



Conférence du 18 avril 2000

GUSTAVE EIFFEL ET SON ŒUVRE

par Claude Bonétat

Natif de Châteauroux (Indre), Claude Bonétat a vécu plusieurs années à Tours avant de poursuivre sa carrière en région parisienne. Petit-fils de Compagnon sabotier du Devoir, il s'est toujours passionné pour les sciences et les techniques.

Titulaire de ses certificats de Constructions civiles du CNAM, il a consacré sa vie professionnelle à la technologie des procédés de construction.

Après avoir travaillé en entreprise, il entre en 1975 à La Fédération Nationale du Bâtiment à Paris, en qualité d'ingénieur chargé de la normalisation des matériels de chantier et de la Sécurité du travail. À ce titre, il fait partie en 1987-1988, de la délégation française à la Conférence Internationale du Travail du B.I.T. à Genève. En 1990, il est nommé ingénieur conseil au ministère de l'Emploi et de la Solidarité.

L'œuvre de Gustave Eiffel, et en particulier la Tour, le passionne depuis de nombreuses années en raison de sa hardiesse technique et de la personnalité de ses constructeurs.



GUSTAVE EIFFEL ET SON ŒUVRE

Pourquoi un exposé sur Gustave Eiffel dans un cycle de conférences relatives au Compagnonnage ? À première vue, le lien ne paraît pas évident et pourtant il existe.

En effet, au premier étage de la Tour de 300 m, une plaque commémorative rend hommage à Eugène Milon, chef de chantier à la Société Eiffel, Compagnon charpentier du Devoir de Liberté dit « Guépin le Soutien de Salomon », et à ses équipes « d'Indiens », qui ont assuré le montage de l'édifice sous la direction d'un conducteur de travaux qui se nommait Jean Compagnon (*sic*).

Eugène Milon avait intégré cette société de constructions métalliques à l'âge de 20 ans en 1879 et y fit toute sa carrière.

Gustave Eiffel a fait ses études d'ingénieur à l'École Centrale de Paris d'où il est sorti avec son diplôme en 1855. Sa carrière devait être toute tracée : il devait travailler avec son oncle qui possédait une affaire de produits chimiques puis en prendre la succession après la retraite de ce dernier. Or, ce beau programme fut troublé durant les années d'études de Gustave. Pour des raisons à la fois familiales et politiques, le père et l'oncle se brouillèrent. Ainsi notre jeune diplômé se trouva sans projet précis à la sortie de l'école.

Ce sont les premières années du Second Empire. L'activité industrielle prend de l'essor, stimulée par la construction des chemins de fer. Après deux années où il cherche sa voie, Gustave fait un bref passage chez Nepveu, qui a vite des ennuis financiers, puis un court séjour aux Chemins de fer de l'Ouest, et il est enfin embauché à la Société Pauwels & C^{ie}, constructeurs de matériel ferroviaire (rails, locomotives, ponts, etc.).



Eugène Milon,
« Guépin le Soutien de Salomon »,
né à Loury (Loiret) en 1859,
décédé à Paris en 1917.

C'est alors que commence la carrière ô combien remplie de Gustave Eiffel, qui peut se diviser en trois périodes bien distinctes :

- tout d'abord Eiffel entrepreneur ;
- une fin de carrière consacrée à la recherche sur l'aérodynamisme ;
- avec, entre les deux, la construction de la Tour de 300 m qui porte son nom ;

auxquelles on peut aussi ajouter l'épisode du canal de Panama.

Nous sommes en 1857. Regardons la carte des lignes de chemin de fer de l'époque. Pour aller en Bretagne le train s'arrête à Laval. Le Massif Central est encore entièrement isolé. Et pour rejoindre Nice à Marseille, il faut trouver une place dans une diligence. Le train va jusqu'à Bayonne mais avec un handicap : à Bordeaux, faute d'un pont sur la Garonne, un transfert fatigant et coûteux s'impose aux voyageurs. En effet, le réseau d'Orléans s'arrête sur la rive droite de la Garonne et le réseau de la Compagnie du Midi repart sur la rive gauche. Notons que Napoléon III et sa femme Eugénie de Montijo affectionnent tout particulièrement Biarritz.

Le franchissement de la Garonne devient donc un impératif stratégique. L'ingénieur en chef de la Compagnie du Midi présente donc officiellement un avant-projet de pont en mars 1857. Après une année de tractations, la Compagnie signe le contrat de la construction du pont de Bordeaux avec Pauwels en janvier 1858.

