

D'une idée fausse à une innovation remarquable : l'invention des ballons par les Frères Montgolfier

Pierre Clément

Comme beaucoup d'inventions, celle des ballons par les Frères Montgolfier, vit le jour au 18^{ème} siècle parce que l'idée était en l'air. (C'est le cas de le dire ...). De nombreuses traditions et fictions orales ou écrites, de Simon le Magicien à Cyrano de Bergerac, relataient bien des ascensions antérieures d'engins assimilables à des aérostats, mais les preuves historiques de leur réussite sont bien minces.

L'avènement des ballons est une merveilleuse aventure qui débuta, sans doute, par une inspiration originale et très poétique de Joseph de Montgolfier et de son frère cadet Etienne. Poésie et imagination technique sont souvent associées.

Grâce à des documents classiques ou assez peu connus (lettres autographes, archives de l'Institut, etc ...) je me suis efforcé de retrouver les conditions du déroulement de cette invention et me propose de les présenter car elles ont peut-être un intérêt philosophique.

Je suis arrivé en effet à la conclusion que cette remarquable découverte était partie d'idées scientifiques assez fausses, mais qui, comme beaucoup d'idées basées sur une observation rigoureuse ont au moins le mérite de susciter de nouvelles expérimentations.

Les acteurs de cette aventure sont deux des nombreux fils de Pierre de Montgolfier, héritier d'une longue tradition familiale dans la fabrication du papier, à Vidalon-les-Annonay; Etienne (38 ans) avait fait d'excellentes études; il était architecte et élève de Soufflot, et abordait tous les problèmes techniques et commerciaux de la papeterie avec méthode. Joseph (43 ans) n'avait guère brillé dans sa jeunesse au collège de Tournon (ses lettres sont bourrées de fautes d'orthographe), mais il était très créatif*, résolvant des problèmes

* On doit à Joseph de Montgolfier, la mise au point du bleu d'Outremer, de nombreux perfectionnements apportés aux machines papetières, dont une calandre hydraulique bricolée à partir d'une seringue d'apothicaire, une machine à coudre, un matériel de lyophilisation pour les fruits, le bélier hydraulique, le calorimètre, sans oublier le papier "à Joseph", bien connu des chimistes.

technologiques d'une façon intuitive, mais très efficace. Il était en quelque sorte l'unique Ingénieur du Laboratoire de Recherches et le Chef du Bureau d'Études de l'Entreprise paternelle. Tous deux étaient de bons expérimentateurs, excellents mathématiciens et étaient bien au courant des sciences et des techniques de l'époque; ils s'entendaient et se complétaient remarquablement; tout progrès les enflammait, mais ils semblaient particulièrement obsédés par l'idée de quitter le sol à l'aide d'une sorte de nuage artificiel emprisonné dans une enveloppe.

Il est à peu près certain que la découverte de l'hydrogène par Cavendish, en 1766, avait excité leur imagination quand ils apprirent que cet étrange "air" inflammable était plus léger que l'air. Boyle avait décrit une méthode pour mesurer la densité de l'air et Priestley, de son côté, avait fait paraître en 1777, un ouvrage important décrivant les propriétés des "différentes espèces d'air"¹. Etienne en avait lu une traduction et avoua par la suite que, remontant à pied la côte de Serrières à Annonay², il vit subitement le parti que l'on pourrait tirer des gaz légers pour élever des corps dans l'atmosphère, extrapolant ainsi aux fluides gazeux le bon vieux principe d'Archimède. Au cours de l'été 1782, les deux Montgolfier se mirent donc à la chimie en faisant réagir du vitriol sur de la ferraille afin de produire ce nouveau gaz miraculeux qu'ils tentèrent d'enfermer dans des enveloppes en papier; celles-ci étaient beaucoup trop perméables pour cette "vapeur subtile" et elles ne consentaient pas à décoller. Ils abandonnèrent donc cette voie, qui pourtant était fructueuse car un an auparavant, Tibère Cavallo, avait réussi à gonfler des bulles de savon avec de l'hydrogène³.

