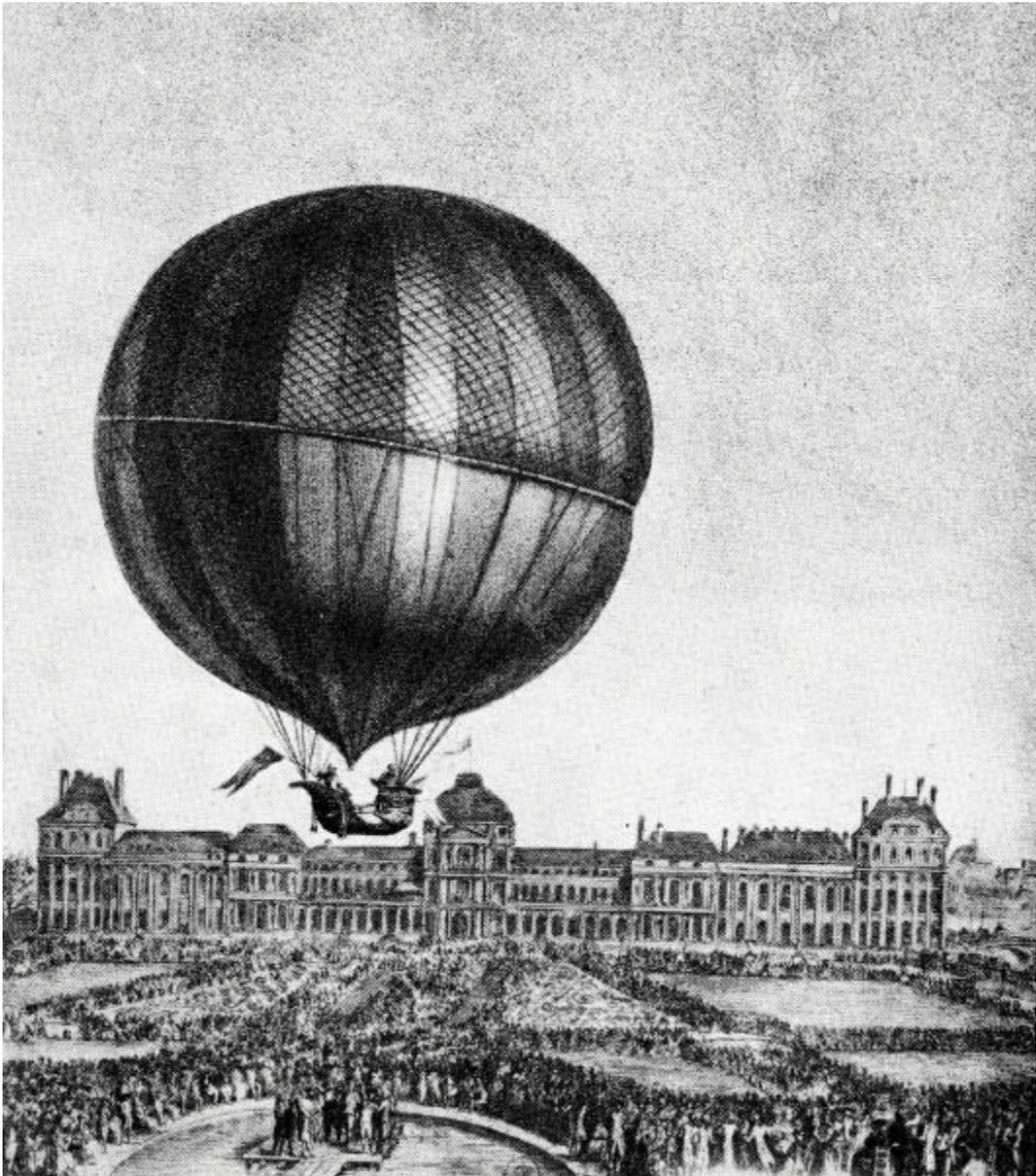


Les apports scientifiques du XVIIIe siècle

Par Gérard Hartmann



Première ascension aérostatique d'un ballon à hydrogène par le physicien Jacques Charles et le papetier Nicolas-Louis Robert dans la cour du Palais des Tuileries à Paris, le 1^{er} décembre 1783. (Gravure du musée Carnavalet).

Les publications savantes du *Siècle des Lumières*

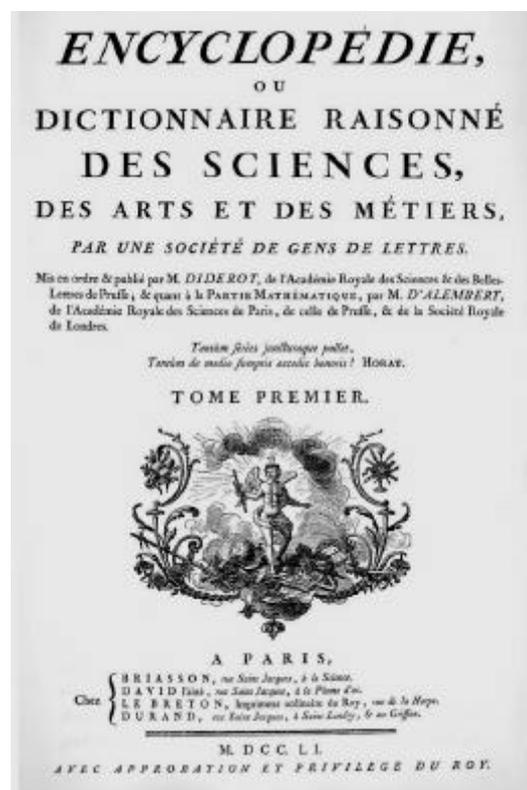
La première édition du *Dictionnaire de l'Académie française*, qui donne la définition d'environ 15 000 mots de la langue française, ne paraît qu'en 1694, soixante ans après la fondation de la docte académie par Richelieu et Louis XIII « pour donner une unité » à la France d'alors. De même, ce n'est qu'en 1699 que l'Académie des Sciences, créée par Colbert en 1666, publie des travaux de recherche en laboratoire (expérimentations), une nouveauté en France à ce moment, les éditions précédentes du *Journal des savants* n'étant que triste compte-rendu des séances bihebdomadaires des savants du Grand Siècle. Par ces deux seules publications, le petit monde étroit des savants entre dans le *Siècle des Lumières*. Il a donc fallu trois générations pour passer d'une intention à sa réalisation pratique.



Besnier de Sablé. Partout en Europe au XVIII^e siècle les académies savantes décrivent un « homme volant », un téméraire qui se laisse tomber d'une tour avec des moignons d'aile, y trouvant généralement la mort. Le 12 décembre 1678, le *Journal des savants* publie pour la première fois une analyse consacrée à un homme volant, le serrurier Besnier de Sablé. Dommage qu'aucun témoignage n'accompagne cette analyse. Gravure du XVIII^e siècle.

Le développement de l'imprimerie à Paris et le commerce des livres permet à la Sorbonne et aux Académies (française, inscriptions et belles-lettres, sciences, beaux-arts et bientôt sciences morales et politiques) de diffuser la connaissance plus rapidement que par des réunions hebdomadaires de quelques esprits savants. L'Académie des sciences se professionnalise peu à peu et invite des compétences, leurs travaux étant passés au crible de la critique par les académiciens, désormais payés, les charlatans sont écartés. Des hommes jeunes et inconnus peuvent s'exprimer, c'est le triomphe des Modernes sur les Anciens.

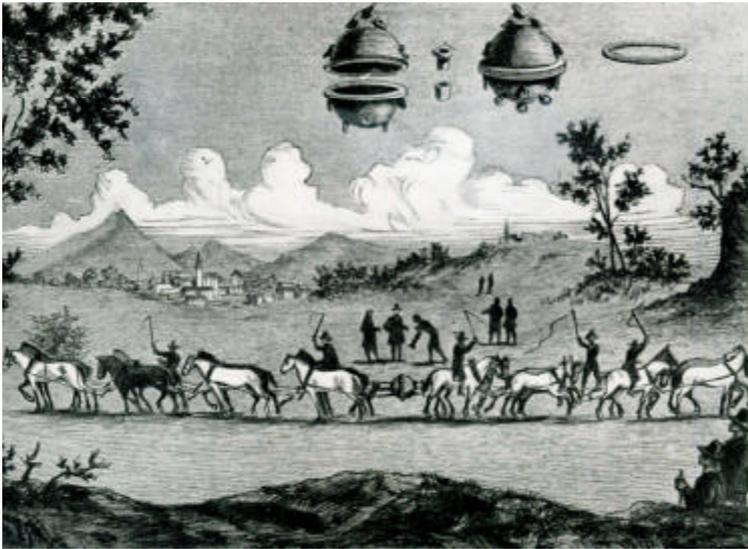
Avec l'abondance du livre, l'esprit critique et « scientifique » se développe en Europe occidentale. Mais ce sont surtout les grands recensements des connaissances qui marquent le *Siècle des Lumières*, en particulier vers 1750 quand Buffon publie le premier des trente-six tomes de son *Histoire naturelle* et surtout quand paraît le premier tome de l'*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers par une Société de Gens de lettres* de Diderot et d'Alembert. Trente-cinq autres volumes suivront jusqu'en 1780. La première édition est tirée à 25 000 exemplaires. En deux générations seulement, le goût des belles pensées s'écarte de l'indécidable, des discussions scolastiques, se porte sur la « science », comme l'atteste la multiplication des cabinets de curiosité.



