



Portrait de Joseph Montgolfier (1740-1810), industriel et inventeur français. Gravure, © Collection Viollet.

Les ballons montés

Les frères Montgolfier

C'est l'invention des frères Montgolfier¹, le ballon gonflé, qui ouvrit à l'homme la prospection de l'atmosphère et, par la suite, le développement de l'aérologie. D'après Lavoisier, c'est après avoir vu s'envoler une petite boîte en papier allumée², que Joseph et Étienne Montgolfier, héritiers d'une longue tradition familiale dans la fabrication du papier, montrèrent le 5 juin 1783 à Annonay, qu'il était possible qu'un matériel puisse s'élever dans les airs. Ils firent voler une enveloppe de 800 m³ environ, le « globe aérostatique », gonflée par de « l'air raréfié » fait de « vapeur de feu et de beaucoup de fumée bien chaude ». Le marquis d'Ormesson, contrôleur général pour le Vivarais, rapporta sans tarder la nouvelle à Paris où elle se répandit très rapidement et enthousiasma le public. L'appui de Louis XVI et celui de l'Académie des sciences permit alors aux Montgolfier de renouveler leur expérience le 19 septembre au Château de Versailles, devant la Cour et quelque 120 000 spectateurs. Ils enlevèrent ainsi dans un panier, sur plus de 3 km et jusqu'à 600 m d'altitude³, un mouton, un coq et un canard, qui furent récupérés sains et saufs à Vaucresson.

Pilâtre de Rozier et Charles

Dès le 30 août 1783, Pilâtre de Rozier se proposa à l'Académie pour monter dans un nouveau ballon en construction, constitué de toile de coton enduite d'alun⁴ ; il était entouré d'une galerie en osier qui pouvait accueillir deux passagers et portait un

panier de fer servant de réchaud ainsi qu'une réserve de combustible : paille et chiffons humides... Après quelques essais le 15 et le 17 octobre rue de Montreuil, le ballon étant retenu au sol, le 21 novembre 1783 Pilâtre de Rozier⁵ et le Marquis d'Arlandes partirent du château de La Muette, où Louis XV avait installé un cabinet de physique, et atterrirent à la Butte aux Cailles⁶, à la limite sud-est du Paris de l'époque, soit un vol de plus de 6 kilomètres. C'était la première fois que l'homme quittait le sol de la planète. Dix jours plus tard, le 1^{er} décembre, le « physicien démonstrateur » Charles⁷ volait, des Tuileries à Gonesse, avec un ballon de 26 pieds (9 mètres environ) de diamètre, la « Charlière » ; il était accompagné de Noël Robert dont le frère, Nicolas, avait inventé un procédé de fabrication du papier en rouleau de grande largeur, ce qui facilita la fabrication du ballon constitué de « taffetas enduit de gomme élastique » et gonflé à « l'air inflammable », l'hydrogène, découvert en 1766 par Cavendish et étudié par Lavoisier. Charles et Robert avaient emporté un baromètre et un thermomètre : ce fut le premier sondage météorologique aérien, six mois après la démonstration des frères Montgolfier et quatre mois après le premier vol d'un ballon rempli à l'hydrogène, réalisé avec succès au Champ de Mars le 27 août, à la suite d'une souscription publique. L'altitude maximale atteinte fut d'environ 3 400 m, la pression y était de 501 mm de mercure (670 hPa) et la température de -9 °C. Franklin se trouvait parmi les deux cent mille spectateurs. À l'un de ses amis qui lui demandait ce qu'il pensait de l'avenir de cette découverte, il répondit⁸ : « Un nouveau-né, à quoi cela sert-il ? »



l'expérience d'Annonay. On remarque la manche ouverte et le brasier en dessous. Gravure d'époque. A. Berget, L'Air.

1 - Le jésuite Gusmao Bartholomeo Laurenço, d'origine brésilienne, a fait voler un petit ballon gonflé à l'air chaud devant le roi du Portugal, à Lisbonne, le 8 août 1709. Cette expérience est restée sans lendemain car son auteur fut poursuivi par l'Inquisition. Il fut oublié rapidement et ignoré des frères Montgolfier.

2 - Selon certains, Montgolfier aurait été inspiré par la vue d'un sous-vêtement féminin que son auteur fut poursuivi par l'Inquisition. Il fut oublié rapidement et ignoré des frères Montgolfier.

3 - Selon les visées croisées de deux observateurs.