L'analogie entre un gaz léger et les formations nuageuses avait dû beaucoup frapper Joseph car il se mit en tête de fabriquer ... un véritable nuage atmosphérique en réduction. C'est inspiré par cette idée bizarre que, de toute évidence, il fit une expérience réussie en l'associant toutefois à une hypothèse erronée.

En novembre 1782, Joseph de Montgolfier habitait en Avignon. A cette date, la base anglaise de Gibraltar, était assiégée depuis 4 ans par les forces Franco-Espagnoles, et les grands stratèges militaires alliés avaient échoué à plusieurs reprises pour faire tomber cette forteresse par voie terrestre ou maritime. Joseph songeait, avoua-t-il, en contemplant au coin du feu une gravure de cette place forte, lorsque, avisant l'ascension de la fumée dans sa cheminée, il eut la révélation d'en utiliser le principe pour en faire une machine de guerre afin d'attaquer cette citadelle par la voie des airs⁴. C'était aller un peu vite en besogne; en tout cas il eut, sur le champ, la curieuse idée de fermer le col d'une chemise en baptiste et de la rechauffer au-dessus du foyer. Un phénomène merveilleux se produisit car la chemise se gonfla et s'engouffra irrésistiblement dans l'âtre⁵.

Sans plus attendre, il assembla une sorte de cube en tissu léger de 1 m² environ qu'il réussit ainsi à faire monter au plafond sous les yeux éblouis de sa logeuse⁶. Une solution concrète était trouvée ! Joseph écrivit aussitôt à son frère : "prépare promptement des provisions de taffetas, de cordages et tu verras une des choses les plus étonnantes du monde".

Le plus curieux est qu'Etienne se livrait de son côté à des expériences assez similaires, réussissant même à faire décoller un sac en papier au dessus d'une cafetière. Lorsque son frère le rejoignit à Annonay, au mois de décembre, ils se mirent donc à perfectionner fébrilement leur trouvaille, basée sur la production d'un nuage artificiel à partir de vapeur d'eau, et surtout de beaucoup de fumée bien chaude ... Ils étaient tous deux persuadés en effet avoir découvert un gaz aérostatique



Etienne et Joseph de Montgolfier

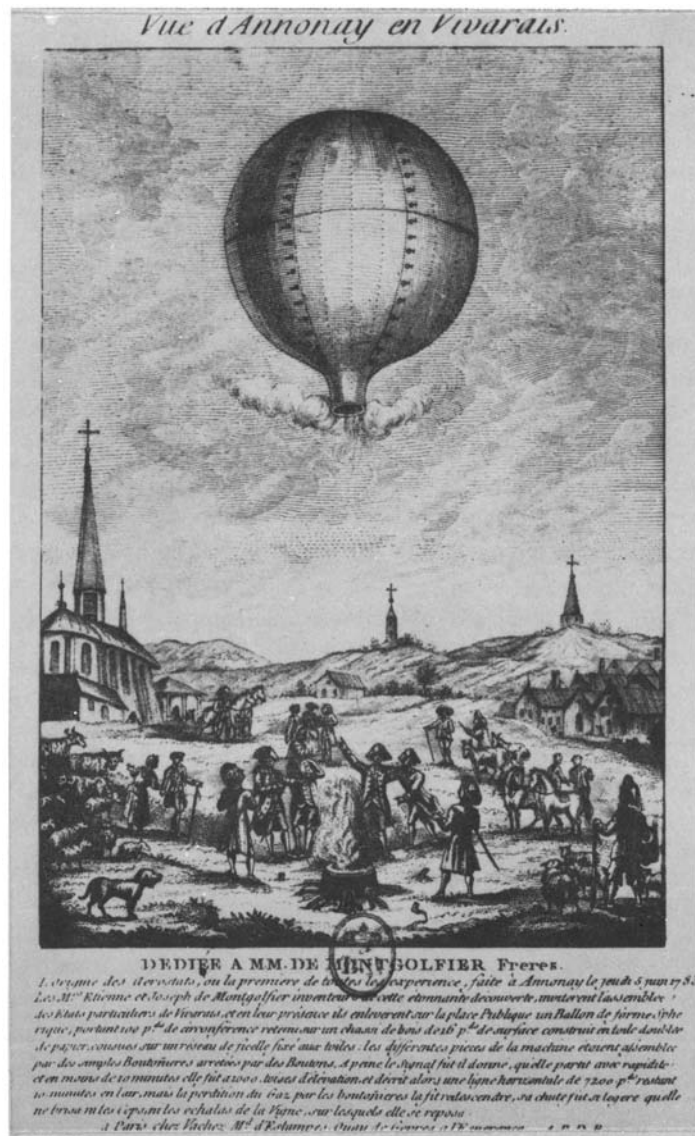
nouveau qui était de "l'air raréfié" par la chaleur et dont la légèreté et les propriétés électrostatiques étaient proches de celles des nuages atmosphériques.