Chez Pauwels, Gustave Eiffel est chargé de la direction des études du pont et des approvisionnements, puis il part à Bordeaux où il prend la direction des travaux. Il a 26 ans. Pourtant très jeune, il montre sur ce chantier des qualités certaines de meneur d'hommes et d'organisateur, qualités héritées de sa mère. Innovateur, il utilise pour la première fois en France des caissons à air comprimé pour la réalisation des fondations des piles du pont dans le lit d'une Garonne tumultueuse.

La réalisation réussie de cet ouvrage important, le premier que réalisa Eiffel sous sa responsabilité (plus de 500 m de longueur pour un poids de 2 654 tonnes), terminé en 1860, fut un facteur déterminant pour sa carrière.

À partir de ce moment, sans le savoir, Gustave Eiffel a devant lui un potentiel de 300 ouvrages, réalisés sous différentes formes juridiques : salarié, ingénieur-conseil, entrepreneur. Eiffel, dans cette deuxième partie du XIX^e siècle, n'a pas dépassé en tonnage le 8^e rang des constructeurs métalliques de l'époque (Cail, Five Lille...) mais il a gagné une place enviable en audace et en technique.

Nous ne pouvons pas être exhaustif ; citons pourtant quelques ouvrages, parmi les plus connus du public. Après le pont de chemin de fer de Bordeaux, les ouvrages construits par Gustave Eiffel fleurissent dans le Massif Central : le pont de Capdenac et le viaduc de Rouzat sur la Sioule sont réalisés en 1860-69, puis en 1871-74, ce sont des ouvrages en Amérique du Sud.

C'est alors qu'à partir de 1872, il entreprend la construction des ouvrages d'art de la ligne de chemin de fer de Tours aux Sables d'Olonne. Dans la région, notamment à Tours, subsistent des traces du pont dit « de la Vendée », en aval de l'avenue de Grammont : la pile centrale

dans le lit du Cher et la culée sont encore visibles côté rive droite ; rive gauche, on devine encore la prolongation du talus qui portait la voie.

Gustave Eiffel continue à accroître la liste de ses réalisations : 1869, le pont sur la Marne à Château-Thierry ; 1870, le pont tournant à Dieppe ; 1872, le pont de chemin de fer sur la Vienne à Chinon ; la couverture de la cour du lycée Carnot en 1874 ; la gare de l'ouest, à Pest, en Hongrie.

C'est alors que Gustave Eiffel concourt pour obtenir le marché du pont Maria-Pia sur le Douro au Portugal, proposant un prix inférieur à celui de ses concurrents dû à l'audace technique du projet. Cette réalisation en 1875-77 (hauteur : 61 m, ouverture de l'arc : 160 m, poids : 1 450 tonnes) lui fut bénéfique pour les grandes et prestigieuses constructions dont il obtint les commandes par la suite, notamment le pont de Cubzac en 1879-84, puis le viaduc de Garabit sur la Truyère (hauteur : 122 m, ouverture de l'arc : 165 m, poids 3 350 tonnes) dans les mêmes années. Citons encore quelques ouvrages : le pont routier de Savonnière, en 1879, aujourd'hui remplacé par un pont en béton, la même année l'ossature des magasins du Bon Marché à Paris et un peu plus tard, la verrière du siège du Crédit Lyonnais boulevard des Italiens, la coupole de l'Observatoire de Nice dont la rotation est assurée par un flotteur annulaire plongeant dans un réservoir lui-même annulaire.

C'est dans ces années que Gustave Eiffel, pour augmenter le potentiel de son entreprise, s'est adjoint les services de Nouguier, ingénieur civil des Ponts et Chaussées, puis de Koechlin, ingénieur de l'école polytechnique de Zurich. En 1879, Eugène Milon suit Jean Compagnon qui avait déjà intégré l'entreprise lors de la construction du pont sur le Douro.