4 - D'après le Grand Larousse, il était composé d'une baudruche placée entre deux toiles de soie.

5 - Pilâtre de Rozier se tua en 1785 en essayant de renouveler l'exploit de Blanchard avec un ballon qui utilisait en même temps les deux modes de gonflement, air chaud et hydrogène ! Il est vrai que celui-ci était encore mal connu ; il était fabriqué selon un procédé inventé depuis peu par Lavoisier.

6 - Exactement sur l'actuelle Place Verlaing. On avait estimé, en lançant au préalable quelques ballonnets, qu'il se poserait vers Gentilly or, à l'époque, le point d'atterrissage faisait partie de Gentilly. Cette première prévision aéronautique n'était pas si mauvaise !

7 - On sait que sa femme, Julie, fut l'Elvire de Lamartine.

8 - Il rendit compte sans tarder à la Royal Society : « Cette expérience qui vient d'être faite, n'est certes pas insignifiante, elle peut avoir des conséquences dont nul ne saurait prévoir l'importance ».

La nouvelle fut connue très rapidement à travers toute l'Europe et l'intérêt du monde intellectuel était à son comble. Euler fut peut-être la victime directe de sa curiosité scientifique : très âgé, presque aveugle et très diminué physiquement, il se trouvait à Saint-Petersbourg lorsque la nouvelle l'atteignit. Il se leva de son grabat, malgré les admonestations de son entourage, pour écrire les équations du mouvement ascendant et décéda très peu de temps après.

