trouve diverses situations chez Nepveu, ingénieur-constructeur de matériel de chemin de fer, puis à la Compagnie des Chemins de Fer de l'Ouest, puis revient chez Nepveu fusionné avec la Société Pauwels. C'est alors qu'il s'initie à la construction métallique et à 26 ans il a la responsabilité de la construction d'un grand pont ferroviaire à Bordeaux.

En 1867, il crée sa propre entreprise, les Ateliers de Construction Mécanique de Levallois. Il s'était déjà fait connaître dans le milieu des Chemins de Fer alors en plein essor et les commandes ne lui manquèrent pas. Chargé comme ingénieur d'établir un projet de fermes en arc pour la Galerie des Machines à l'exposition de 1867, il établit une méthode de calcul pour déterminer le module d'élasticité des pièces composées. Ce travail servira de point de départ au calcul de tous ses grands ouvrages.

Comme le montre le reste de sa carrière, Eiffel est à la fois un excellent ingénieur, possédant une certaine hardiesse, car il n'hésite pas à entreprendre de très grands ouvrages, et aussi un très grand homme d'affaires, traitant de très grands travaux souvent à l'étranger et prenant des risques considérables.

Très vite, cette personnalité l'emporte sur celle du simple ingénieur. Il possède une excellente équipe de collaborateurs, et bien que ne se désintéressant pas de la technique, c'est surtout à son métier de chef d'entreprise qu'il consacre toute son énergie. Il fallait pour cela beaucoup de relations, de grands moyens financiers, la capacité de s'imposer, un certain goût du risque qui le conduisit à entreprendre des travaux de plus en plus considérables. Sa carrière industrielle ne dure en fait que 23 ans, ce qui est relativement court, mais il met en oeuvre 80.000 tonnes de fer, soit plus de 3.000 tonnes par an, ce qui est considérable pour l'époque. Plus de la moitié de ce tonnage est utilisé pour la construction de ponts de chemin de fer. Certains de ces ouvrages, comme le pont sur le Douro ou le viaduc de Garabit, sont d'une très grande audace. La construction de la Tour de 300 mè-

tres à Paris fut pour lui un triomphe.

En même temps, il se lance dans sa plus audacieuse affaire, la construction des écluses du Canal de Panama qui lui fournissait une commande de 31.000 tonnes de fer et des travaux de terrassement considérables. Malheureusement, l'affaire finit mal à la suite d'un scandale politico-financier et Eiffel quitte, à 60 ans, le monde des affaires pour se consacrer uniquement à des travaux scientifiques, en particulier sur la résistance au vent des constructions métalliques, puis sur l'aérodynamique, domaine dans lequel il a été incontestablement le pionnier. Il est mort en 1923 à Paris, âgé de 91 ans, ayant publié 31 ouvrages sur divers travaux. Telle fut, très résumée, la carrière de cet homme dont nous allons tenter maintenant d'analyser la réelle importance dans l'histoire des techniques et de l'architecture.

Ce n'est donc pas l'homme d'affaires qui nous intéresse ici directement, encore que ce rôle ne puisse être séparé de celui de l'ingénieur. Ingénieur, il le fut pleinement dans ses débuts, mais c'est plus à la réalisation des ouvrages qu'il s'attache, qu'à leur conception, tout au moins pendant les premières années de sa carrière industrielle. Excellent chef d'entreprise, il sait constituer des équipes de valeur. Son principal travail est d'abord de trouver des affaires à traiter, de les traiter dans de bonnes conditions et de les réaliser dans les meilleurs délais.

Construisant la plupart du temps pour les grandes administrations, il est tenu, pour le calcul des ouvrages d'art, de suivre les normes qui lui sont imposées. C'est ainsi qu'il applique pour le calcul des arcs la méthode de De Dion, les formules de Clapeyron pour les tabliers et la méthode de Culman pour les piles.

A partir de 1876, Eiffel entreprend des ouvrages de plus en plus grands, en particulier des ponts. Franchir des rivières profondément encaissées par une seule arche pouvait constituer une économie sur le tracé des voies. C'est ce qui conduisit l'ingénieur à construire les ouvrages considérables de Maria Pia sur le Douro, puis de Garabit, qui dépassant 500 mètres d'ouverture pour une seule arche, avec des tonnages de fer de 30 à 40.000 tonnes, représentent à la fois des prouesses techniques et de très belles affaires. Pour réaliser avec succès de tels travaux, il fallait une préparation du travail très poussée, au bureau d'études, à l'usine et à l'atelier de fabrication des pièces et de pré-montage des éléments. Le travail sur le chantier se réduisant au montage de grands éléments avec des échafaudages ou des procédés de lancement originaux. Dans ce domaine, Eiffel et son équipe sont réellement des créateurs qui ont engendré un progrès technique.

L'audace dont fait preuve le constructeur, tant sur le plan commercial que sur le plan technique, étonne parfois, mais elle est parfaitement pensée et réfléchie. Les montages s'effectuant avec une rapidité et une précision qui étonnent les contemporains. Les accidents sont pratiquement inconnus (un mort par imprudence à la Tour). Les méthodes de préfabrication utilisées par Eiffel se révèlent efficaces: 30 à 40 % des rivets sont posés sur le chantier, le reste l'ayant été dans l'atelier de préparation. Ceci est possible grâce à une étude très fine comportant de très nombreux plans, précédant un tracé des pièces rigoureusement contrôlé. C'est tout ce travail qui fait de Gustave Eiffel le premier constructeur de son temps.