Pour célébrer la participation française à l'indépendance de l'Amérique, dès 1865, les politiques de l'époque envisagent d'offrir aux États-Unis une statue glorifiant la Liberté. L'œuvre fut confiée au sculpteur Bartholdi qui s'entoura de l'assistance de Viollet-le-Duc pour la réaliser. Ce dernier décéda dès le début de la conception ; alors Bartholdi se tourna vers Gustave Eiffel. Ce dernier reprit le projet et, ayant acquis l'expérience de la stabilité des piles de pont, imagina une ossature centrale à l'intérieur de la statue pour lui permettre de résister à la pression exercée par les vents toujours violents au bord de la mer. La statue fut construite aux établissements Gaget et Gauthier, rue de Chazelles à Paris, où montée à « blanc », elle fut visible avant son départ pour les États-Unis.



Le pont sur la Garonne, à Bordeaux, construit de 1858 à 1860.

Cliché Claude Bonétat



Achèvement de l'arche du viaduc de Garabit.

Cliché Archives Départementales de la Lozère

Le montage de l'arche du viaduc de Garabit.

Cliché Archives Départementales de la Lozère





En haut, au centre, Eugène Milon
dans la Tour Eiffel.

Phot. vers 1889. Coll. part.

Transportée en pièces détachées, remontée sur l'île de Bedloe face à New York, son inauguration intervint en 1886. Monsieur Gaget avait emmené avec lui une provision importante de petites statues en modèle réduit de quelques centimètres de hauteur qu'il vendit aux Américains, lesquels les baptisèrent aussitôt « gadgets » !

C'est alors que l'on arrive à la fin du XIX^e siècle. La défaite de Sedan étant encore dans les mémoires, les parlementaires de l'époque voulurent montrer au monde que la France était une grande nation industrielle. Le centenaire de la Révolution Française leur offrait l'occasion de provoquer une manifestation commémorative. Dès 1884, l'idée d'une exposition est dans l'air et se trouve relancée avec la réélection de Jules Grévy à la présidence de la République, alors que Freycinet reprend la présidence du Conseil et Sadi-Carnot le ministère des finances. Ainsi est enclenché le processus irréversible de l'Exposition Universelle de 1889.

Depuis cinquante ans, des idées très diverses ont germé à travers le monde, instituant un concours informel portant sur la réalisation d'un ouvrage de grande hauteur, notamment une tour ou une colonne de milles pieds. Quelques projets ont été entrepris en Angleterre

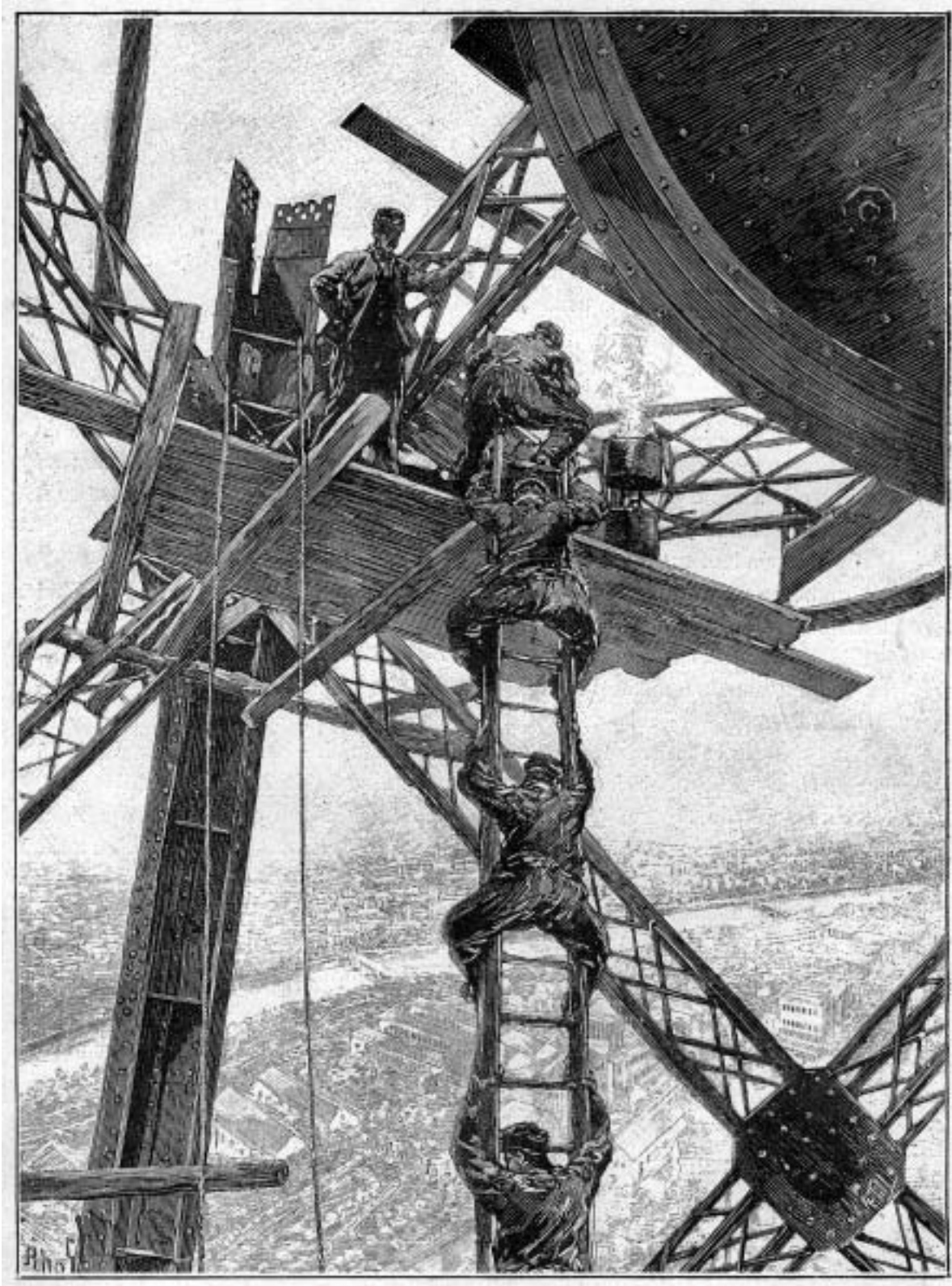
et en Amérique, mais aucun n'a abouti. Il restait donc de la place dans le « livre des records » pour y inscrire un ouvrage de 300 mètres de hauteur. Cet ouvrage devait exister un jour : ce fut la Tour Eiffel.