Les choses allèrent ensuite très vite, puisque le 4 Juin 1783, après quelques essais préalables de miniaérostats, lancés dans la cour de leur usine⁸, un volumineux ballon de 800 m³ ascensionna devant des Députés du Vivarais et des Ardéchois ébahis, à l'emplacement de la place actuelle des Cordeliers. Ce fut un évènement considérable, rapidement connu à Paris⁹.

Subventionné par Louis XVI et supporté par l'Académie, Etienne fut délégué à Paris pour y construire une nouvelle machine de 1400 m³, laquelle, le 19 septembre, enthousiasma la Cour et 120 000 spectateurs au Château de Versailles, véhiculant dans un panier un mouton, et deux volatiles qui prouvèrent que l'altitude ne les incommodait pas⁹. Le 21 Novembre, une version extrapolée à 2200 m³, du ballon de Versailles s'envola de la Muette pour le meilleur et pour le pire; à bord se trouvaient deux courageux passagers dont un homme assez extraordinaire : Pilâtre de Rozier. Avec le Marquis d'Arlandes, les deux héros du jour réussirent à prolonger leur voyage jusqu'à la Butte-aux-Cailles en alimentant leur foyer avec des combustibles bien enfumants⁹. Un nouveau moyen de transport était né sous la forme de "MONTGOLFIERES".



