



ACADÉMIE
DES SCIENCES
INSTITUT DE FRANCE

Comptes Rendus

Mécanique

Jean Molveau

La machine à vapeur dans l'aérostation au XIX^e siècle

Volume 352, Numéro spécial S1 (2024), p. 9-16

En ligne depuis le 15 novembre 2024

Numéro publié le 15 novembre 2024

Numéro spécial : Hommage à Denis Papin

Rédacteur en chef invité : Bruno Chanetz (Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), BP80100, 91123 Palaiseau Cedex, France)

<https://doi.org/10.5802/crmeca.257>



Cet article est publié sous la licence

CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



*Les Comptes Rendus. Mécanique sont membres du
Centre Mersenne pour l'édition scientifique ouverte*
www.centre-mersenne.org — e-ISSN : 1873-7234



Histoire des sciences et des idées / *History of Sciences and Ideas*

Hommage à Denis Papin / *A tribute to Denis Papin*

La machine à vapeur dans l'aérostation au XIX^e siècle

The steam engine in aerostation in the 19th century

Jean Molveau ^a

^a ACEBD (Association pour un Centre Européen des Ballons et Dirigeables), France

Courriel: j.molveau@yahoo.fr

Résumé. L'emploi de la machine à vapeur se généralise dans tous les secteurs au XIX^e siècle. Mais pour ce qui est de l'aérostation, elle est l'apanage d'un seul et unique personnage, Henri Giffard. Depuis l'avènement des ballons en 1783, d'innombrables chercheurs songent, sans succès, à rendre les aérostats dirigeables. La première tentative crédible, en 1852, est due à Henri Giffard qui utilisa une machine à vapeur sous l'enveloppe de son ballon allongé gonflé à l'hydrogène. C'est le premier aéronef motorisé de l'histoire de l'humanité !

Quelques années plus tard, il développera tout un système de ballon captif, également mû par la machine à vapeur, un bijou de technologie qui constitua l'une des principales attractions de l'Exposition universelle de Paris en 1878, le « Grand ballon captif de la cour des Tuileries ». Les principes mécaniques de ce ballon à gaz sont encore utilisés aujourd'hui.

Abstract. The steam engine became widely used in all sectors in the 19th century. But as far as aerostation was concerned, it was the prerogative of one and only one person, Henri Giffard. Since the advent of balloons in 1783, countless researchers had been thinking, without success, of making airships dirigible. The first credible attempt, in 1852, was made by Henri Giffard, who used a steam engine under the envelope of his elongated balloon inflated with hydrogen. . . It was the first motorised aircraft in the history of mankind!

A few years later, he developed a whole captive balloon system, also powered by a steam engine, a jewel of technology that was one of the main attractions at the Paris International Exhibition in 1878, the Grand balloon captif de la cour des Tuileries. The mechanical principles of this gas-powered balloon are still in use today.

Mots-clés. Machine à vapeur, Aérostation, Ballon dirigeable, Ballon captif.

Keywords. Steam engine, Aerostation, Dirigible balloon, Captive balloon.

Manuscrit reçu le 10 janvier 2024, accepté le 30 mai 2024.

Si l'emploi de la machine à vapeur s'est généralisé dans l'industrie durant cette période, son utilisation pour la conquête de l'air reste l'apanage d'Henri Giffard.

Hier, vendredi 24 septembre [1852], un homme est parti, imperturbablement assis sur le tender d'une machine à vapeur, élevée par un ballon ayant la forme d'une immense baleine [...]. Ce Fulton de la navigation aérienne se nomme Henri Giffard. C'est un jeune ingénieur qu'aucun sacrifice, aucun mécompte, aucun péril n'ont pu décourager ni détourner de cette entreprise audacieuse [1].