Ce sont messieurs Nougier et Koechlin, ingénieurs à la société Eiffel, qui eurent les premiers l'idée, en 1884, d'un grand pylône à quatre pieds de 300 mètres de hauteur, qui pourrait être la flamme de l'exposition de 1889. Ce projet, présenté à Gustave Eiffel, ne retient pas dans l'immédiat son attention, mais le projet remanié par l'architecte Sauvestre lui plaît enfin et en homme d'affaires, il prend un brevet et intéresse financièrement ses collaborateurs.

En tout, la construction de la Tour dura 26 mois. Ce fut un bel exploit, grâce à une excellente organisation, due aux qualités de Gustave Eiffel, déjà révélées lors de la construction des viaducs Maria-Pia sur le Douro au Portugal et de Garabit sur la Truyère en France.

L'acier était connu et commençait à faire son apparition, mais à l'époque, l'acier « puddlé », ne présentait pas de garantie de constance de ses caractéristiques mécaniques. Par précaution, Eiffel ne retint donc que le fer, mieux connu.

Les fondations nécessitèrent aussi études et réflexions. Le pilier nord devant être construit dans l'ancien lit de la Seine, il utilisa un caisson à



air comprimé pour se soustraire aux inconvénients dus à une telle situation. Craignant par la suite un affaissement, il introduisit prudemment des presses à eau de force 800 tonnes entre les assises des pieds de la Tour et la maçonnerie, afin d'avoir toute liberté pour régler, le moment opportun, l'assiette de l'édifice.

Les opérations de montage, sous la direction de Jean Compagnon, conducteur de travaux avec Eugène Milon, chef de chantier, et ses

Descente des ouvriers pendant la construction de la Tour Eiffel.

Gravure XIX^e s.



Gustave Eiffel arborant le drapeau tricolore durant le couronnement de la Tour, le 31 mars 1889.

Gravure XIX^e s.

« Indiens », reposèrent sur une technique élaborée par Eiffel. Des grues d'une puissance de 3 tonnes et d'une portée de 12 mètres pour assurer l'approvisionnement des pièces au niveau voulu. Au nombre de quatre jusqu'au deuxième étage, puis de deux jusqu'au sommet de la Tour, installées dans les poutres destinées par la suite à recevoir les chemins de roulement des ascenseurs, elles s'élevèrent par leurs propres moyens avec la construction.