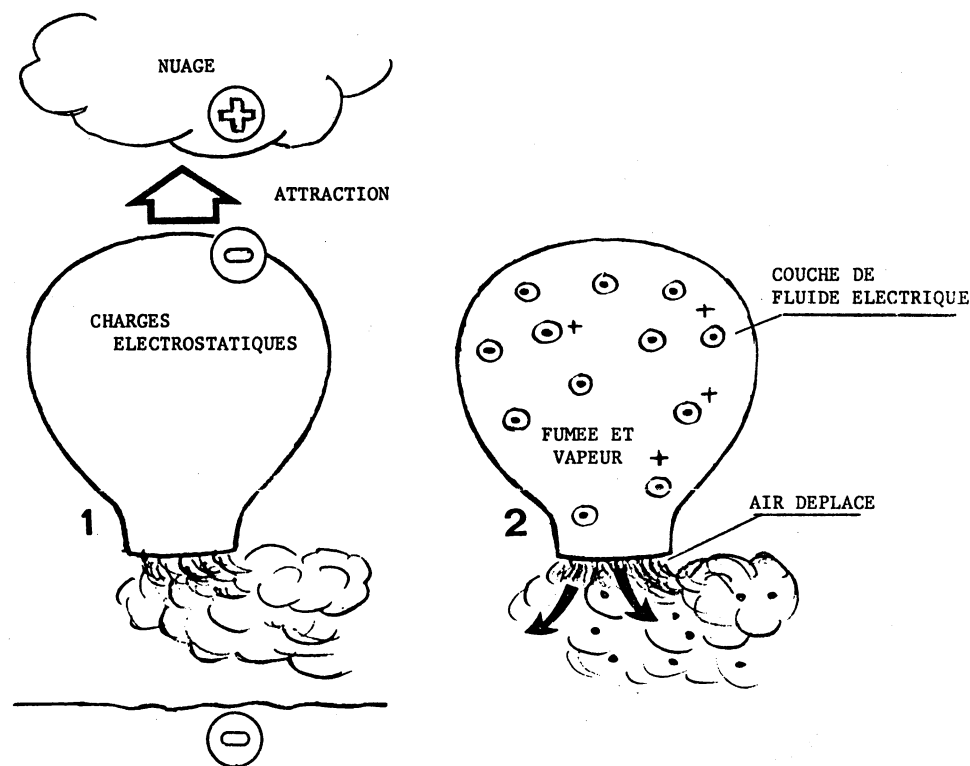
Pilâtre de Rozier



Première démonstration publique à Annonay

Entre temps, scientifiques et amateurs de physique s'étaient mêlés de l'affaire¹⁸; en particulier le physicien de Saussure* et le professeur J. Charles expliquèrent clairement que la fumée n'avait rien à voir avec le principe d'Archimède pour équilibrer un aérostat. J. Charles rappela qu'il était bien plus simple et efficace d'enfermer de l'hydrogène dans une enveloppe imperméable au lieu de gonfler un gros sac avec de l'air chaud. Il fabriqua d'ailleurs en quelques semaines un élégant ballon de soie vernie, gonflé à l'hydrogène, avec lequel il voyagea depuis les Tuileries jusqu'à Nesles-la-Vallée, un mois après l'ascension historique de Pilâtre de Rozier. Les petites "Charlières" triomphèrent ainsi des volumineuses Montgolfières. Le monde entier ne parla plus que de ballons. Les conditions devenaient favorables pour l'avènement des dirigeables et des avions, à l'horizon du siècle suivant.

Les deux frères Montgolfier et leurs partisans restèrent longtemps sceptiques lorsqu'on cherchait à leur expliquer leur propre découverte en leur rappelant le principe d'Archimède ou en critiquant leurs théories ... fumeuses. Ils étaient convaincus que l'électricité jouait un rôle fondamental dans les phénomènes aérostatiques. Il faut dire à leur décharge que la notion de gaz, de vapeur et de feu était encore assez floue en 1783, époque qui précédait de peu les publications



- 1 - Hypothèse d'Etienne de Montgolfier sur l'équilibre aérostatique d'un ballon à air chaud.
- 2 - Hypothèse de Joseph de Montgolfier sur la raréfaction de l'air mélangé à un aérosol gazeux électriquement chargé.

* De Saussure démontra, à l'aide d'une vulgaire balance de laboratoire, qu'un volume d'air chauffé par un métal rougi au feu, suffisait à l'alléger en l'absence de toute flamme ou de fumée ¹¹.

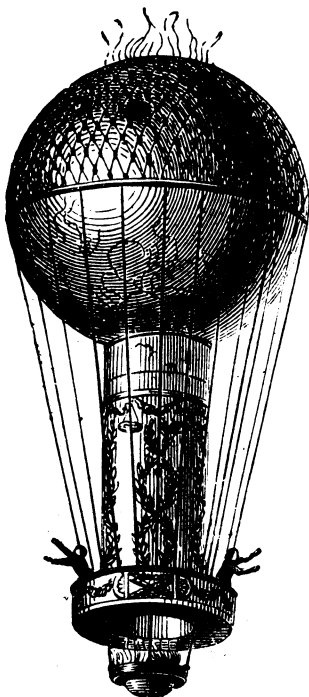
fondamentales de Lavoisier sur la composition chimique de l'eau et de l'air atmosphérique. Les nombreux ouvrages de physique vulgarisés par Priestsley, J.P. Marat, l'Abbé Richard, Rouland, de la Metherie, Sigaud de la Fond, et bien d'autres, avaient des relents de phlogistique, ces merveilleux fluides ignés qui, d'après Guyton de Morveau ou Mr de Milly, avait la propriété de rendre l'air plus léger. Les Montgolfier avaient ainsi de bonnes raisons de penser que la combustion de divers matériaux sous la jupe de leur ballon produisait non seulement de la fumée, mais une "vapeur de feu", gaz particulier doué de la vertu magique ... de faire décoller leur engin.