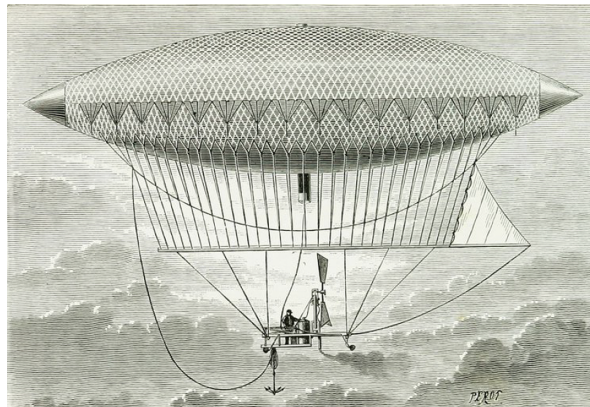


FIGURE 1. Le premier aéronef motorisé et piloté de l'histoire de l'humanité : le ballon dirigeable de 1852 d'Henri Giffard. Coll. de l'auteur

Cette ascension, débutée à l'Hippodrome de Paris¹ prend fin à élancourt, Seine-et-Oise (Yvelines, Trappes aujourd'hui), au terme d'un parcours de 28 km à la moyenne de 6 km/h.

Exploit planétaire, c'est le premier vol réussi d'un aéronef motorisé de l'histoire de l'humanité.

1. Le dirigeable de Monsieur Giffard

Depuis la naissance de l'aérostation en 1783, la montgolfière — le ballon à air chaud —, par les frères Joseph (1740–1810) et Étienne (1745–1799) Montgolfier et la charlière — le ballon à gaz —, par le professeur Jacques Charles (1746–1823), pléthore de chercheurs ont rêvé de rendre le ballon dirigeable. Mais ils ont dû se résoudre à admettre qu'il n'est qu'une bulle en suspension dans l'atmosphère. La dirigeabilité ne sera véritablement obtenue qu'un siècle plus tard, le 9 août 1884 — mais ceci est une autre histoire!

L'homme de 1852 n'est pas un utopiste. Il pratique l'aérostation depuis ses 18 ans, sous la férule de l'un des « grands » de l'époque, Eugène Godard. À l'orée des années 1850, le docteur Leberdier demande à Giffard de concevoir un ballon modèle réduit capable d'évoluer dans son jardin des Champs-Élysées. Cela amène le concepteur à déposer un brevet sur l'application de la vapeur à la navigation aérienne le 20 août 1851.

Aidé par trois élèves de Centrale, Cohen, David et Sciama, il élabore un ballon dirigeable (fig. 1) dont la fabrication est sous-traitée à E. Godard. Giffard est confiant : il a signé un contrat avec le directeur de l'hippodrome pour dix ascensions de son aérostat!

Celui-ci cube 2 500 m³. Il mesure 44 m de long et 12 m de diamètre. Le gouvernail est une voile triangulaire, à la poupe. Le filet qui enserre l'enveloppe remplie de gaz d'éclairage est réuni par une ralingue horizontale de 20 m, à laquelle est suspendue, 6 m plus bas, la nacelle. Laquelle est un brancard en bois sur lequel est fixée la chaudière à foyer renversé alimentée au coke. La machine à vapeur est un monocylindre développant 3 ch, entraînant une hélice tripale propulsive de 3,40 m de diamètre à 110 tours/minute. Le groupe motopropulseur pèse 150 kg. La force ascensionnelle est mesurée à 1 800 kg.

¹Plus qu'un champ de courses équestres comme aujourd'hui, l'Hippodrome de Paris est un lieu où se donnent des spectacles en extérieur. Créé par Victor Franconi, il est inauguré le 4 juillet 1845. Il sera supprimé dix ans plus tard en raison de l'aménagement de la Place de l'étoile. Mais d'autres viendront par la suite, à la Porte Dauphine, à l'Alma et au Champ-de-Mars... Le dernier, Place Clichy, ferme en 1907. L'on y pratique souvent des ascensions en ballons, grande attraction du XIX^e siècle.