Le 14 juillet 1888, le deuxième étage est atteint et l'on y tire un premier feu d'artifice. Les travaux se terminèrent sans accident grave pour les opérateurs, au prix d'une seule grève d'une semaine. La fête du chantier fut célébrée le 31 mars 1889. La Tour était terminée avec un mois d'avance sur la date prévue, le 6 mai, lendemain du centenaire des États Généraux. Les ascenseurs n'étaient pas opérationnels et tous les participants à cette inauguration durent monter à pied les 1 790 marches qui conduisaient au sommet. Les premiers ascenseurs, tous hydrauliques, furent accessibles au public à partir du 26 mai de cette même année.

Aujourd'hui, malgré ses 110 ans passés, la Tour Eiffel, laboratoire scientifique, fait

l'objet de légendes qui n'ont rien de la rigueur développée par un esprit cartésien :

- la tête de la tour ne se déplace que de 18 cm en conjuguant l'effet du soleil, qui la fait tourner comme un tournesol, et celle du vent, s'il agit dans le même sens ;
- la Tour ne repose pas sur des vérins hydrauliques. Cette légende est tenace. Nous pensons qu'elle provient du fait que des presses à eau de force 800 tonnes ont été introduites sous ses pieds, lors de sa construction, pour corriger l'assiette de l'édifice lorsqu'il atteint le premier étage. Ces vérins ne sont pas restés en place, la Tour est assise sur des massifs en maçonnerie.

Comme toute nouveauté, la Tour de 300 mètres a eu beaucoup de détracteurs. À l'époque de sa construction François Coppée l'assimile à une gigantesque et noire cheminée d'usine et Verlaine à un squelette de beffroi. Mais elle eut son utilité :

- Ducretet a réalisé avec la Tour lui servant d'antenne sa première liaison radiophonique en 1898 ;
- en 1925, elle a offert la possibilité d'effectuer les premiers essais de télévision ;
- dans les années 1900, elle a permis à Gustave Eiffel de procéder à ses premières recherches sur les pressions exercées par la vitesse du vent ;
- elle a montré au monde une grande marque d'automobile ;



- elle a porté pendant un temps un phare signalant Paris à la circulation aérienne ;
- aujourd’hui encore, le ministère de l’Intérieur l’utilise comme émetteur pour ses activités.

Enfin la Tour de 300 mètres est une somme de performances :

- sa masse totale est d’environ 10 000 tonnes, dont 7 300 tonnes de charpentes métalliques, mais en fait sa masse volumique est plus légère que la masse d’air contenue dans le cylindre ayant pour base le cercle

Les ascenseurs de la Tour Eiffel.

Gravure XIX^e s.



Tour Eiffel en bois détouré
(échelle 1/300^e),
œuvre d'un charpentier.
Musée du Compagnonnage, Tours.

circonscrit à ses pieds sur 320 mètres de hauteur ;

- il faut 45 tonnes de peinture pour la repeindre tous les 7 ans ;
- elle peut recevoir simultanément 10 000 visiteurs.

Elle n'eut pourtant pas que des jours glorieux : après avoir reçu deux millions de visiteurs en 1889, elle fut boudée : un million seulement lors de l'exposition de 1900 et encore moins en 1937, où elle n'en reçut que 800 000. Entre les deux guerres, 150 000 à 600 000 personnes se présentèrent chaque année pour aller ascensionner l'œuvre de Gustave Eiffel. Depuis la Libération, avec l'ouverture du monde, la facilité apportée aux grands déplacements par l'abaissement des prix des transports aériens et l'intérêt que nous portons maintenant au Patrimoine, sa fréquentation va croissant. Ouverte de nouveau au public en 1946-1947 où un million de touristes se précipitèrent dans ses ascenseurs, sa fréquentation augmente régulièrement puisqu'elle a atteint 6 300 000 visiteurs en 1999.

La Tour terminée, Eugène Milon entre à la Société de la Tour Eiffel en qualité de chef du service technique chargé de l'entretien et du fonctionnement des différentes installations. Puis le 1^{er} juin 1891, il est nommé directeur de la Tour. C'est dans ces nouvelles fonctions que pour l'Exposition Universelle de 1900, il mène à bien l'étude et la réalisation des travaux d'installation des nouveaux ascenseurs électriques, des illuminations et des machines destinées à produire la force motrice et l'électricité.

La Tour terminée, Gustave Eiffel a atteint l'apogée de sa carrière de constructeur. À la demande des établissements Daydé et Pillé qui vont fabriquer le tablier métallique, il procède encore à la réalisation des fondations du pont-canal de Briare sur la Loire, œuvre remarquable, encore visible aujourd'hui.