Il faut ajouter que Mr de Romas, puis Benjamin Franklin, cet ambassadeur bon enfant, fanatique de cerfs-volants et scientifique à sa manière, avaient depuis 1751, troublé bien des esprits avec leurs audacieuses expériences sur les propriétés électrostatiques des nuages et que l'Abbé Nollet, autre remarquable expérimentateur et Maître de physique du Dauphin, connaissait plus d'un tour pour électriser les belles aristocrates qui hantaient son salon vers 1750. Il y avait beaucoup d'électricité dans l'air à cette époque et le physicien italien Volta avait reconnu le bien-fondé des coutumes de certains paysans qui neutralisent, paraît-il, les orages en allumant à la hâte des feux de paille qui conduisaient l'électricité.

Il était donc évident pour les Montgolfier, que la combustion de certaines matières organiques, telles que paille ou laine mouillée, produisait à la fois une abondante fumée et de la vapeur d'eau dont les propriétés chimiques (alcalines pour la laine, acides pour la paille), et par conséquent les propriétés électriques, avaient une influence bénéfique sur la raréfaction de l'air dans l'enveloppe. (Un de leur secrets était même de mêler à leur combustible des vieilles chaussures ou de la viande, ce qui, entre nous, devait chatouiller singulièrement les narines des aéronautes !). Etienne avait en effet souvent observé qu'un rapide courant d'air traversant un tube de verre pouvait électriser celui-ci et même l'alléger. On savait par ailleurs transformer la vapeur d'eau en neige ou en pluie par action d'une effluve électrique¹². Etienne en concluait logiquement que l'enveloppe du ballon pouvait ainsi récolter des charges statiques par la simple turbulence d'une vive combustion¹³. Cette structure électrique particulière pouvait d'après lui, interférer dans une certaine mesure avec les charges météoriques du sol ou des nuages. L'équilibre aérostatique pouvait donc résulter des forces d'attraction ou de répulsion entre deux masses électriques. L'hypothèse était ingénieuse; elle avait déjà été ébauchée dans un roman de science-fiction écrit en 1775¹⁴, mais la réalité était plus simple et il aurait fallu en outre expliquer pourquoi les ballons pouvaient malgré tout, décoller sous un beau ciel bleu.

Joseph fut beaucoup plus difficile à convaincre que son frère et même furieux de voir que les savants parisiens n'admettaient pas que la production d'un fluide gazeux électrisé n'influençait pas les performances de son ballon¹⁵.

"S'il n'y avait à l'intérieur de la machine que de l'air raréfié, je ne crois pas que ce fluide fut assez léger pour opérer ce phénomène. Ce qui donne la légèreté requise, c'est la partie acqueuse des matières incombustibles. Cette partie acqueuse est presque à l'instant réduite en vapeurs et ces vapeurs, électriques de leur nature ou fortement électrisées, sont d'une très grande légèreté. Combinées avec l'air raréfié, elles forment un fluide dont la gravité spécifique est celle de l'air atmosphérique comme de 1 à 2 ..."¹⁶. Joseph était d'autant plus convaincu par sa propre explication qu'il avait constaté que certaines