Une chose peut surprendre, c'est l'emploi systématique par Eiffel du fer puddlé, même à une époque à laquelle l'acier est couramment utilisé. Entre 1875 et 1880, le prix de l'acier baisse, les maîtres de forge français en produisent de plus en plus et les constructeurs n'hésitent pas à l'employer (Galerie des Machines, Pont du Forth). Ceci peut nous sembler un refus technologique. Il s'explique par deux séries de raisons. Quand Eiffel commence, en 1867, l'acier est rare et cher, inégal de qualité et on a un peu peur de l'employer pour des

ouvrages d'art. Eiffel ayant une parfaite maîtrise du calcul des ouvrages en fer, possédant sans doute ses tables et ses abaques, ayant fait faire de très nombreux essais de résistance, ne voit pas la nécessité de remplacer un métal qui lui donne satisfaction par un autre qu'il connaît mal et dont il se méfie. Lors d'une conférence faite en 1888, il reconnaît que les propriétés de l'acier sont difficiles à définir, que sa résistance n'est pas très supérieure à celle du fer, et que sa limite d'élasticité plus élevée rend les fabrications délicates.

Eiffel n'utilisera l'acier que pour la fabrication de ponts préfabriqués destinés à l'Indochine et devant être allégés. Mais un autre fait explique aussi cet emploi exclusif du fer puddlé. Tous les fers employés par Eiffel viennent des usines de Pompey en Lorraine. Les propriétaires, Messieurs Fould Dupont étaient liés avec Eiffel par des accords financiers, et leur premier four Martin ne sera mis à feu qu'en 1888.

Eiffel, ingénieur et homme d'affaires, n'a pas été architecte. Il fait appel parfois à eux pour ses ouvrages, ou exécute leurs projets, mais l'architecture proprement dite ne l'attire pas. Il remarquera pourtant que les données mathématiques qui conduisent au dessin de la Tour lui donneront une ligne parfaitement esthétique et que la construction métallique peut être parfaitement harmonieuse à condition de suivre les données du calcul.

La Tour n'était pas un ouvrage très difficile à concevoir ni à exécuter, beaucoup moins que les grands viaducs, mais cet ouvrage sans utilité pratique, planté en plein Paris, considéré au début comme scandaleux par tout un groupe d'artistes et d'intellectuels, devait finalement rencontrer auprès du public un succès considérable et contribuer ainsi à la diffusion de la construction métallique. Les charpentes réputées laides et tolérées par ce qu'elles son indispensables, deviennent grâce à la Tour l'objet de l'étonnement, puis de l'admiration et ce monument, dont le mérite est d'être à l'époque le plus haut du monde, va donner à la construction métallique ses lettres de noblesse.

Maintenant, que bien des ouvrages ont dépassé en hauteur la tour de 300 mètres, les visiteurs sont toujours aussi nombreux et toujours aussi en admiration devant ce qui n'est plus de l'audace, mais ce qui est devenu de la beauté.

Et c'est par là que l'oeuvre de Gustave Eiffel prend toute sa signification. S'il a été poussé à cette entreprise par une tendance inconsciente au gigantesque, car Eiffel est certainement mégalomane non testable au gigantesque, mais par patriotisme et par goût du risque et des affaires, les sept millions de kilos de fer projetés dans le ciel de Paris auront permis à des millions de personnes de découvrir la construction métallique et ses possibilités, et c'est là ce qui est le plus significatif de l'oeuvre d'Eiffel.

Le projet initial de la tour est due à deux ingénieurs de la Société Eiffel, Emile Nouguier et Maurice Koechlin dès 1884. L'architecte Stephen Sauvestre s'associa ensuite à eux. C'est en 1887 que la Ville de Paris décida la construction d'une tour de 300 mètres à l'occasion de l'exposition de 1889 qui commémorait le centenaire de la Révolution. Un concours fut ouvert et le projet d'Eiffel retenu. Les études durèrent 18 mois pendant lesquels 4.000 mètres carrés de plans furent produits. Les pièces préparées en atelier étaient tracées, délimitées, percées et partiellement montées à Levallois, si bien que le montage sur place, commencé en juillet 1887, fut terminé fin mars 1889. Il fallut quelques 7.400.000 kilos de fer puddlé pour faire 16.000 pièces dans lesquelles on perça 7.000.000 de trous pour poser 2.500.000 rivets dont moitié au montage. Le poids de la Tour n'excède pas celui d'un

cylindre d'air de même hauteur et dont la base inscrirait celle des quatre pieds. La Tour a coûté 7.799.401,31 francs. Le métal est du fer puddlé contenant de très nombreuses inclusions de silice, 0,3 à 0,4 % de phosphore, 0,03 de soufre et 0,04 de manganèse. Ce métal a très bien résisté à la corrosion et à la fatigue si bien que la Tour est en bon état. On l'allège actuellement des quelques 1.000.000 de kilos de charge supplémentaire qui avaient au cours du temps été ajoutés à la première plate-forme. La Tour est repeinte tous les sept ans: il faut 30 tonnes de peinture et 40.000 heures de travail.

Actuellement, 3 millions et demi de personnes visitent la Tour chaque année.