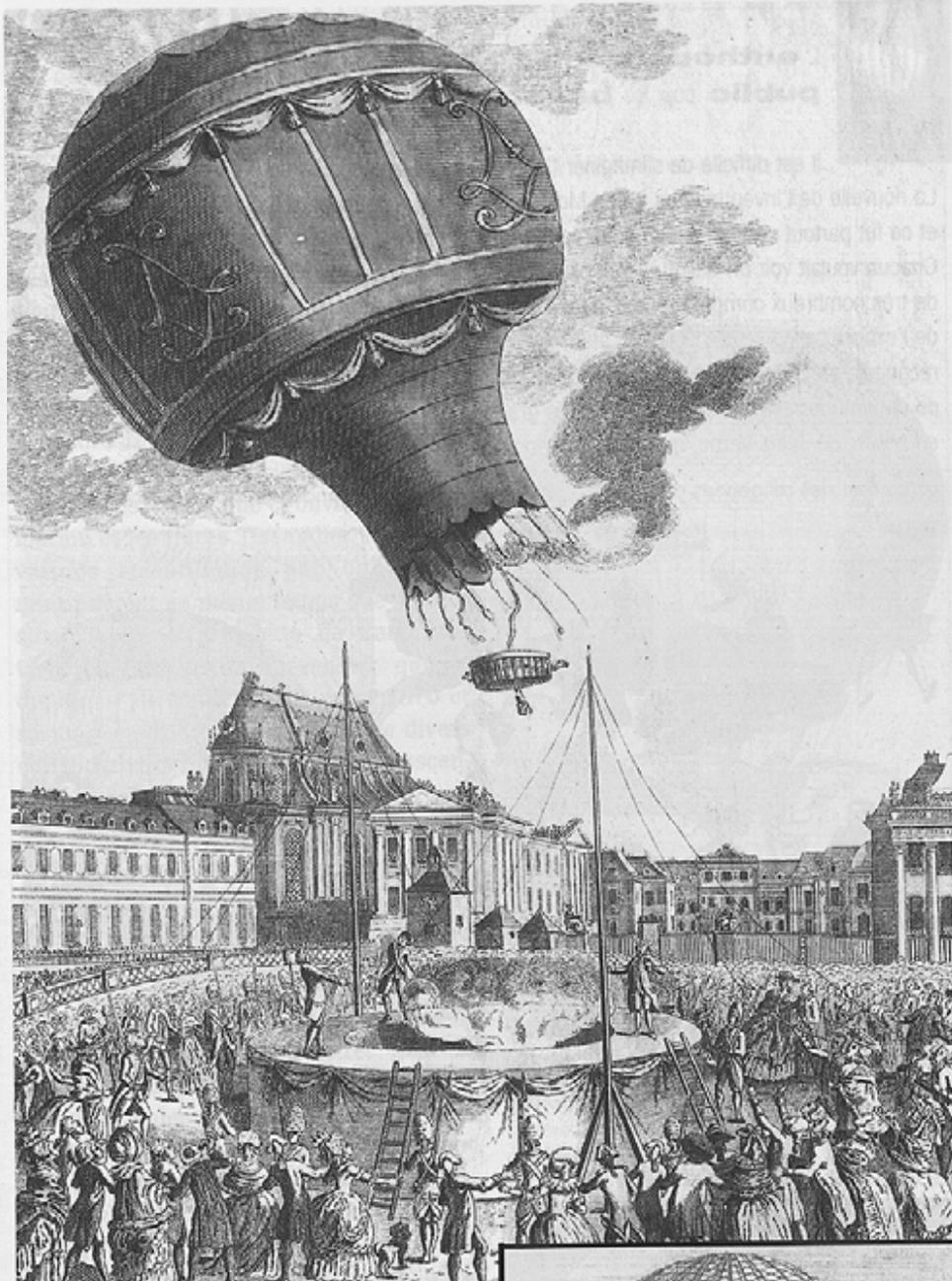
Lavoisier 1743-1794

L'Académie des sciences fut saisie du problème d'une « machine dite aérostatique », dès la première expérience des frères Montgolfier à Annonay, par d'Ormesson : « Dans cette expérience, on vit, non sans un grand étonnement, un globe creux de 35 pieds de hauteur, fait en toile et en papier et pesant 450 livres, parcourir en l'air plus de 1 200 toises, en s'élevant à une hauteur considérable ». Pour étudier cette importante affaire l'Académie nomma une commission de huit membres, parmi les plus éminents¹, avec Lavoisier comme rapporteur. Ce dernier jugea d'abord nécessaire de veiller à ce que cette noble société ne soit pas obnubilée par cette découverte et dès le 23 novembre 1783, il admonestait, ses collègues : « Cette découverte a fait trop de sensation à la Cour, à la Ville et à l'étranger pour que l'Académie puisse se dispenser de donner une sorte d'appareil² et de publicité aux recherches dont elle doit s'occuper. Mais en même temps il faut éviter[...] que ses séances ne soient point entièrement occupées de propositions et de discussions relatives aux machines aérostatiques ».

Le 27 décembre 1783, lors de la première réunion de la Commission, Lavoisier résumait ainsi les conclusions :

« La perfection dont les machines aérostatiques sont susceptibles dépend principalement de quatre choses :

- La première, de trouver une enveloppe qui réunisse la légèreté, la solidité, et qui soit imperméable à l'air et surtout à l'air inflammable, même sous une charge d'un demi-pouce de mercure.
- La deuxième, de trouver un gaz léger, facile à obtenir partout et en tout temps, et qui ne soit pas spendieux.

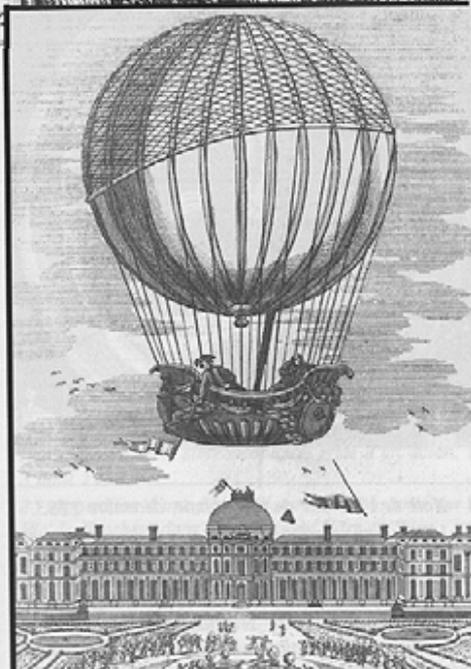


Expérience aérostatique faite à Versailles le 19 septembre 1783 par Montgolfier. Gravure BN, © Collection Viollet.

Première ascension d'un aérostat à hydrogène monté. Expérience du Globe Aérostatique de Charles et Robert au jardin des Tuileries, à Paris, le 1^{er} décembre 1783. BN, © Collection Viollet.

1 - La Commission nommée le 23 novembre 1783 était composée de MM. Lavoisier, le duc de la Rochefoucauld, Le Roy, Condorcet, Tillet, l'abbé Bossut, Brisson, Berthollet et Coulomb.

2 - Nous dirions actuellement « appareil ».