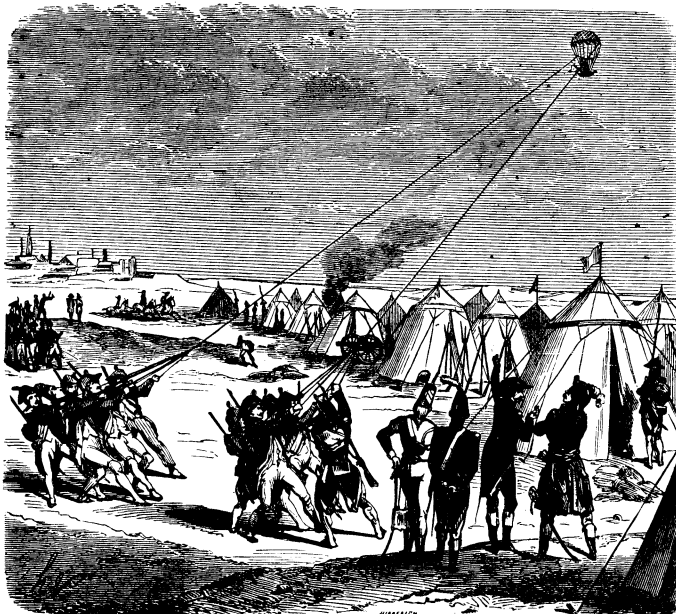


Aéromontgolfière

vapeurs accusaient une perte de poids lorsqu'elles étaient soumises à un effluve électrique¹⁷. Il extrapola même une assez curieuse théorie, avancée par de Saussure¹⁹, selon laquelle chacune des vésicules de fumée ou de vapeur d'eau était entourée d'une pellicule de "fluide électrique" de signe positif ou négatif. L'influence de cette couche immatérielle était, selon lui, suffisante pour repousser l'air atmosphérique, ce qui contribuait ainsi à diminuer la densité apparente du mélange de l'air et de l'aérosol. Il y avait donc intérêt, si l'on voulait améliorer la poussée d'Archimède, à remplir le ballon avec de l'air chaud contenant le maximum d'une vapeur microcondensée ou d'une fumée bien épaisse. Avec le recul du temps, cette théorie n'était pas stupide car elle est plus ou moins reliée au phénomène des vents électriques et il est connu d'autre part que la stabilité d'un aérosol est effectivement assurée par l'existence d'une barrière de charge électrique autour de chacune des vésicules qui la constituent. Il n'y a toutefois aucune substitution de matière gazeuse à leur contact, si ce n'est à l'échelle moléculaire. La théorie était intuitivement exacte, mais ne correspondait pas au fait. Joseph Montgolfier ne fut d'ailleurs pas le seul à vouloir ignorer les lois thermodynamiques de l'air atmosphérique chauffé. Certains allèrent même parler d'une force centrifuge qui existait dans la fumée²⁰, au même titre que la "force vitale" contenue dans certains composés organiques. En 1789, deux savants de grand talent : E. Chevreul et J.B. Dumas, s'opposaient encore sur les limites de l'erreur de Joseph de Montgolfier²¹. Celui-ci n'envenima pas la querelle. Néanmoins, ayant échappé aux tracas de la Révolution, comblé d'honneurs, fondateur du C.N.A.M., devenu Membre de l'Académie des Sciences, Joseph de Montgolfier ne cacha jamais son mépris envers les savants officiels. Il se complérait surtout à discuter avec "quiconque qui accommodait facilement les lois de la nature aux caprices de son idée".

Si l'on se replace dans le contexte du XVIII^e siècle, les Frères Montgolfier ont été indiscutablement des inventeurs de grand talent car ils ont eu à la fois des idées et ont procédé personnellement à des expériences méthodiques. Ils ont surtout le mérite de montrer aux générations de savants et d'inventeurs qui les suivirent que l'imagination, la tenacité et l'enthousiasme étaient à la base du succès de toute innovation.

P.S. - Je tiens à remercier mon ami Charles Dollfus, aéronaute, pour les documents inédits qu'il a bien voulu me confier.