Giffard décrit ainsi son aventure :

Je suis parti seul de l'Hippodrome le 24, à 5 heures et quart. Le vent soufflait avec une assez grande violence. Je n'ai pas songé un seul instant à lutter directement contre le vent; la force de la machine ne me l'eût pas permis [...] mais j'ai opéré avec le plus grand succès diverses manœuvres de mouvement circulaire et de déviation latérale. L'action du gouvernail se faisait parfaitement sentir, et à peine avais-je tiré légèrement une de ses deux cordes de manœuvre, que je voyais immédiatement l'horizon tourner autour de moi. Je suis monté à une hauteur de 1 500 mètres, et j'ai pu m'y maintenir horizontalement à l'aide d'un nouvel appareil que j'avais imaginé et qui indique immédiatement le moindre mouvement vertical de l'aérostat. [...] Cependant la nuit approchait, je ne pouvais rester plus longtemps dans l'atmosphère [...], j'étais en ce moment à la plus grande élévation que j'aie atteinte; le baromètre marquait 1 800 m; je m'occupais immédiatement de regagner la terre [1].

Ce vol restera unique, la compagnie du gaz de Passy rechignant à fournir l'approvisionnement pour d'ultérieurs gonflements...

La conclusion est tirée par Gaston Tissandier :

À dater de ce jour, le principe de la navigation aérienne est définitivement créé. M. Giffard, avec une puissance de conception que l'on trouve seulement chez le véritable novateur, avait résolu toutes les difficultés théoriques. Il venait de prouver que l'emploi d'un aérostat très allongé, dont on peut seul espérer la direction, était aussi avantageux que possible par sa marche dans l'air et par les facilités de son atterrissage; il avait trouvé avec hardiesse les conditions de stabilité dans l'atmosphère d'un aérostat allongé [2].

Et d'ajouter :

Enfin, résultat vraiment frappant, M. Giffard, pour la première fois, avait associé ces deux forces : la machine à vapeur et l'aérostat; grâce aux dispositions nouvelles d'un foyer à flamme renversée, le danger de cette union terrible du feu et du gaz combustible venait d'être rendu complètement illusoire.

2. Une seconde tentative

L'expérience s'étant déroulée avec un vent assez fort, Giffard songe à la réitérer dans des conditions plus favorables. Il s'adresse alors à Gabriel Yon, autre aéronaute et fabricant de matériel aérostatique, pour construire un nouveau ballon (fig. 2) de plus gros volume (3 200 m³), plus fuselé encore; la suspension de la nacelle est repensée, la ralingue qui rassemble le filet se situe au pôle supérieur de l'enveloppe, épousant sa forme. La puissance motrice est portée à 5 ch. La longueur est de 70 mètres pour un diamètre de 10 m.

En 1855 (date exacte inconnue, et cet essai n'est pratiquement pas documenté), en présence de G. Yon, le remplissage, toujours au gaz d'éclairage, a lieu à l'usine de Courcelles à Paris, par un vent de 4 m/s.

Catastrophe! Par manque de stabilité dû à l'allongement conséquent de la carène, à quelques mètres du sol des oscillations en tangage se produisent et s'intensifient; bientôt l'avant se dresse, tandis que le filet censé retenir l'enveloppe prisonnière, glisse vers l'arrière... Les aéronautes n'ont que le temps de tirer la corde de soupape (afin de vidanger le gaz et dégonfler) pour regagner la terre ferme. Mais une fois l'équipage débarqué, le ballon allégé se cabre et s'échappe du filet, atterrissant à 500 mètres!