Consulté pour la construction du canal de Panama, Gustave Eiffel ne s'intéressa pas à l'affaire, pensant que la réalisation du canal « à niveau » souhaité par Lesseps n'était pas la bonne solution, la construction d'un canal à écluses s'imposant, étant donné le franchissement de l'isthme rendu difficile par la présence d'un relief accidenté. Après une première catastrophe humaine et financière, Ferdinand de Lesseps entraîna, bien malgré lui, Gustave Eiffel dans cette aventure en acceptant la solution du canal à écluses.

La société Eiffel se vit alors attribuer la commande de dix portes d'écluses pour la somme de 125 millions de francs. Mais la compagnie du canal du suspendre de nouveau ses paiements et fut mise en liquidation. Eiffel essaya de sauver la situation en investissant de l'argent. La

liquidation traîna en longueur et le scandale éclata. La justice rechercha les responsabilités et Gustave Eiffel fut condamné à une amende et à une peine de prison. Le jugement fut cassé en 1893 mais Eiffel garda de cette aventure beaucoup d'amertume. Après l'étude de quelques projets non réalisés (ligne de métro, tunnel sous la Manche et un observatoire sur le Mont-Blanc) il confia la gestion de sa société à son gendre Adolphe Salles, polytechnicien, mari de sa fille aînée Claire.

Pendant sa longue carrière de constructeur, Eiffel se trouva très souvent confronté aux problèmes de stabilité posés par les ouvrages de grande hauteur exposés aux efforts dus à la vitesse du vent. Ainsi, en janvier 1884, pour construire le pont de la Tardes sur la ligne de chemin de fer de Montluçon à Eygurandes, la technique du lancement fut retenue. Pendant une telle opération, le tablier se trouve en porte-à-faux jusqu'au moment où il trouve appui sur la pile suivante. Dans la nuit du 26 au 27 janvier, un ouragan précipita le tablier dans le fond de la vallée. La force développée par le vent était à l'origine de la catastrophe. La relation de Bernoulli était connue, mais on manquait à l'époque de précisions sur les effets de hauteur, de site et surtout sur l'aérodynamisme.

Gustave Eiffel, profitant de sa disponibilité, se lança alors dans l'étude des phénomènes météorologiques. Tout d'abord (1903-1905), il utilisa sa Tour pour réaliser ses premières recherches sur la résistance de l'air. Un appareil de chute descendait du deuxième étage le long d'un câble tendu entre celui-ci et le rez-de-chaussée. Sur le mobile était installée la section à étudier, un système enregistreur relevait les paramètres aérodynamiques. Ce dispositif ne permettait pas d'étudier des surfaces importantes. Pour parfaire le résultat de ses expériences, il installa sur le Champ de Mars sa première soufflerie. Elle fut démontée en 1911 à la demande de la municipalité et en 1912 il monta un laboratoire d'aérodynamisme avec une soufflerie au 67 de la rue Boileau, à Passy. Depuis cette date, cette soufflerie, qui existe toujours, n'a jamais cessé ses activités. C'est en 1910 que Gustave Eiffel édite son livre : *La résistance de l'air, examen des formules et des expériences*, premier ouvrage connu apportant une réelle connaissance dans le domaine de l'aérodynamisme. Prolongeant ses travaux dans son laboratoire de Passy, Eiffel s'intéressa aux dirigeables et aux hélices. Avec Breguet, il construisit deux avions. À ses frais, pendant plusieurs années, il édita un bulletin météorologique.

Inlassable, Gustave Eiffel travailla dans sa soufflerie tous les jours jusqu'à l'âge de 88 ans. Né en 1832, il décéda en 1923 à l'âge de 91 ans. Il avait assisté aux obsèques d'Eugène Milon en 1917, décédé prématurément à 58 ans, à l'occasion desquelles il prononça un discours très élogieux pour son ancien collaborateur.

Illustration de la double page suivante :
Rassemblement des Compagnons
de la Fédération Compagnonnique
des Métiers du Bâtiment
et des Compagnons allemands, danois
et belges, le 25 mars 1984,
lors de l'inauguration de la plaque
apposée sur la Tour Eiffel à la mémoire
d'Eugène Milon,
« Guépin le Soutien de Salomon ».
Photo M. Censier, CCEG.