L'*Encyclopédie* donne cette définition de l'air : « Corps léger, fluide, transparent, capable de compression et de dilatation, qui couvre le globe terrestre jusqu'à une hauteur considérable ». Première édition, 1751.

Désormais, le point de vue consistant à n'affirmer que des faits qu'on prouve par une simple expérience triomphe et les publications savantes se multiplient. Avec la domestication de la vapeur, c'est le règne des « forces » qui débute et avec l'étude de l'électricité celle des « énergies » nouvelles. Les savants analysent les forces, leurs variations comme la température, l'eau, l'air, corps qui passent d'éléments bibliques à l'état d'un liquide et d'un gaz. En 1759, la révolution de Newton frappe les esprits avec la publication posthume par Mme du Châtelet de la traduction des travaux du Génie

anglais *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*.

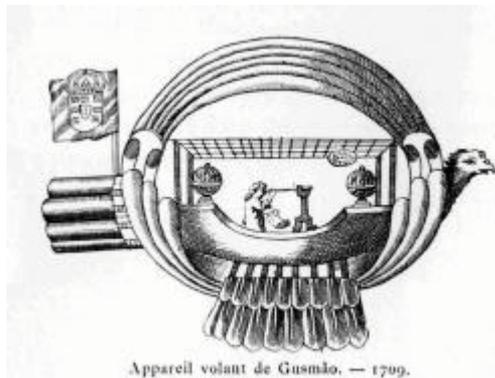


Expérience des hémisphères de Magdebourg, inventée par le bourgmestre de la ville, Otto de Guericke, ayant servi à démontrer la force de la pression atmosphérique, en 1652. Seize chevaux ne parviennent pas à séparer deux hémisphères de cuivre au sein desquels on a fait le vide au moyen d'une simple pompe à air. (Gravure du XVIII^e siècle).

Au cours de la seconde moitié du XVIII^e siècle, les publications ayant trait à la science abondent.

En 1761, D'Alembert publie *Opuscules mathématiques*, le dernier de sept ouvrages magistraux sur les forces, le premier d'une série mathématique de sept ouvrages, après son *Traité de dynamique* (1743), le *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides* (1744), la *Théorie générale des vents* (1745), un *Traité de mathématiques* (1747), la *Précession des équinoxes* (1749).

En 1761, l'astronome et mathématicien français Alexis Claude Clairaut (1713-1765) publie son *Mémoire sur les mouvements des corps célestes* après ses *Recherches sur les courbes à double courbure* (1731) ouvrage qui lui a ouvert les portes de l'Académie des sciences à 18 ans.



La machine volante de Bartolomeu-Lourenço de Gusmao (né au Brésil vers 1665-1724), apparaît comme une chimère faite pour soutirer des fonds au roi du Portugal. Les travaux de Gusmao sont controversés. Selon le savant portugais Ferreira, il aurait inventé le

ballon à air chaud. Selon Thomas Pinto Brandao, Gusmao aurait volé avec des ailes. Menacé par l'inquisition, Gusmao finit misérablement ses jours en Espagne. C'est l'absence d'esprit critique qui rend ses travaux douteux.

En 1761, Réaumur connu pour son thermomètre à alcool, et qui a passé les plus belles années de sa vie à produire de l'acier publie son *Nouvel Art d'adoucir le fer fondu et de faire des ouvrages de fer fondu aussi finis que de fer forgé*.

En 1763, ayant parcouru les sites les plus prolifiques en minéraux, Laponie, Islande, le fondateur de l'enseignement à Paris des sciences naturelles Jacques-Christophe Valmont de Bomare (1731-1807) publie *Minéralogie ou nouvelle exposition du règne minéral* et l'année suivante son *Dictionnaire d'Histoire naturelle*.



Microscope de Robert Hooke (1635-1702). Le savant anglais fut le premier à proposer de caler le zéro du thermomètre sur le point de congélation de l'eau.

En 1762, L'astronome Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande (1732-1807) qui mesura avec La Caille en 1751 la parallaxe lunaire, membre de l'Académie des sciences à 20 ans, futur directeur de l'observatoire de Paris, publie son *Exposition du calcul astronomique* et en 1764, son *Traité complet d'astronomie théorique et pratique*.

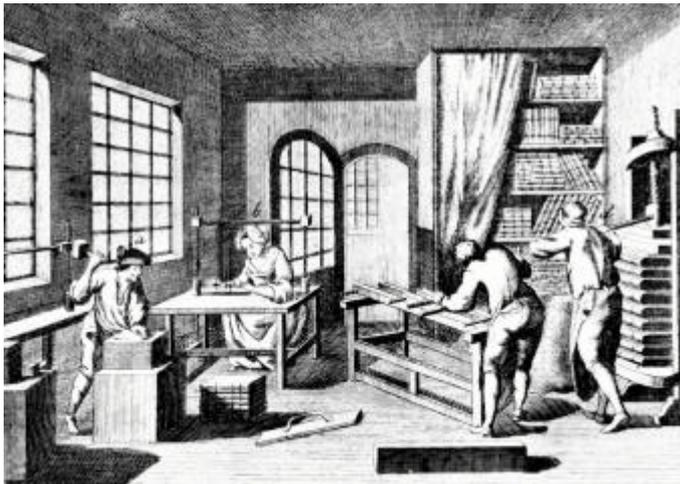
En 1763, le naturaliste français Elie Bertrand (1713-1797) publie son *Dictionnaire universel des fossiles propres et des fossiles accidentels*.

En 1765, le mathématicien Condorcet publie *Essai sur le calcul intégral* et en 1767 sur *Le problème des trois corps*, ce qui le fait entrer à l'Académie des sciences l'année suivante, à 25 ans.

En 1766, le savant Philippe Macquer (1720-1770) publie son *Dictionnaire portatif des arts et métiers*, contenant en abrégé l'histoire, la description et la police des arts et métiers, des fabriques et manufactures de France et des pays étrangers.

En 1766, l'astronome Jean-Sylvain Bailly (1736-1793), élu à l'Académie des sciences à 29 ans, publie *Essai sur la théorie des satellites de Jupiter*. En 1779, Bailly publie son

Histoire de l'astronomie moderne, en trois volumes jusqu'en 1782.



Atelier de reliure à Paris, XVIII^e siècle (Encyclopédie).

En 1770, Buffon publie son *Histoire naturelle des oiseaux*.

En 1771, Le philosophe Nicolas Bergier (1718-1790) publie son *Examen du matérialisme*.

En 1771, Gaspard Monge publie son *Mémoire sur les rayons de courbure*.

En 1771, l'abbé Jean Rozier (1734-1793) publie son *Journal de physique*, premier périodique scientifique en France.

En 1772, auteur d'une expédition scientifique autour du monde, Bougainville (1729-1811) publie son *Voyage autour du monde*.

En 1772, le physicien Jean-Baptiste Romé de Lisle (1736-1790) publie un *Essai de cristallographie*.

En 1773, le mathématicien et astronome Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) publie ses *Réflexions sur la résolution algébrique des équations*.



L'astronome-mathématicien Pierre Simon marquis de Laplace (1749-1827) à qui on doit les équations donnant la pression de l'air selon l'altitude (voir tableau page 5).

En 1773, l'horloger Ferdinand Berthoud (1727-1807) publie son *Traité des horloges marines, contenant la théorie, la construction, la main d'œuvre de ces machines et la manière de les éprouver*.

En 1773, le chimiste français et jeune avocat au parlement de Dijon Louis Bernard, baron Guyton de Morveau (1736-1816) publie le *Nouveau moyen de purifier absolument et en peu de temps une masse d'air infectée* et en 1776, les *Eléments de chimie théorique et pratique*.

En 1773, l'ingénieur agronome et apothicaire aux armées Antoine Augustin Parmentier (1737-1813) publie l'*Examen chimique des pommes de terre dans lequel on traite des parties constituantes du blé*.



Le numéro un du *Journal de Paris*, édité en janvier 1777, donne des informations météorologiques. La température est exprimée en degrés au-dessous de zéro (comme l'a suggéré le savant anglais Robert Hooke), la pression en pouces et lignes. La capitale compte près d'un million d'habitants. (Bibliothèque historique de la ville de Paris).

En 1777, auteurs par ailleurs de nombreux articles de l'*Encyclopédie*, d'Alembert, l'abbé Charles Bossut et Condorcet publient *Nouvelles Expériences sur la résistance des fluides*.

En 1777, le physicien français Charles-Augustin Coulomb (1736-1806) publie *Recherches sur la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées*.

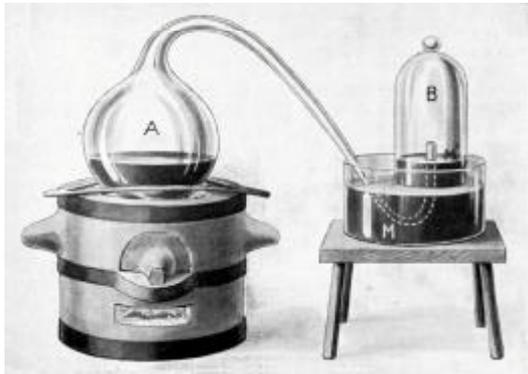
En 1777, le naturaliste Jean-Baptiste de Monet chevalier de Lamarck (1744-1829) publie *Flore française, ou description succincte de toutes les plantes qui croissent naturellement en France, disposée suivant une nouvelle méthode d'analyse*, premier des trois volumes édités jusqu'en 1783. On lui

devra la première théorie sur l'évolution des espèces.