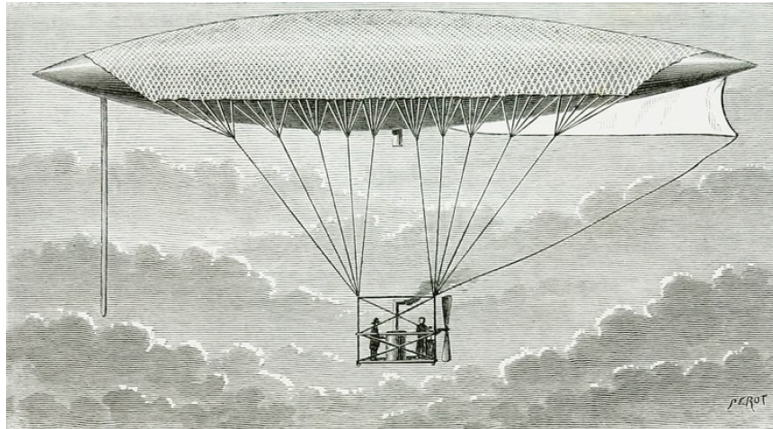


FIGURE 2. L'essai de 1852 ne fut malencontreusement pas transformé en 1855, l'enveloppe s'échappant du filet, heureusement sans dommage pour l'équipage. Coll. de l'auteur

Giffard, qui mûrissait un projet grandiose de ballon dirigeable de 50 000 m³ avec deux chaudières, une à vapeur, l'autre à pétrole, jette l'éponge :

Sans renoncer à la navigation aérienne, qu'il ne perdit jamais complètement de vue, il dirigea momentanément son esprit vers d'autres travaux et inventa « l'injecteur Giffard », considéré aujourd'hui à juste titre par tous les hommes compétents comme un organe essentiel de la machine à vapeur [2].

3. Un ingénieur prolifique

Henri Giffard (8 janvier 1825–15 avril 1882) étudie au Collège royal Bourbon (lycée Condorcet), et dès son plus jeune âge, il est habité par le génie de la mécanique et la passion de l'invention. Vers 1840, il fait l'école buissonnière pour voir passer les trains de la ligne de Paris à Saint-Germain-en-Laye. En 1844, au moment d'intégrer l'École centrale, sa carrière est compromise par un revers de fortune familial, qui entraîne la saisie des biens des Giffard. . . Il entre alors comme dessinateur à la compagnie des chemins de fer déjà citée, et il parvient effectivement à conduire des locomotives ! Il suit toutefois les cours de Centrale en candidat libre. Il produit ses premiers moteurs à vapeur à haut rendement en 1849.

Giffard enchaîne les innovations concernant la machine à vapeur, débutant en 1857 par un brevet de valve de régulateur (fig. 3).

À cette époque, pour introduire de l'eau dans la chaudière des locomotives, on recourt à une pompe. Le 1^{er} février 1858, il enregistre un nouveau brevet d'un système d'injecteur fonctionnant à la force centrifuge, mais est menacé de procès pour plagiat. Il réplique alors, dès le 8 mai suivant, par le brevet de ce qui sera identifié sous l'appellation d'« injecteur Giffard » (fig 4). Lequel est composé de deux cônes séparés par un intervalle libre. La vapeur qui sert à actionner le dispositif se condense en abandonnant sa vitesse et en la transformant en pression, qu'elle transmet à l'eau qui alimente alors la chaudière. La pression communiquée à l'eau est ainsi supérieure à la pression initiale de la vapeur. La première locomotive équipée du dispositif est testée l'année suivante. L'injecteur Giffard bientôt universellement employé, lui assure de confortables revenus.

Il renoue avec l'aérostation à la fin de la décennie 1860, ce qui le conduit à travailler sur un procédé testant la résistance et l'imperméabilité des étoffes aérostatiques, et à améliorer les processus de production d'hydrogène.