L'enthousiasme public pour les ballons

Il est difficile de s'imaginer l'enthousiasme que suscitérent les premiers ballons. La nouvelle de l'invention des frères Montgolfier se répandit rapidement dans toute l'Europe et ce fut partout un véritable engouement qui se prolongea en fait durant tout le XIX^e siècle. Chacun voulait voir un ballon, et les plus courageux s'y aventurer. On peut trouver de très nombreux comptes rendus de vol dans les publications de l'époque et, à l'occasion de l'exposition de 1889, Rouland, archiviste de l'Académie d'Aérostation Météorologique, récapitula en 25 volumes la chronologie des principales ascensions ! Une preuve de cet enthousiasme populaire est le très grand succès, en 1862, de *Cinq semaines en ballon*, de Jules Verne, qui n'effectua son premier et unique vol qu'en 1873.

Le bureau des diligences aériennes. Gravure en couleur. Tissandier. Histoire des ballons.



Portrait de Lavoisier. Photo Météo-France.



1 - Note de l'Histoire de l'Académie, décembre 1783.
2 - L'intérêt que portait Lavoisier à la météorologie a été généralement méconnu. Il fut, semble-t-il, le premier à proposer des « règles » pour la prévision locale du temps à partir de l'observation et il fut certainement l'un des premiers à envisager la création d'une organisation nationale de la météorologie. On ne peut que déplorer son exécution et stigmatiser la condamnation bien connue

• La troisième, de trouver un moyen de faire monter et descendre la machine à volonté, dans une limite de deux à trois cents toises, sans perdre ni le gaz ni le lest.

• La quatrième, enfin, de trouver un procédé facile pour le diriger ».

Il proposa que l'Académie prenne à sa charge les essais et expérimentations qui lui paraîtraient nécessaires, en tenant compte « des différents usages auxquels on peut employer la machine aérostatique ». Il annonça peu après que « le Gouvernement ayant senti depuis l'importance de cette découverte s'est chargé de toutes les dépenses que l'on a faites à cette occasion ».¹

« La République n'a pas besoin de savants ». L'ONM a publié en 1925 un recueil des écrits de Lavoisier ayant trait à la météorologie.

3 - Nous n'avons pas mentionné, comme de nature scientifique, celle de ses douze ascensions dont Camille Flammarion fit son voyage de noce en 1874.

4 - Blanchard, qui fut le premier à traverser la Manche en 1785, encore avec Jeffries, s'est intéressé à l'aérostation avant les frères Montgolfier. Il aurait procédé, en 1781, à la construction d'un engin muni de quatre grandes ailes mobiles, qui ne fut jamais essayé.

Il essaya de prévoir les recherches que rendait possible l'aérostation et les services pratiques que l'on pouvait en attendre, mais « ici nous sommes arrêtés par la multitude de ceux qui se présentent, car il faudrait un volume pour exposer en détail tous ceux où on peut les employer ». Cependant, il précisa, pour ce qui nous intéresse : « M. Charles a montré comment, avec un aérostat, on peut s'élever jusque dans les nuages pour y faire des observations et tout annonce que, par ce moyen, on pourra en faire un grand nombre, à l'aide desquelles on parviendra peut-être à expliquer beaucoup de phénomènes de météorologie qui jusqu'ici ont été autant de mystères pour nous ».²

Lavoisier anima alors toute une série de recherches technologiques concernant la fabrication en grande quantité de l'hydrogène, ainsi que des matériaux susceptibles de constituer l'enveloppe des ballons. Toutes sortes d'essais furent faits, pendant longtemps, avec diverses qualités de papiers, d'étoffes, de baudruches, associés ou non à des colles, des peintures, des laques, des enduits... Lavoisier collabora avec Fortin, l'inventeur du baromètre qui porte son nom et qui fut d'un usage courant, en particulier dans les services météorologiques français. L'*Encyclopédie Universelle des Sciences et Techniques* (1969), à l'entrée « Aérostat », précise : « L'enveloppe se compose, en principe, d'un grand nombre de pièces collées ou parfois même cousues, de façon à obtenir une forme quasi sphérique, car la sphère est la forme naturelle vers laquelle tend une enveloppe homogène soumise à une pression interne uniforme ». Enfin, il faut ajouter que la forme même des ballons fut très variée selon la fantaisie des utilisateurs. C'est dans le cadre de ces multiples études que Lavoisier détermina la composition chimique de l'eau.