Altitude en mètres	Pression de l'air en mm de mercure	Densité de l'air (poids d'un litre)	Densité de l'hydrogène (poids d'un litre)
0	760	1,293 g	0,089 g
400	723	1,234 g	0,085 g
1 000	670	1,146 g	0,078 g
5 550	380	0,647 g	0,045 g
10 000	217	0,358 g	0,022 g
20 000	65	0,119 g	0,008 g
30 000	18	0,089 g	0,006 g
60 000	0,41	0,029 g	0,001 g

Loi de Laplace, décroissance des pressions de l'air suivant l'altitude. La conquête de l'espace n'a fait que confirmer cette loi qui date de 1778. (Source : CNAM).

En 1777, dans *Instruction sur l'établissement des nitrières et sur la fabrication du salpêtre*, Lavoisier rend publiques ses analyses de l'air et sa théorie de la combustion des acides.



L'expérience de Lavoisier prouvant la composition de l'air, 1774. L'Air en A est chauffé par du mercure, cède une partie (l'oxygène) au métal qui s'oxyde, le reste (l'azote) est récupéré en B.

En 1779, le mathématicien français Etienne Bézout (1730-1783) publie sa *Théorie générale des équations algébriques*. Il avait déjà publié son *Cours de mathématiques pour la marine* (1764-1769) et son *Cours de mathématiques pour l'artillerie* (1770-1772).

En 1780, le chimiste français Pierre Thouvenel publie *Mémoire chimique et médical sur la nature, les usages et les effets de l'air*.

En 1781, Restif de la Bretonne publie *La découverte australe par un homme volant*, premier ouvrage de science-fiction.

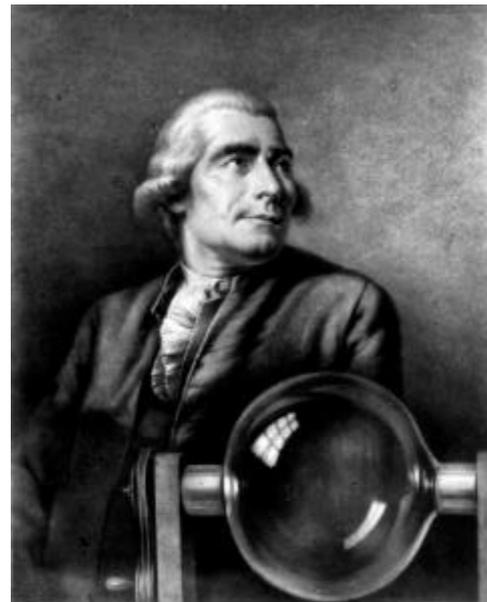
En 1782, Le chimiste Antoine François comte de Fourcroy (1755-1809) publie ses *Leçons élémentaires d'histoire naturelle et de chimie*, avant d'établir avec Lavoisier et Guyton de Morveau en 1787 une nomenclature chimique rationnelle, ouvrant la voie à la chimie moderne.

Le 28 juin 1783, Lavoisier et Laplace présentent à l'Académie des sciences leur *Mémoire sur la chaleur*.

La mesure du Monde

Parmi les difficultés rencontrées par les savants du XVIII^e siècle, citons celle des unités de mesure, disparates, interdisant toute communication scientifique directe d'une ville à l'autre. Mesurer un volume s'appuie sur l'unité de distance, il en existe une bonne douzaine dans chaque pays, selon qu'on mesure une étoffe, la surface d'un parc, une route entre deux villes, et ces mesures sont variables d'une ville à l'autre. Mesurer une masse s'appuie sur l'unité de poids, il en existe plusieurs, pour les corps liquides, solides, gazeux, etc. Mesurer une distance s'appuie sur l'unité de temps, et même celle-ci pose problème, chacun voyant « midi à sa porte ». La monnaie souffre aussi de valeurs locales, la livre n'a pas la même valeur à Paris et à Saint-Denis.

Certaines unités comme le pied, le pouce, la toise font appel à des dimensions du corps humain, éminemment variables.



Joseph de Montgolfier (1740-1810) qui œuvre au laboratoire de la manufacture paternelle de papier d'Annonay imagine en 1782 que si on peut construire une enveloppe étanche assez légère il est possible de l'élever dans l'air chauffé. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).

L'usage d'étalons universels, invariables, définis avec précision s'impose. En imaginant les systèmes d'unités, dont le système métrique est le prototype, les savants démontrent qu'on peut rattacher toutes les mesures à un très petit nombre d'unités universelles : si l'on prend comme référence et étalon de longueur le méridien terrestre, il est possible de définir non seulement le mètre, mais encore le mètre carré, le mètre cube et, grâce à l'eau pure, le kilogramme, poids d'un décimètre cube d'eau.

La bataille de l'unité de température

Le thermomètre et le baromètre à mercure font partie de la panoplie des premiers instruments scientifiques que tout laboratoire doit posséder, avec le trébuchet et le microscope. Seulement, n'ayant pas d'unité, chacun les utilise comme il veut.

En 1702, le physicien français Guillaume Amontons (1663-1705), inventeur des thermomètres à mercure et à gaz, découvre que la chaleur élève la pression de l'air (loi de Mariotte) et que l'ébullition de l'eau se fait toujours à la même température à une pression donnée, établissant le principe de température absolue. Dorénavant, on cherche une unité pour cette entité mesurable.

En 1724, le physicien allemand Daniel-Gabriel Fahrenheit (1686-1736), constructeurs d'anémomètres et de thermomètres, imagine la première échelle thermométrique universelle après avoir mesuré la température d'ébullition de nombreux liquides.

L'invention en 1741 des degrés Celsius (échelle thermométrique centésimale) utilisée pendant dix ans à l'université d'Uppsala en Suède, basée sur les propriétés de l'eau et proposée par l'astronome et physicien suédois Anders Celsius (1701-1744) s'impose dans toute l'Europe après 1750. Une première victoire du XVIII^e siècle en faveur d'un référentiel universellement utilisé.

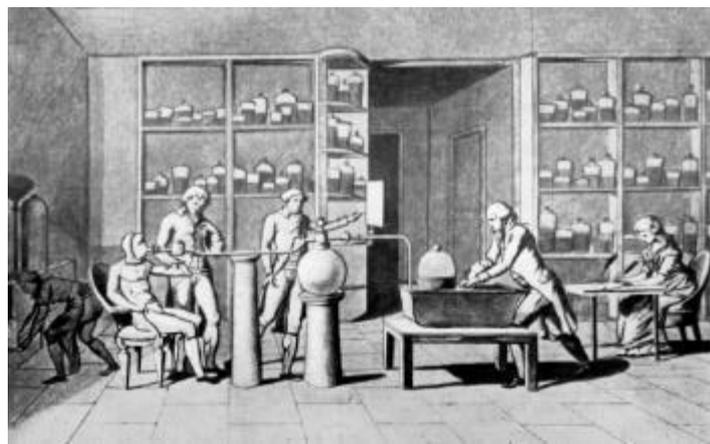


L'homme volant, gravure du livre de Restif de la Bretonne (1734-1806) *Le Dédale français*, 1781. *Le paysan-écrivain a écrit 194 volumes traitant des mœurs comme Le Pornographe (1769), la Mimographe (1770), le Paysan pervers (1775) ou Les Nuits de Paris (1788-1793) et des romans d'anticipation comme Le Découverte australe (1781), aventures d'un homme volant.*

La bataille du mètre

Vers 1750, les mathématiciens et physiciens Jean-Charles Borda, Condorcet, Joseph Louis Lagrange, Laplace, Antoine Laurent Lavoisier, Gaspard Monge, Mathieu Tillet entre autres élisent le méridien terrestre - dont on ignore encore la longueur - comme étalon permanent et universel de longueur ; le choix du globe terrestre permettra l'adoption de cette unité par tous les peuples, pensent-ils.

Mesurer le diamètre de la Terre a une autre vertu : vérifier les lois de Halley et de Newton (gravitation universelle) à condition de calculer aussi sa masse par la densité.



Cabinet d'expériences de Lavoisier, 1772. Le savant mène une expérience sur la respiration de l'homme et l'air. Sa femme à droite, prend les notes qu'il lui dicte. (Gravure du XVIII^e siècle).