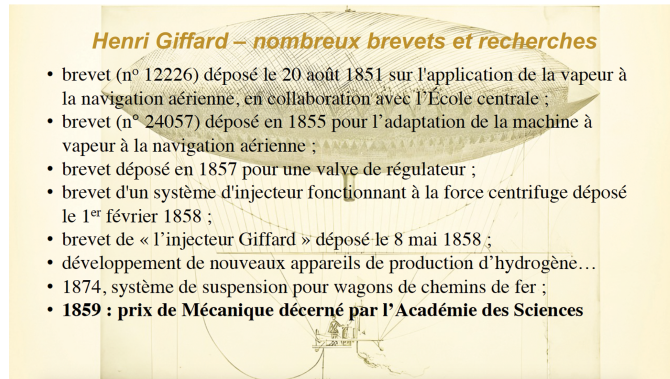


FIGURE 3. Diapositive présentant les principaux brevets et les recherches menées par Henri Giffard. Coll. de l'auteur.

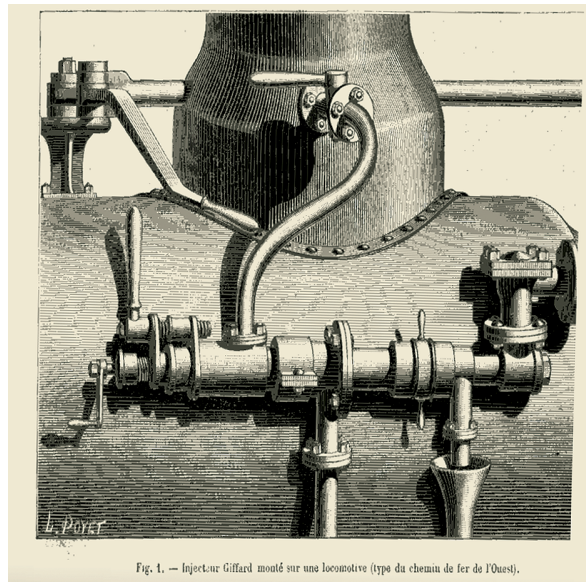


FIGURE 4. L'injecteur Giffard, en se généralisant, a fait la fortune de l'ingénieur. Coll. de l'auteur.

Atteint de cécité précoce, Henri Giffard se suicide en respirant du chloroforme. Il lègue sa fortune à la nation pour des œuvres humanitaires.

En 1859, l'Institut de France lui a décerné le Grand prix de mécanique. Et en 1876, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale lui attribua la grande médaille Prony. Giffard figure parmi les 72 savants inscrits sur la tour Eiffel.

4. Les ballons captifs Giffard

Pour l'Exposition universelle de Paris de 1867, Henri Giffard conçoit un système de ballon captif (fig. 4), installé à Paris au 42 avenue de Suffren. Gonflé avec 5 000 m³ d'hydrogène, il embarque douze voyageurs à une hauteur de 250 mètres. Il est repositionné l'année suivante, exploité par Eugène Godard place Victor-Hugo, mais est détruit par accident.

En 1869, un autre est installé à Londres utilisant les mêmes ingrédients. Avec ses 12 000 m³, il peut emmener 30 passagers à 500 mètres. Giffard ayant pris tous les coûts à sa charge (une enceinte en bois a spécialement été édifée), cet épisode lui fait perdre la bagatelle de 700 000 francs/or — mais l'engouement populaire est considérable!

5. Le « *Grand ballon captif de la cour des Tuileries* »

Selon des principes identiques, est installé devant l'arc de triomphe du Carrousel un gigantesque « sphérique » captif (fig. 5), qui constitue l'une des principales attractions de l'Exposition universelle de 1878. On a dit qu'en deux mois ce monumental bijou de technologie a élevé autant de gens que toute l'aérostation mondiale depuis son avènement... La totalité de ses composants est l'œuvre d'Henri Giffard.



FIGURE 5. Vue générale descriptive du site du Grand ballon captif de la cour des Tuileries de 1878. Coll. de l'auteur.