Les ascensions scientifiques

Comme l'avait prévu Lavoisier, très nombreux furent les savants qui s'aventurèrent dans l'atmosphère, à bord d'aérostats souvent peu fiables et non sans de grands risques. On peut citer parmi les premiers ou les plus importants³ :

• Blanchard⁴, qui fut le premier aéroplaneur

professionnel. Il se faisait d'ailleurs payer, grassement, ses interventions.

Le 30 novembre 1784, il s'envola de Londres avec le D^r Jeffries, sujet américain et promoteur de l'opération. Ils emportèrent baromètre, thermomètre, hygromètre et électromètre. Ils étaient aussi munis de flacons remplis d'eau distillée que l'on vidait pour effectuer des prélèvements d'air et de légers rubans de couleurs qui, lâchés en vol, devaient matérialiser les remous aériens. Ils s'élevèrent jusqu'à près de 3 000 m.

Le 16 août 1785, accompagné du Chevalier de l'Espinard, Blanchard part de Lille et atteint 4 250 m, survole des nuages et traverse un orage. La même année, il est le premier à franchir la Manche.

- Le 4 juin 1784, Elisabeth Tible fut la première femme à s'élever en ballon. Elle partit de la place des Brotteaux, à Lyon, devant le roi Gustave III de Suède.

- Le 22 octobre 1797, à Paris, Garnerin se lance d'un ballon et réussit la première descente en parachute.

Sa femme, également parachutiste, faillit périr dans l'incendie de son ballon en étudiant l'électricité atmosphérique.

- Le 26 août 1804, Gay Lussac et Biot équipent un ballon avec l'aide de Laplace et de Berthollet et atteignent 4 000 m.

- Le 16 septembre 1804, Gay Lussac, seul, emporte un ensemble d'appareils de mesures météorologiques et magnétiques, depuis le Conservatoire des Arts et Métiers jusqu'à 7 010 m ; il effectue une prise d'air à 6 675 m et montre que, contrairement à l'opinion générale, la composition de l'air ne varie pas en altitude. Il met aussi en évidence l'importance du rayonnement solaire sur les lectures thermométriques. Cet effet, souvent négligé, a faussé nombre des mesures faites au cours du siècle.

Il fallut ensuite attendre près de cinquante ans pour que reprennent les ascensions à but scientifique. On a vu qu'il en fut de même pour les cerfs-volants et cela, pour la même raison : l'absence d'appareils de mesure adéquats. Là encore, l'apparition des météographes permit l'essor décisif.

- Le 27 juillet 1850, ascension de Barral et Bixio. Ils atteignent 7 016 m et observent un nuage de glace avec une température de -39 °C.

- En 1858, Tournachon, le célèbre photographe Nadar, qui s'intéresse depuis deux ans à l'aérostation, prend les premières

photographies aériennes¹, notamment de nuages. En 1857, il crée la « Compagnie des Aérostiers Militaires » qui, du 23 septembre 1870 au 28 janvier 1871, lancera les fameux ballons du siège de Paris, chargés de courrier, ou emportant diverses personnalités au-delà des lignes allemandes. Il y eut soixante-quatre départs de ballons qui enlevèrent quatre-vingt-onze personnalités et neuf tonnes de courrier.

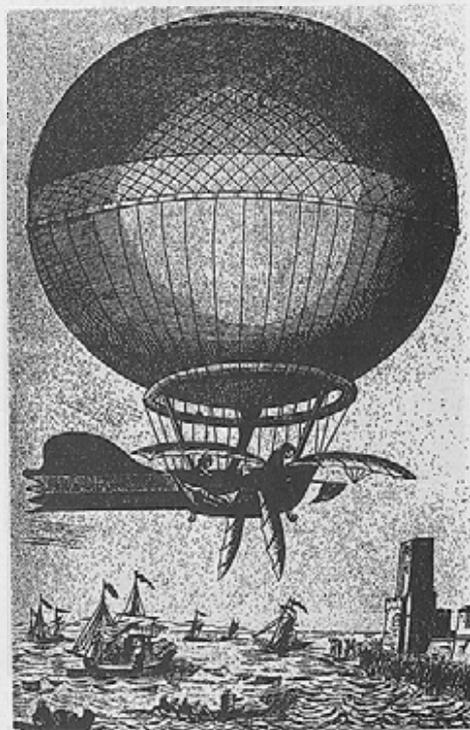
Au cours du dernier quart du siècle, sous l'impulsion de physiciens, aéronautes eux-mêmes, tels que Fonvielle, Flammarion et les frères Tissandier, les observations scientifiques par ballons se multiplièrent en même temps que se dessinaient les tout débuts de l'aéronautique. C'est Gaston Tissandier qui se distingua particulièrement entre 1870 et sa mort en 1888. Il effectua avec divers collaborateurs un grand nombre d'ascensions mémorables.