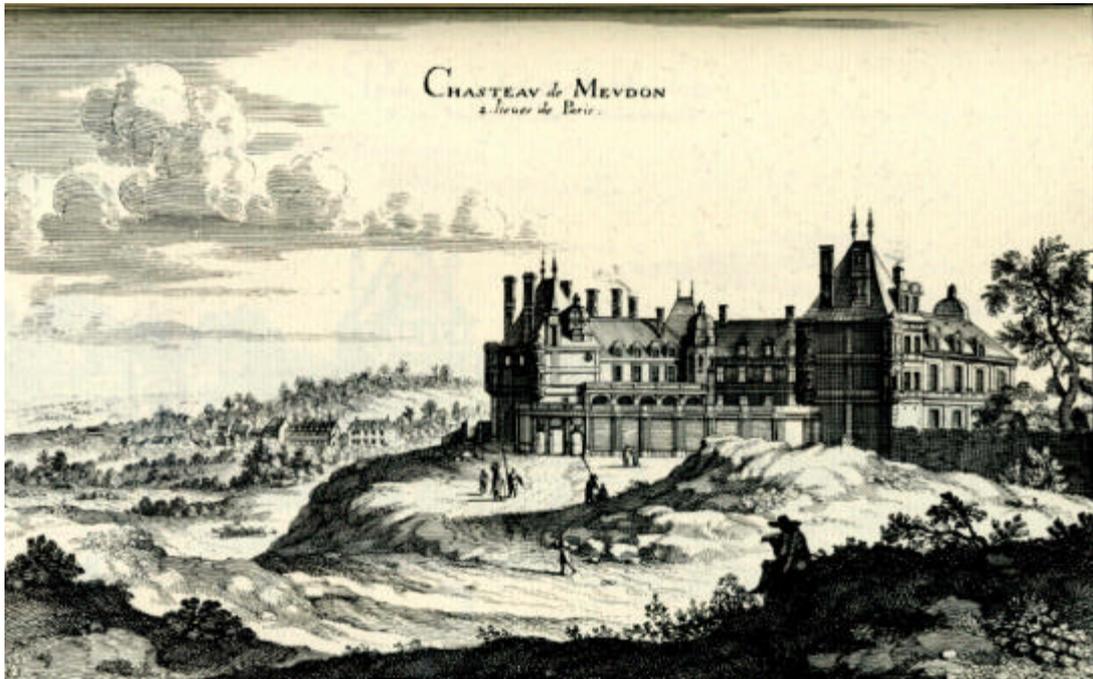
En 1735, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), durant une mission en Laponie, mesure la distance au sol correspondant à un degré d'arc, supérieure à celle qu'on trouve en France, ce qui prouve que la Terre est aplatie aux pôles. En 1737, Maupertuis présente à l'Académie des sciences les résultats de son expédition en Laponie avec Celsius. Le quart du cercle passant par les pôles mesurerait 30x10⁶ pieds.

Le 9 mars 1790, un rapport de Talleyrand (1754-1838) alors député du clergé aux États-Généraux propose à l'Assemblée constituante un système de normalisation des poids et mesures. Le 8 mai 1790, un décret, approuvé par Louis XVI le 22 août, introduit le mot **mètre**. Le 27 octobre 1790, une commission de l'Académie des sciences adopte le caractère décimal pour le nouveau système. Le 19 mars 1791, un rapport de l'Académie propose pour la longueur du mètre la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.

Le 7 avril 1795 (18 germinal an III), la nomenclature définitive du système métrique décimal est établie. Le 22 juin 1799, la longueur du mètre et le poids du kilogramme sont fixés de manière définitive. Le mètre correspond alors à trois pieds et

11,296 lignes de la toise du Pérou. Le poids et la dimension du franc sont aussi définis. C'est la seconde victoire du XVIII^e siècle,

purement française cette fois, et il faudra deux siècles pour voir ces unités adoptées dans le monde entier.



Le château de Meudon, en 1655. Qui aurait pu penser que le paisible château du dauphin et depuis 1733 des rois de Pologne abriterait au XVIII^e siècle un centre militaire après la décision prise le 24 novembre 1793 par le Comité de salut public de transporter le ballon expérimental de Coutelle à Meudon. (Merian topographie Galliae).

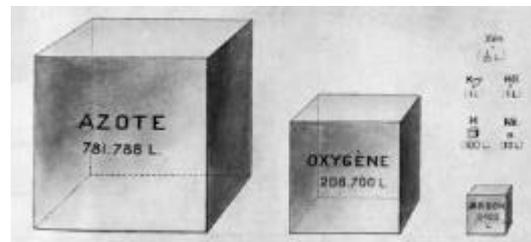
L'analyse de l'air

Parallèlement à ces travaux sur la mesure du monde, les savants étudient tous les corps liquides et gazeux de notre environnement comme l'eau et l'air. Ils observent les effets des composés organiques et des combustions, scrutent, notent, pèsent, mesurent, analysent.

En 1727, le plus jeune représentant d'une famille de savants et mathématiciens d'une importance considérable, Daniel Bernoulli (1700-1782) explique les lois fondamentales qui régissent les milieux liquides et gazeux par l'agitation des atomes et molécules, fondant l'hydrodynamique, poursuivant les travaux du grand astronome hollandais Christian Huyghens (1629-1695). Daniel Bernoulli est aussi l'auteur d'un *Traité sur les marées*, 1748.

Le chimiste français Guillaume-François Rouelle (1703-1770) dans son laboratoire au Jardin royal des plantes, à Paris, étudiant l'action des acides sur les métaux, publie la théorie de l'air « phlogistique ». Cette théorie, née de l'imagination du médecin et chimiste allemand Georg-Ernst Stahl (1660-1734) à la suite de son compatriote Johann Becher (1635-1682) qui le premier découvrit l'éthylène (1669), veut que le corps igné

contienne un gaz qui participe à sa combustion.



L'analyse de l'air donne les proportions des différents gaz contenus dans un million de litres d'air. Le poids d'un million de litres d'air est estimé à plus de mille kilogrammes. (Larousse 1927).

Dans son laboratoire du Jardin des plantes, Rouelle manipule des « airs » (le mot « gaz », dû au chimiste flamand J. B. Van Helmont vient du Grec « chaos » n'apparaît qu'en 1766 dans le *Dictionnaire de chimie* de P.-J. Macquer qui sert de base de formation à la chimie pour Guyton de Morveau), au moyen d'un appareillage constitué par des tubes en verre coudés, aboutissant sous une cloche plongeant dans une cuve à eau.

C'est aux chimistes anglais Joseph Priestley et Henry Cavendish (1732-1810) qu'on doit l'isolation des constituants de l'air, que Lavoisier baptisera en 1887 avec Guyton de Morveau *oxygène* et *hydrogène*.

Priestley étudie le gaz carbonique issu de la respiration et découvre en 1771 que la combustion est impossible dans l'air vicié. Recueillant des gaz sur la cuve à mercure de

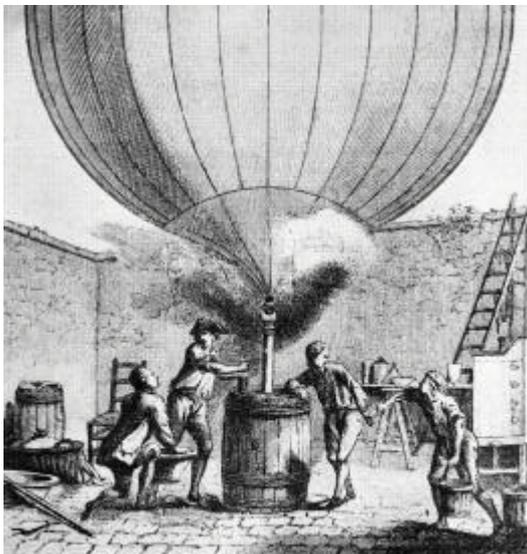
son laboratoire, il isole l'acide chlorhydrique et le bioxyde d'azote en 1772, le protoxyde d'azote en 1773 qu'il identifie comme comburant et en 1774 il isole l'oxygène en chauffant de l'oxyde de mercure.

Très grand expérimentateur, Cavendish à qui on devra plus tard le calcul de la densité de la Terre, isole le premier l'hydrogène tout en soutenant la théorie phlogistique, croyant que les métaux attaqués par l'acide contiennent un gaz combustible. Ses travaux ne sont publiés qu'en 1884.

Autre expérimentateur hors pair, le chimiste suédois Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) isole à son tour l'hydrogène en 1768 et l'oxygène en 1773 et de nombreux acides (tartrique, formique, urique, lactique, mucique, citrique, oxalique, malique, gallique, muriatique et benzoïque.



Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), le fondateur de la chimie moderne, fut condamné et guillotiné durant la Terreur. (Musée du Louvre).



Le gonflement par l'hydrogène du premier globe aérostatique du physicien Jacques Charles, le 27 août 1783. (Gravure du XVIIIe siècle).

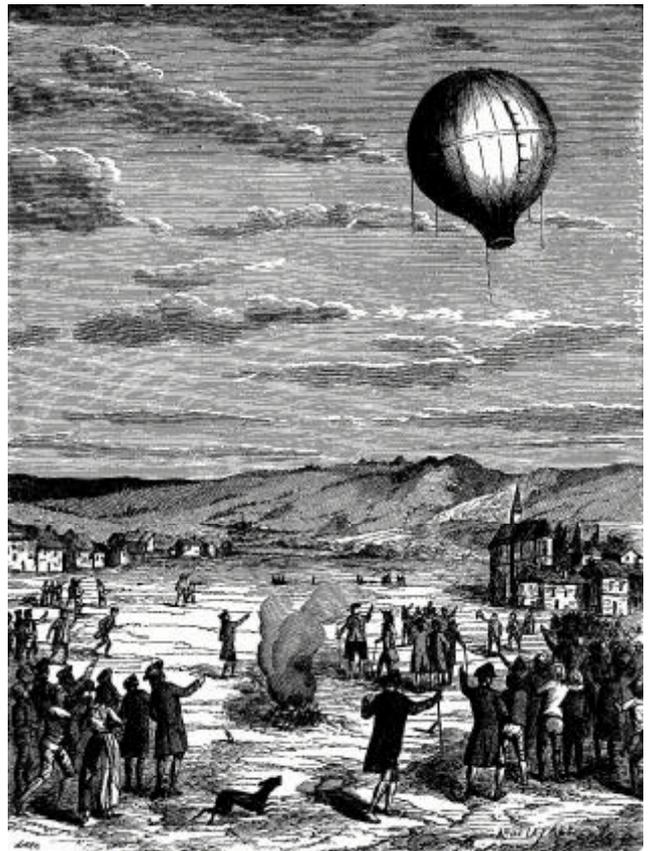
Lavoisier suit les cours de physique de l'abbé Nollet et assiste aux expériences de chimie de Rouelle rue Jacob. En 1774, il étudie la composition de l'air, isolant l'azote. En 1775, il est nommé régisseur des poudres et salpêtres à l'Arsenal. Son laboratoire est bientôt le plus réputé d'Europe. Là, il analyse, pèse, tout corps pur ou composé et c'est par ce moyen qu'il répertorie les cons-

tituants. Il découvre qu'un corps après combustion augmente sa masse, ce qui détruit la théorie « phlogistique ». Lavoisier propose les mots « oxygène » et « hydrogène » et explique leur rôle dans l'eau et l'air et la combustion.