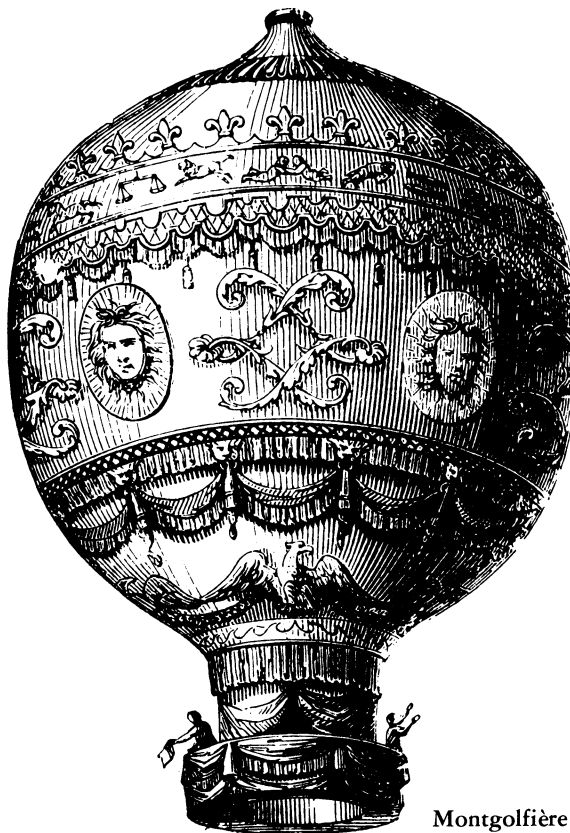


Emploi des aérostats
aux armées.

Le ballon
du capitaine Coutelle.

Bibliographie

- ¹ - Experiments and observation on different kinds of air and natural philosophy-London - J.Johnson (1774-1777). (Expériences et observations des différentes espèces d'air - traduit par J.Gibelin (1775-1780) - Journal de Paris, N° 256, 13 septembre 1783, P. 1057.
- ² - Discours de J. de Montgolfier - Académie des Sciences, Lyon, Novembre 1783.
- ³ - T. Cavallo - The History and Practice of Aerostation, Londres 1785.
- Correspondance littéraire de Grimm, 1783 - Tome 13, P. 347.
- ⁵ - F. Dogonnet - L'invention de l'aérostation à Avignon en 1782 - Avignon, 1906.
- ⁶ - Cité dans le rapport fait à l'Académie des Sciences sur la machine aérostatique inventée par MM. de Montgolfier - Paris 1784 - Revue du Vivarais - t.XLII, N° 1, 1935.
- ⁷ - De Gerando - Notice sur J. de Montgolfier - Paris 1814 - Edité à Lyon 1883, Delambre - Notice sur Montgolfier - Académie des Sciences.
- ⁸ - Lettre d'Alexandre Charles Montgolfier, du 6 Août 1783 - Lettre d'Etienne Montgolfier à l'Académicien N. Desmarests - 16 décembre 1782.
- ⁹ - Faujas de Saint-Fond - Description des Expériences aérostatiques - Chez Cuchet-Paris 1784
- ¹⁰ - Rapport de la séance de l'Académie du 23 décembre 1783, signé Lavoisier, Bossut, etc ...
- ¹¹ - Lettre de M. de Saussure du 15 Novembre 1783, citée dans "le journal de Paris-12 décembre 1783" - "L'Art de voyager dans les Airs-1784 P. 47" - "Piu Leggero delle'Aria-T. Cavallo - Londres 1784.
- ¹² - Le Mercure de France, 30 septembre 1783, P. 31 - 4 octobre 1784, P. 32.
- ¹³ - Lettre d'Etienne à Joseph du 12 septembre 1783, communication privée par Ch. Dollfus.
- ¹⁴ - Le philosophe sans prétention ou l'homme rare - L.G. de la Follie, chez Clousier 1775.
- ¹⁵ - Lettre de Joseph à Etienne du 21 Mars 1784 - (Dossier J. Montgolfier - Archives de l'Académie des Sciences) - Journal de Paris - 25 septembre 1783 - Correspondance Secrète Politique et Littéraire, Tome 15, octobre 1783, P. 165 - Mercure de France 31 juillet 1784, P. 237 Almanach de Gand, 1785, P. 178.
- ¹⁶ - Discussion de Joseph avec A.H. Paulian - Citée dans le dictionnaire de physique de Paulian, 1789, P. 18.
- ¹⁷ - Memoire de Joseph Montgolfier à l'Académie de Lyon - Cité par Faujas de Saint-Fond, Tome II, P. 98.
- ¹⁸ - Lettre de Joseph du 23 Avril 1784, Archives Montgolfier - Dossier XI, 23,24.
- ¹⁹ - H.B. de Saussure - Dissertatio de electricitate - Genève 1766, in-4.
- ²⁰ - Meaude de la Pouyade - Les premiers aéronautes Bordelais, 1910, P. 24.
- ²¹ - Compte-rendus de l'Académie des Sciences, 7 novembre 1870.



Montgolfière