Le 16 février 1873, avec le ballon *Le Jean Bart* il observe le spectre du Brocken², phénomène optique particulièrement remarquable.

Les 23 et 24 mars 1875, Croce-Spinelli, Sivel, Gaston et Albert Tissandier et Jobert, à bord du ballon *Zénith*, emportent un baromètre, des thermomètres, dont un enregistreur, un psychromètre et un hygromètre à condensation. Partis de l'usine à gaz de La Villette à Paris, ils atteignirent 1 100 m et restèrent dans l'atmosphère près de 23 heures, performance inégalée à l'époque. Au cours de l'ascension, Jobert lança par-dessus bord des formulaires imprimés portant les indications de la pression atmosphérique, de la température et de l'état du ciel qui devaient être recueillis au sol, puis renvoyés à Paris.

Gaston Tissandier avait imaginé un dispositif permettant de larguer des ballonnets au-dessus et au-dessous de l'aéronef pour étudier les courants aériens. Mais, le 15 avril 1875, au cours d'une ascension préparatoire, Gaston Tissandier, Crocé-Spinelli et Sivel montèrent jusqu'à 8 000 m. Gaston Tissandier fut le seul survivant. Ce fut le premier accident aérien provoqué par la raréfaction de l'air. Le 4 octobre 1875, avec le ballon *Jean Bart*, Gaston Tissandier étudia un nuage de glace.

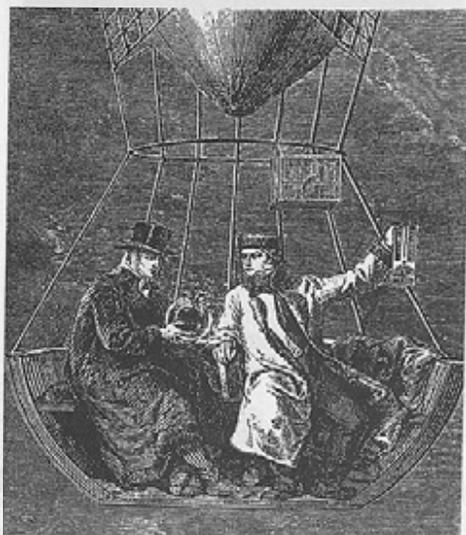
Il faut de même rendre justice à Giffard qui présenta, en juillet 1878, à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris, son *Grand*



La traversée de la Manche par Blanchard et Jeffries, le 30 novembre 1784. L'équipement curieux, constitué par des sortes d'ailes agissant comme des rames est destiné à essayer de modifier la trajectoire du ballon. Lavoisier avait lancé cette idée. A. Berget. L'Air.

1 - Si Nadar a été le premier à prendre des photographies aériennes, Schereschewski revendique, dans *La Météorologie* (1926) être l'auteur de la première photographie aérienne stéréoscopique, prise d'un avion, le 3 août 1918.

2 - Apparition d'une figure gigantesque observée sur le Pic de Brocken, dans les monts du Harz en Saxe : une ombre, considérablement agrandie d'un objet, observée à l'apparition du soleil, sur un nuage de gouttelettes d'eau parfois entourée d'une gloire colorée. Ce phénomène est expliqué par la diffraction. On dit aussi Arc du Brocken (*Glossaire de météorologie et de climatologie*. Oscar Villeneuve. Université de Laval).



L'ascension de Gay-Lussac et Biot le 24 août 1804. On remarquera le thermomètre, le ballonnet de verre servant aux prélèvements d'air et la cage contenant un oiseau présumé avertir du risque d'asphyxie. Le baromètre est invisible. Photo Météo-France.

Ballon muni d'un moteur à vapeur. C'était le premier dirigeable ! Il avait une nacelle pouvant enlever des passagers à une hauteur de 600 m et servit d'observatoire météorologique. Il assura la liaison entre Paris et Trappes à une vitesse de 7 km/h. Cet énorme ballon de 36 m de diamètre fut détruit par un ouragan le 16 août 1879. Son gonflement avait nécessité la réalisation d'un nouvel appareil de production d'hydrogène, conçu par Giffard lui-même, qui servit également au gonflement de deux ballons météorologiques montés, l'un le 30 juin 1878 par Godard et Georges Tissandier, l'autre le 7 juillet par Albert Tissandier et de Fontvielle.