En juillet 1784, Lavoisier est désigné par l'Académie royale des sciences commissaire chargé d'examiner une machine aérostatique inventée par les frères Montgolfier.

Quatre-vingt trois

En 1782, les savants s'accordent à dire que l'air est composé d'azote, d'oxygène et d'autres gaz, en petite quantité et dits « rares ». Cavendish le premier donne de l'air la composition suivante : 21 parties d'oxygène et 79 d'azote pour 100 unités. Au XIXe siècle, Jean-Baptiste Dumas (1800-1887), Boussingault (1802-1887), Lord Rayleigh (1842-1919) et Sir William Ramsay (1852-1916) affinent ces proportions et apportent la preuve que l'air n'est pas une combinaison de ces gaz mais un simple mélange et analysent (quantité, masse) les gaz rares, argon, xénon, hélium, krypton, hydrogène et néon.



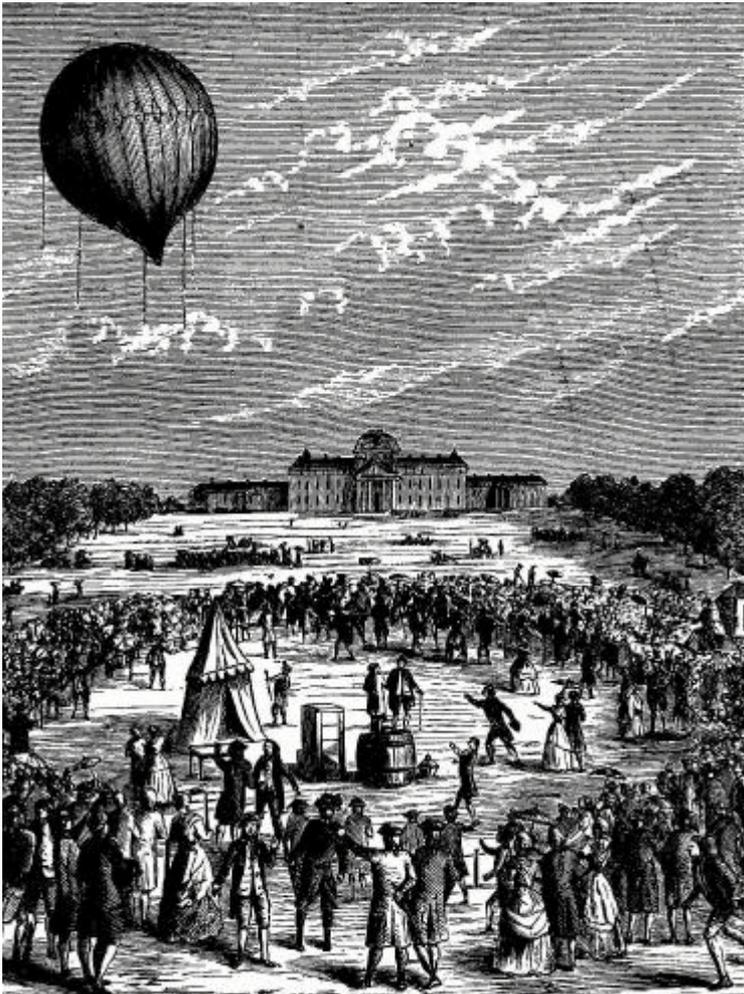
La première expérience publique des frères Montgolfier à Annonay, les 4 et 5 juin 1783, en présence des Etats généraux du Vivarais (Gravure du XIXe siècle).

On calculera aussi au milieu du XIXe siècle qu'un mètre-cube d'air à Paris contient

entre un et trente-trois litres d'eau sous forme vaporisée, ce qui permet de comprendre les nuages et la pluie.

Dès 1782, les chimistes qui s'adonnent à des expérimentations dans leur laboratoire savent que l'hydrogène qu'on obtient facilement en attaquant de la grenaille de fer par un acide, ne pèse que 50 à 100 grammes par mètre-cube, soit dix à vingt fois moins que l'air ordinaire. Les bases physiques sont établies pour que se développe la conquête de l'air par une machine globalement « plus légère que l'air ».

Cet honneur de construire la première machine aérostatique revient à deux Français, les frères Montgolfier.



Ascension du premier ballon à hydrogène non monté et libre à Paris au Champ de Mars, le 27 août 1783. L'enveloppe s'est affalée à Gonesse où elle est détruite par les paysans horrifiés. (Gravure du XIXe siècle).

Les frères Montgolfier

La révélation des propriétés de l'hydrogène (et dont le nom n'est pas encore établi, on parle de « l'air inflammable ») donne aux frères Montgolfier l'idée d'en remplir une vessie, mais les premières en-

veloppes laissent passer le gaz. Ils se tournent alors vers l'air chaud.

En novembre 1782, ils réalisent une enveloppe de papier de 60 pieds-cube sous laquelle brûle un mélange de laine et de paille. Elle part se coller au plafond. Ils répètent l'expérience en plein air, l'enveloppe de papier s'élève à plusieurs pieds de hauteur. Ils décident alors de construire un globe plus grand, 36 pieds de diamètre, fait de toile doublée de papier. A sa partie inférieure se trouve un panier de fer brûlant dix livres de paille mouillée et de laine hachée.

L'élévation du globe a lieu le 5 juin 1783 en public et en présence des Etats-généraux du Vivarais (page 8). Le « ballon » qui cube 800 m³ d'air chaud et pèse 245 kg s'élève dans les airs à plus de deux mille pieds sous les acclamations de la foule pour redescendre lentement vers le sol à neuf lieues d'Annonay.

Sitôt connue à Paris, le 15 juin, cette expérience affole les savants parisiens et l'Académie royale des sciences nomme une commission pour la renouveler, dès 1784. En font partie Lavoisier, Condorcet, Guyton de Morveau. Le rapporteur est le naturaliste Faujas de Saint-Fond (1741-1819), premier historien de l'aérostation.

Le ballon à gaz du Champ de Mars

Mais les Parisiens ne veulent pas attendre des mois, lèvent une souscription publique et financent la construction d'une autre machine aérostatique. La réalisation de l'enveloppe est confiée aux frères Anne-Jean et Nicolas-Louis Robert, constructeurs d'instruments scientifiques et papetiers chez Didot, et la mission de conduire l'expérience au professeur Jacques Charles (1746-1822), physicien.

Charles pense immédiatement à l'hydrogène pour le gonflement et fait réaliser un globe de 40 m³, l'enveloppe ne pesant que 20 kg. Le gonflement prend plusieurs jours. Le 27 août 1783, le ballon est enfin gonflé aux Tuileries et transporté au Champ de Mars pour lancement. La foule est estimée à 300 000 personnes, soit le tiers de la population parisienne !

Délibéré de ses filets le reliant au sol, le ballon s'élance vers le ciel à grande vitesse et à grande hauteur, peut-être mille pieds (ci-contre). Après un parcours aérien de 45 minutes, suivi par des cavaliers, la machine s'abat à Gonesse (actuellement Val-d'Oise) à cinq lieues de Paris où elle est détruite par les paysans qui voient là un engin satanique. La montgolfière est décrite à l'Académie par Faujas de Saint-Fond. Sitôt après, le roi du Portugal fait savoir que Gusmao a précédé Montgolfier. L'Académie royale des sciences à Paris est embarrassée...



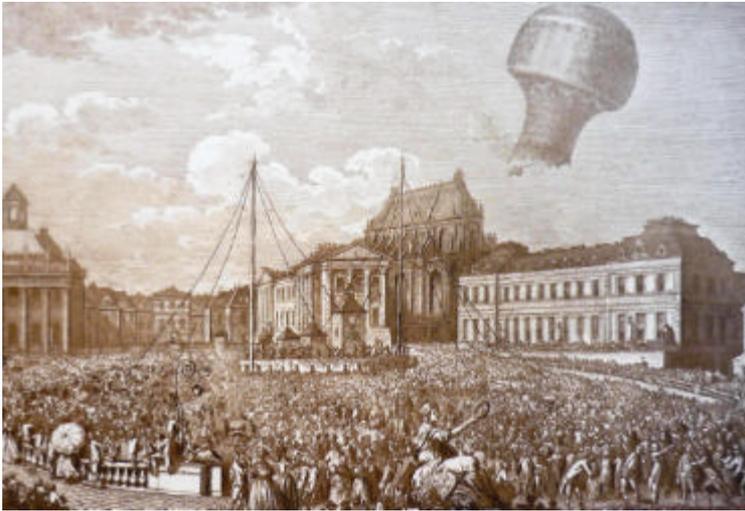
Le ballon à gaz du Champ de Mars à Paris, le 27 août 1783. (Gravure du XVIIIe siècle).