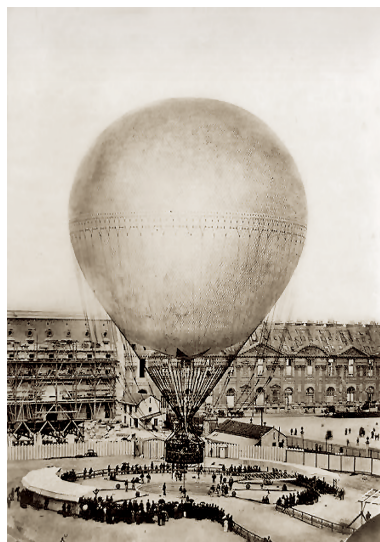


FIGURE 6. L'une des attractions les plus prisées de l'Exposition universelle de Paris de 1878 débute une ascension. Coll. de l'auteur.

Pour un prix de 10 F, et à raison d'une dizaine d'ascensions par jour (selon la météo), 40 à 50 personnes survolent Paris à 500 m, sous la houlette de deux aéronautes professionnels (fig. 6). Quelques 35 000 individus en ont profité, du 28 juillet au 4 novembre 1878 (72 jours opérationnels).

Ses dimensions sont colossales : 25 000 m³ d'hydrogène, diamètre : 36 m, hauteur totale : 55 m (soit 10 de plus que l'Arc de triomphe de l'étoile!), poids : 14 tonnes.

Sa nacelle en bois est une galerie circulaire de 18 m de circonférence, l'espace central qui laisse passer le câble de 8,5 cm de diamètre et 660 m de longueur fait 4 m de diamètre. Elle a un double fond, avec des sacs de lest, permettant de piloter le ballon devenu libre en cas de rupture du câble.

L'enveloppe de couleur jaune est constituée de quatre couches de toile.

Le câble est fixé au cercle de charge métallique réunissant le filet enfermant l'enveloppe et auquel est suspendue la nacelle par l'intermédiaire de pesons indiquant constamment la force ascensionnelle de l'aérostat.

Au sol, la nacelle reste suspendue au-dessus d'une vaste cuvette conique. On y accède par une passerelle amovible. Le câble descend au fond de la fosse, tourne autour d'une poulie métallique montée sur une suspension à la cardan. Puis il circule dans un tunnel long de 60 m avant de s'enrouler sur le tambour du treuil.

Lequel est en fonte, de 1,70 m de diamètre et 11 m de longueur. Il est entraîné par deux roues d'engrenages de 3,50 m de diamètre, actionnées chacune par une machine à vapeur à 4 cylindres de 300 chevaux, par l'intermédiaire de pignons de petits diamètres.

Le pouvoir sustentateur de l'hydrogène étant supérieur à celui du gaz de ville, un générateur Giffard est présent sur le site. 25 ballons libres ont profité de cette installation.

Trois « capitaines de bord » ont officié, choisis par l'inventeur : les frères Eugène (fils) et Jules Godard, ainsi que Camille Dartois.



FIGURE 7. Portrait colorisé d'Henri Giffard d'après une photo de 1863. Coll. de l'auteur.

6. Épilogue

Désormais géré par les Godard, le ballon des Tuileries reprend du service l'année suivante, mais il est malheureusement ruiné par un orage.

L'architecture du « système Giffard » va se généraliser, reprise par tous les constructeurs : Godard, Lachambre, Mallet, Surcouf et Yon. Elle perdure aujourd'hui, après un lifting technologique (un treuil électrique actionnant une centrale hydraulique a naturellement remplacé la machine à vapeur) par Aérophile, société qui exploite et exporte des ballons captifs dans le monde entier. Se perpétue ainsi l'une des plus belles réussites d'Henri Giffard (fig. 7).

Déclaration d'intérêts

Les auteurs ne travaillent pas, ne conseillent pas, ne possèdent pas de parts, ne reçoivent pas de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et n'ont déclaré aucune autre affiliation que leurs organismes de recherche.

Références

- [1] É. de Girardin, « Le risque et l'invention », *La Presse* (26 septembre 1852), <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k476004n>.
- [2] G. Tissandier, *Les ballons dirigeables : expériences de M. Henri Giffard et de M. Dupuy de Lôme*, Dentu : Paris, 1872.