Nous croyons aussi utile de signaler les ascensions que fit à Hanoi, au début de ce siècle, Le Cadet, directeur du service météorologique de l'Indochine. Il fut sans doute un pionnier de l'exploration de l'atmosphère tropicale et devançait Van Bemeulen dont les recherches faites à Batavia (Djakarta) en 1908, sont plus connues.

Vers l'aéronautique

Les débuts de l'aérostation avaient favorisé l'essor de l'aérologie, mais celle-ci, à son tour, permit le développement de l'aéronautique, puis de l'aviation. L'avance prise alors par notre pays perdura pendant un siècle. Nous avons déjà mentionné Giffard et son *Grand Ballon* en 1878, parce qu'il servit à des études météorologiques. En 1883, les frères Tissandier, firent voler un ballon muni de moteurs « dynamoélectriques ». L'année suivante, le Capitaine Renard mit une hélice à l'avant du ballon et effectua le premier vol en circuit fermé. Puis c'est l'avion en 1890, avec Clément Ader et, en 1907, le premier hydravion avec Fabre. On a pu parler d'Idrac, comme du « père du vol à voile », mais, si son apport à la théorie du vol est indéniable, c'est incontestablement l'Allemand Otto Lilienthal qui en fut le pionnier.

Les connaissances en aérologie vers 1880

C'est, pour une bonne part, grâce aux multiples observations faites par les aéronautes que, durant la première moitié du XIX^e siècle, de nombreux savants français ont apporté leur contribution à l'aérologie et à la météorologie, alors que la distinction entre les dif-

férentes disciplines de la physique commence seulement à s'établir. Fierro précise que c'est en 1834 qu'apparaît la première définition du mot « météorologie »¹, que les « isothermes » sont proposées en 1871 par Humboldt, et les « isobares » en 1820, par l'Allemand Brandes.

On ne peut citer tous ceux qui, à l'époque apportèrent leur pierre à la météorologie, mais nous pensons devoir mentionner les travaux de :

- Gay-Lussac que nous avons déjà cité et qui s'illustra avec la Loi qui porte son nom.

- Lamarck (1744-1829) qui, en 1802, proposa la première classification internationale des nuages, un an avant celle plus connue de Howard. Cette idée fut longuement discutée par la suite, notamment en fin du siècle, au sein de la « Commission des Nuages » du Comité météorologique international. Nous verrons que Teisserenc de Bort apporta une contribution importante à ces travaux qui se poursuivirent longtemps encore.

- Laplace, qui en 1825 établit la « Loi de variation de la pression en altitude ».

- Sadi Carnot², qui jeta en 1824 les bases de la thermodynamique. Il était fils aîné de Lazare Nicolas Carnot dit le Grand Carnot.

- Coriolis, avec son apport essentiel en 1826 à la mécanique des fluides.

- Arago, qui s'intéressa à la circulation générale et tout particulièrement aux problèmes des alizés.

- Et, bien sûr, Le Verrier, qui fut le père de la météorologie synoptique.

Pour faire un point, en schématisant, on peut dire que, aux environs de 1890, il restait beaucoup à découvrir dans l'atmosphère, mais il était établi que :

- la circulation générale des vents autour du globe suivait bien, dans l'ensemble, les propositions faites, en 1735, par Hadley ;

- la pression diminuait régulièrement avec l'altitude suivant la loi logarithmique de Laplace ;

- la température diminuait également quand on s'élevait, selon les lois de l'adiabatisation, malgré quelques inversions que l'on pensait locales et temporaires.

Mais on ne disposait que de très peu de mesures en altitude, encore étaient-elles peu homogènes et dispersées, tant dans le temps que dans l'espace, et aucune ne dépassait 8 600 m.

1 - Le mot « météorologie » était utilisé des Grecs bien avant Aristote, avec un sens plus large que maintenant, et il était courant chez nous dès le début du XVIII^e siècle. Cependant, il n'existe pas d'entrée à ce mot dans La Grande Encyclopédie de d'Alembert.

2 - À ne pas confondre avec Sadi Carnot, son neveu, qui devint Président de la République en 1887 et fut assassiné à Lyon en 1894.