Les premiers aéronautes

Pendant ce temps, Etienne de Montgolfier arrive à Paris. Il est reçu par Louis XVI qui s'intéresse à la science comme tous les hommes du siècle des Lumières et qui lui demande de reproduire l'expérience du Vivarais à Versailles devant toute la cour et les esprits affûtés de l'Académie.

Après un premier essai raté, une énorme montgolfière sphérique est transportée à Versailles le 11 septembre 1783 au matin.

Vers 13 heures, le 19 septembre, l'engin s'élève dans la cour du château avec dans une cage suspendue un mouton, un coq et un canard, animaux symboliques des trois éléments, la terre, l'air et l'eau. Après une ascension estimée à une hauteur de 1500 pieds, les animaux sont retrouvés sains et saufs dans leur cage à la descente de l'appareil dans la forêt de Vaucresson (ci-dessous).



L'ascension de la montgolfière à Versailles le 19 septembre 1783 devant la cour, les animaux sont dans une cage qui est suspendue à l'appareil. (Gravure du XVIIIe siècle).

Pilâtre de Rozier

Cette expérience pousse les audacieux à tenter une ascension. Pilâtre de Rozier est l'un d'eux. Né à Metz le 30 mars 1754 de Mathurin Pilastre, surnommé Du Rosier, et de Madeleine Willemart, autoproclamé Intendant des Cabinets de physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle de Monsieur, Secrétaire du Cabinet de Madame, Pensionnaire du roi, membre de plusieurs Académies nationales et étrangères, Pilâtre n'est qu'un roturier.

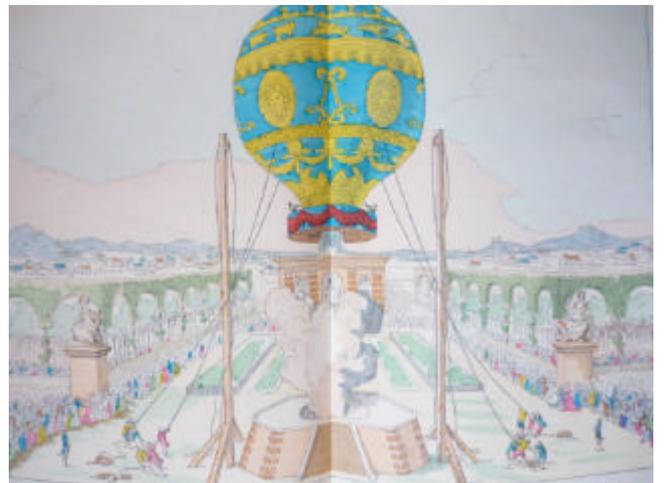
Aussitôt après l'expérience de Versailles, Etienne Montgolfier fait construire par l'atelier du jardin de Réveillon, rue de Montreuil à Paris, un aérostat à air chaud de forme ovale, de 70 pieds de haut et 36 pieds de diamètre, magnifiquement décoré (ci-contre). Une galerie circulaire en osier ceint

la bouche qui laisse entrer l'air chaud venant d'un fourneau destiné à la combustion de la paille accroché par des chaînes.



Jean-François Pilâtre de Rozier (1754-1785) à trente ans, premier navigateur aérien, première victime de l'air. (Gravure de Legrand d'après un dessin de Pujos).

Le 10 octobre, une fois achevé, Pilâtre prend place à bord de l'aérostat et effectue deux ascensions captives dans le jardin de la manufacture Réveillon dès le 15 octobre, puis une troisième toujours entravée le 17 avec à bord Giroud de Villette, adjoint de la Manufacture royale de papier. Le ballon s'élève à la hauteur de 300 pieds.



Les essais de Pilâtre de Rozier dans le jardin Réveillon le 17 octobre 1783. Gravure du XVIIIe siècle.



La montgolfière du marquis d'Arlandes et Pilâtre de Rozier, 21 novembre 1783. (Dictionnaire Larousse).



Le marquis d'Arlandes (1742-1809) à quarante ans, premier navigateur aérien militaire.

Le marquis d'Arlandes

Le marquis d'Arlandes qui occupe à la cour une position importante, puisqu'il dirige l'infanterie royale, demande à Etienne Montgolfier de participer à une ascension. Un aérostat est construit chez Réveillon. La duchesse de Polignac, gouvernante des enfants royaux, leur offre comme piste d'envol les vastes jardins de son château de la Muette près de Paris. Montgolfier suggère au marquis de prendre comme aide Pilâtre de Rozier, déjà expérimenté.

Le 20 novembre 1783, la montgolfière est prête, mais le vent la déchire. Elle est réparée et le 21 novembre vers 13 h 54, les deux hommes s'élèvent de Passy, passent l'île aux Cygnes, franchissent la Seine à bonne hauteur (2700 pieds, selon l'historien Pierre-Louis Clément), l'Ecole militaire, Notre-Dame où le ballon fait une mini-éclipse, passent Saint-Sulpice, le Luxembourg, le moulin de Croulbarbe et se posent à 14 h 20 à la butte aux Cailles près du moulin des Merveilles. En 25 minutes, la montgolfière a parcouru deux lieues.

Le jour suivant, l'Académie des sciences, Faujas de Saint-Fond et quelques amis lancent une souscription pour frapper des médailles en l'honneur des frères Montgolfier et des premiers aéronautes.

Charles et l'ascension des Tuileries

Pendant qu'Etienne de Montgolfier s'activait à La Muette avec sa montgolfière, le physicien Charles avec le concours des frères Robert prépare un aérostat à gaz pour effectuer une navigation dans l'air, les deux hommes n'étant plus assujettis au fourneau. Construit aux Tuileries en octobre dans la salle des concerts spirituels, son ballon est sphérique, 26 pieds de diamètre, l'enveloppe en soie rendue imperméable par un traite-

ment chimique, la nacelle est en rotin entoilé. L'ensemble pèse 800 livres avec trois hommes à bord.



Jacques-Alexandre-César Charles (1746-1822).

Opéré à l'aide de batteries de tonneaux où l'hydrogène (encore appelé « air inflammable ») est obtenu par action d'acide sulfurique (appelé huile vitriolique) sur la limaille de fer, le gonflement est labo et dure trois jours. Il commence le 28 novembre dans la grande allée des Tuileries. Le 1^{er} décembre 1783 au matin, le temps permet une belle ascension. C'est Etienne de Montgolfier qui coupe le lien du départ.

Devant 300 000 spectateurs, le ballon portant Charles et Nicolas Robert s'élève et prend la direction de l'ouest puis du nord de Paris, poussé par le vent. Après avoir parcouru neuf lieues, il descend à Nesle-la-Vallée (actuellement Val-d'Oise).



Ascension historique de Charles et Robert aux Tuileries, le 1^{er} décembre 1783. (Musée Carnavalet).

Sous la fin de l'Ancien régime

Le siècle des Lumières est marqué par une succession de crises agricoles nées de mauvaises conditions climatiques. Car dorénavant on connaît avec précision la météo puisque le Bureau des longitudes (observatoire de Paris) installe six stations dans Paris et autant autour de la capitale.

Le 6 janvier 1709, un froid inhabituel (-20°C tout janvier et une partie de février, on ne peut plus boire, l'eau est gelée) détruit les semis en entraînant disettes et épidémies.

Le 7 mai 1739, au contraire, de grosses chaleurs dans la région parisienne, plus de 30°C pendant plusieurs jours, font périr près de 10 000 personnes âgées et des nourrissons. Une épidémie de choléra débute.

En 1740, six mois plus tard, Paris connaît des inondations ; les blés ont gelé, le vin est médiocre, la misère grandit. Les rues de Paris sont des coupe-gorges, l'insécurité grandit à tel point qu'en 1745 elles sont dotées de lanternes à réverbères à huile.



La mode en France s'empare du thème du ballon, de la fin de 1783 à 1788, ici une toile de Jouy-en-Josas. (Gravure du XVIIIe siècle).

Le 9 juin 1756, un orage mêlé de grêle dans des départements de l'Oise et la Seine jette de nombreux arbres à terre et découvre de nombreuses maisons, tuant plusieurs personnes.

En janvier 1766, un temps épouvantable règne sur la France : inondations (département du Rhône), gel (la Saône chargée de blocs de glace), l'Ain est gelé, le vin gèle à Paris dans les tonneaux qui percent.

En 1770, la France subit une épidémie de variole.

En 1775, le mois de janvier est d'une exceptionnelle chaleur, plus de 25°C. Le pain manque, une disette s'ensuit au printemps. La réserve des grains de l'année précédente est perdue. Durant l'été, la France est la proie d'une épidémie de petite vérole. L'hiver 1776-1777 est très froid, le vin gèle dans les verres. Toutes les rivières françaises sont gelées sur une épaisseur de trois pieds (un mètre) pendant un mois. Les réserves de grains sont de nouveau perdues.



Billet d'entrée au Champ de Mars pour assister à l'ascension de Jean-Pierre Blanchard le 28 février 1794.

En janvier 1780, les Français passent plus d'un mois sous une neige épaisse. La terre n'est plus labourable jusqu'à Pâques.

Été 1785, une épouvantable sécheresse sévit partout en France ; le clergé organise des processions afin d'obtenir la pluie. Une maladie réduit le cheptel ovin de moitié.

En 1786, de nouveau les réserves de grains sont épuisées.

Le 16 juillet 1787, le Parlement de Paris réclame des États généraux.

Le 13 juillet 1788, il tombe sur Paris des grêlons monstrueux, gros comme des œufs de poule. Certains pèsent deux livres et demie (1,2 kg), de nombreux blessés sont relevés.

Le 24 janvier 1789, Convocation des États généraux. On connaît la suite.



L'ascension de Charles et Robert aux Tuileries, le 1er décembre 1783. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).

Nouvelles parutions

En 1783, l'astronome français Alexandre-Guy Pingré (1711-1796) publie sa *Cométophographie ou traité historique des comètes*.

En 1784, Daubenton publie son *Tableau méthodique des minéraux, suivant leurs différentes natures et avec des caractères distinctifs, apparents ou facile à reconnaître*. Fourcroy publie ses *Mémoires et observations de chimie*. Le prêtre français René-Just Haüy (1743-1822) dans son *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux applicable à tous les genres de substances cristallisées* fonde la théorie des molécules, constituants élémentaires de la matière.

En 1785, Coulomb présente à l'Académie des sciences son *Mémoire sur l'électricité et le magnétisme*.

En 1786, Berthollet et Monge présentent à l'Académie des sciences un *Mémoire sur le fer considéré dans ses différents états métalliques*. Condorcet publie son *Traité du calcul intégral*.

En 1787, Berthollet présente à l'Académie des sciences son *Mémoire sur l'acide prussique*. Berthollet, Fourcroy, Guyton de Morveau et Lavoisier publient leur *Méthode et nomenclature chimique* où les mots oxygène et hydrogène font leur apparition.



Le retour triomphal à Paris du globe de Charles et Robert le 2 décembre 1783. (Gravure du XVIIIe siècle).

En 1788, l'abbé Emmanuel-Joseph Sieyès (1748-1836) dans ses *Essais sur les privilèges* dénonce les abus des privilèges dans l'Ancien régime et cautionne la Révolution. Fourcroy publie l'*Analyse chimique de l'eau sulfureuse*. Antoine-Laurent de Jussieu (1748-1836) publie son *Catalogue des plantes du jardin botanique du Trianon*.

Le 16 septembre 1789, Jean-Paul Marat (1743-1793) publie *L'Ami du peuple*.

En 1789, sortie du *Dictionnaire encyclopédique* de Lamarck.

Laplace publie *Sur quelques points du système du monde*.

Lavoisier publie son *Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau, et d'après les découvertes modernes*.

Parmentier publie son *Traité sur la culture et les usages de la pomme de terre, de la patate et du topinambour*.

En 1790, Jean-Antoine-Claude Chaptal (1756-1832) publie *Eléments de chimie*.

En 1792, Fourcroy publie *Philosophie chimique ou Vérités fondamentales de la chimie moderne, disposées dans un nouvel ordre*.

Le 5 décembre 1793, Parution du n° 1 du *Vieux Cordelier* de Camille Desmoulins (1760-1794).

En 1794, Adrien-Marie Legendre (1752-1833) publie les *Eléments de géométrie*.

En 1796, Lamarck publie *Réfutation de la théorie pneumatique ou de la nouvelle doctrine des chimistes modernes présentée, article par article, dans une suite de réponses aux principes rassemblés et publiés par le citoyen Fourcroy dans sa Philosophie chimique*.

Laplace publie son *Exposition du système du monde*, œuvre dans laquelle il explique la formation des étoiles.

En 1797, Lagrange publie sa *Théorie des fonctions analytiques* contenant les principes du calcul différentiel.



Ascension à Lyon le 19 janvier 1784 du ballon à air chaud Le Flesselles, par Pilâtre de Rozier. (Gravure du XIXe siècle).

En 1798, Lamarck publie *Mémoires de physique et d'histoire naturelle et Mémoires présentant les bases d'une nouvelle théorie, physique et chimique, fondée sur la considération des molécules essentielles des composés, et sur celle des trois états principaux du*

feu dans la nature, servant en outre de développement à l'ouvrage intitulé *Réfutation de la théorie pneumatique*.

Bernard-Germain-Etienne de La Ville-sur-Ilion, comte de Lacépède (1756-1825) publie son *Histoire naturelle des poissons*.

Lagrange publie *De la résolution des équations numériques de tous les degrés*.

Laplace publie le premier tome (cinq tomes) de son immense *Traité de mécanique céleste*, jusqu'en 1825.

En 1799, Monge publie sa *Géométrie descriptive* et Parmentier son *Précis sur le lait*.

Progrès aérostatiques

A la fin de septembre 1783, tandis qu'Etienne monte à Paris, Joseph Montgolfier se rend à Lyon où l'intendant de la ville, M. de Flesselles a financé un ballon de grandes dimensions destiné à une application : enlever un cheval ou une charge de grande taille (un canon ?). Joseph accepte de construire et de piloter la machine.

Baptisée *Flesselles*, la montgolfière est grandiose, 126 pieds de haut, 102 pieds de diamètre, cube plus de 20 000 mètres, lève 4 400 livres, c'est le plus grand ballon que l'homme ait jamais construit. Il ne sera surpassé que par le ballon captif de Henry Giffard de l'exposition universelle de 1878. L'Enveloppe du *Flesselles* se compose d'un tissu de deux toiles de lin entre lesquelles on a piqué trois feuilles de papier. La galerie circulaire en osier y est suspendue par des cordes. La calotte supérieure est blanche, le reste gris, l'équateur porte peints deux médaillons, l'Histoire et la Renommée.



Ascension du *Flesselles* à Lyon le 19 janvier 1784. La gravure du XIXe siècle donne une représentation incorrecte de la décoration du ballon. (Histoire des ballons par Gaston Tissandier, 1887).

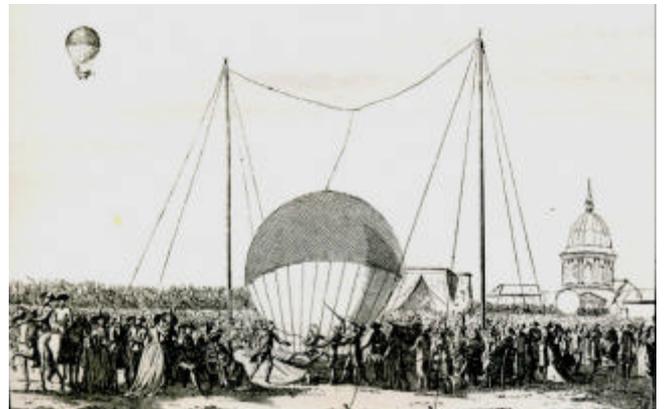
Du 7 au 15 janvier 1784, sur la place des Brotteaux, la machine est déployée et essayée. Des déchirures se produisent, il faut réparer. Pilâtre de Rozier apporte son concours comme « chauffeur ». Il faut brûler cinq livres de fagots de bois d'aune par minute pour maintenir l'enveloppe tendue.

Le 15 janvier, à 16 h 00, six personnes se placent dans la galerie avec un lest de plus de 3 000 livres et l'appareil les soulève de terre. L'heure tardive provoque un report du départ. Le gel de la nuit casse l'enveloppe qui prend feu quand on la dégèle.



Ascension à Lyon le 4 juin 1784 de la montgolfière *Gustave*, par M. Fleurant et Mme Tible. (Histoire des ballons par Gaston Tissandier, 1887).

L'ascension a lieu finalement le 19 janvier par un froid de -6°C. Joseph de Montgolfier, Pilâtre de Rozier, les comtes de Launcin, de Dampierre, de Laporte d'Anglefort, le prince Charles de Ligne et Fontaine, un passager clandestin, se tiennent dans la nacelle. La machine se dirige vers le Rhône quand une déchirure se produit. Les sept hommes se posent sains et saufs. Leur voyage n'a duré que 15 minutes.



Préparatifs de l'ascension publique et payante de Blanchard au Champ de Mars à Paris, le 2 mars 1784. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).

L'exemple donné par la ville de Lyon est suivi par un grand nombre de villes en France et à l'étranger, la foule veut voir une ascension de ballon. La ville fait payer un ticket d'entrée (page 13).

Le 4 juin 1784 s'élève à Lyon la montgolfière *Gustave* (en l'honneur du roi de Suède, de passage à Lyon et qui assiste à l'ascension) financée par le comte de Laurencin avec à bord et Mme Tible (première femme aérostatière) et M. Fleurant (page 15). La machine parcourt deux lieues avant de se poser dans un champ.

Le 6 mai 1784 à Chambéry, Xavier de Maistre finance et participe à l'ascension d'une montgolfière (voyage de 15 mn) réalisée chez Montgolfier, devenus constructeurs.

Le 8 mai 1784 à Marseille, deux amateurs Bonnin et Mazet à bord d'une montgolfière effectuent une ascension de sept minutes.

Le 26 mai 1784 à Strasbourg, Pierre et Degabriel font une ascension dans la montgolfière qu'ils ont réalisée.



La montgolfière de Strasbourg, le 26 mai 1784. (Dictionnaire Larousse).

Le 31 mai 1784 à Aix-en-Provence, Rambaud s'élève à 2 500 pieds dans une montgolfière de 40 pieds de diamètre, parcourant 1 400 toises (la toise vaut 1,95 m).

Le 16 juin à Bordeaux, d'Arbelet, des Granges et Chalfour à bord d'une montgolfière parcourent une lieue. Une seconde ascension le 26 juillet leur permet de franchir la Garonne et la Dordogne et d'atterrir à cinq lieues de Bordeaux.

Le 6 août à Rodez, l'abbé Carnus et Louchet à bord d'une montgolfière parcourent 7 000 toises.



Ascension du 31 mai 1784 à Aix-en-Provence par Rambaud. (Gravure de l'époque).

Simultanément ont lieu des ascensions par des ballons à gaz (hydrogène). Le 14 juin 1784 à Nantes, Coustard de Massi et Mouchet, professeur au collège de Nantes, à bord du *Suffren*, parcourent neuf lieues. Le ballon est construit par un ingénieur de la marine, Lévêque. Le 6 septembre 1784, ils renouvelent l'expérience.

En 1784, tout est inventé par les Français : l'enveloppe de tissus, de papier ou mixte, huilée ou enduite d'un vernis ou étanchéifiée par caoutchouc dilué sans un solvant, le filet, les suspentes, l'appendice, la soupape, la nacelle d'osier, le lest, le guide-rope, le gonflement à l'hydrogène.



Ascension de l'abbé Carnus à Rodez dans le Tarn, le 6 août 1784. (Gravure de l'époque).

En 1784 ont lieu les premiers essais d'aérostation en Angleterre et en Italie, presque tous par des matériels ou des aérostatiers français. En Angleterre, c'est un Italien, Vincente Lunardi, 25 ans, secrétaire de l'ambassadeur de Naples à Londres qui prépare la première ascension vers le milieu de l'été. Financé par une souscription publique, le ballon à hydrogène recouvert de soie fait 32 pieds de diamètre. Mais un Français nommé Moret veut lui griller la politesse. Hâtivement gonflé, son ballon ne peut

s'élever et Moret est presque lapidé par la foule en colère (elle a payé son ticket).



Caricature de 1785, le Physicien. (Gravure du XVIIIe siècle).

Finalement, Lunardi doit partir de la grande place de l'Artillery Ground à Londres, le 15 septembre 1784. Une foule considérable est massée. L'aérostier monte dans la nacelle avec un chien, un chat et un pigeon, encagés. Il quitte le sol vers 14 h 00. Le ballon s'élève à vingt pieds, puis redescend, Lunardi jette le sable qui lui sert de lest, la foule l'acclame, le ballon remonte à bonne hauteur (300 pieds). L'aérostier laisse choir un drapeau. A 13 h 30, le ballon redescend et rase le sol, Lunardi laisse le chat presque mort de froid, le voyage continue, le ballon remonte et dépasse les nuages (trois ou quatre mille pieds). La descente définitive a lieu à 16 h 20 dans une prairie du Herd-fordshire. L'Italien regagne Londres comme un héros.



Le ballon de Lunardi exposé à Londres, 1784. (Gravure de l'époque).

Les ascensions suivantes en Angleterre sont faites par Jean-Pierre Blanchard, le 16 octobre 1784 avec un membre de l'Académie royale, M. Sheldon, puis le 30 octobre avec le docteur Jeffries. Blanchard projette, comme Pilâtre de Rozier, de traverser la Manche en ballon début 1785, et il part d'Angleterre du bon côté pour le vent dominant.

Le 12 novembre, Sadler est le premier Anglais à s'élever dans les airs, entre Oxford et Aylesbury. Harper le suit le 4 janvier 1785 à Birmingham, puis Crosbie à Dublin le 19 janvier 1785, enfin l'amiral Vernon le 23 mars 1785 à Londres. A l'été 1785, les ascensions en Grande-Bretagne sont nombreuses, plusieurs dizaines.

Lunardi fait des ascensions en Ecosse en 1786 puis en France en 1787, en Italie et en Espagne, de 1792 à 1794, pendant les drames sanglants de la révolution française.



Assiette commémorant le vol de Charles et Robert aux Tuileries, 1785. (Collection privée Muller-Quénot).

Les tentatives de ballon « dirigeable »

Dès décembre 1783, l'Académie des sciences de Dijon charge MMs Guyton de Morveau, Chaussier et Bertrand de réaliser un ballon à gaz capable de porter deux personnes et de naviguer dans l'air. En janvier 1784, leur sphérique fait d'une enveloppe de soie vernie, un filet de cordelettes particulier avec un avant (un coq) et un arrière (un gouvernail), une nacelle portant des rames est prêt. La première ascension a lieu le 30 février 1784 à Dijon, Guyton de Morveau seul à bord, et c'est un échec, les suivantes aussi : le ballon ne fait que suivre le vent.

En mars 1785 le *Journal de Paris* annonce que l'abbé Miolan aidé du physicien Janinet construit à l'Observatoire un navire aérien géant, montgolfière de 70 pieds de diamètre et haute avec la nacelle de plus de cent pieds. Le marquis d'Arlandes est le troisième aéronaute. L'enveloppe est ouverte d'un côté, l'air chaud s'en échappant doit assurer

la translation. Une souscription finance sa construction et ses membres assistent en retour aux envolées, six livres pour l'enceinte de gonflement, trois pour la pelouse. Le 12 juillet 1784, une foule de 100 000 personnes se presse dans les jardins du Luxembourg pour voir le départ.

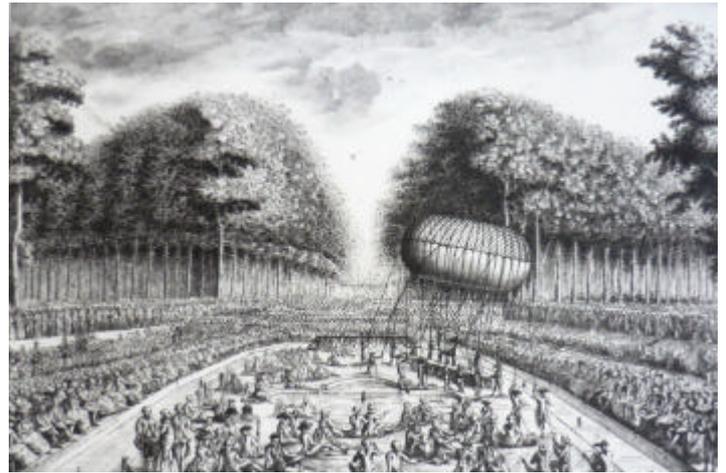


Caricature de 1785 montrant comment les aérostats se moquent de la douane. (Gravure du XVIIIe siècle).



Caricature de 1785 montrant le vol raté du ballon de l'abbé Miolan de Janinet. (Gravure du XVIIIe siècle).

Quand on allume le feu pour gonfler l'enveloppe, elle s'embrase immédiatement. L'abbé Miolan et Janinet sont trainés dans la boue, accusés d'avoir lancé la souscription pour s'enrichir et d'avoir mis le feu à leur ballon pour ne pas faire de vol.



Ballon allongé des frères Robert à Saint-Cloud, le 16 juillet 1784. (Gravure de l'époque).

Critiquant les projets utopiques de « vaisseaux aériens » à voile (le ballon suivant le vent, toute voile est inutile), les frères Robert, assistés de deux officiers du génie Brisson et Meusnier membres de l'Académie des sciences créent pendant l'été 1784 un ballon allongé, seule solution à une translation contrôlée dans l'air selon eux.

Construit dans le parc de Saint-Cloud, l'aérostat gonflé à l'hydrogène a 52 pieds de long et 32 de diamètre. Il contient un ballon intérieur, rempli d'air par un ventilateur, destiné à rigidifier le ballon (ci-dessus). L'ascension a lieu à huit heures du matin le 16 juillet 1784 dans le parc de Saint-Cloud en présence de la famille royale, d'une partie de la cour, des membres de l'Académie des sciences, Lalande, Meusnier, Pilâtre de Rozier et tous les amis de l'aérostation. Beaucoup ont passé la nuit là. Les jeunes femmes des frères Robert tiennent les guideropes. Leurs maris montent dans la nacelle avec le duc de Chartres. Le ballon s'élève avec lenteur et « se perd dans les nues » selon le *Journal de Paris*.



Blanchard et Jeffries traversent la Manche, le 14 janvier 1785. C'est le vent qui les pousse, plus que les rames. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).

Le vol « dirigé » par des rames ne se fait pas, le ballon intérieur se replie et bouche l'appendice, les aéronautes croient que l'enveloppe va exploser, le duc de Chartres doit percer un trou avec la lance d'un drapeau. La machine descend et tombe près de l'étang de la Garenne dans les bois de Saint-Cloud.



Réception des frères Robert chez le prince de Ghistelles, le 19 septembre 1784. (Gravure du XVIIIe siècle).

Une nouvelle expérience de cette machine de navigation dans l'air a lieu à Paris dans le jardin des Tuileries le 19 septembre 1794. Vallet, un chimiste qui dirige l'usine des produits chimiques de Javel (et qui va devenir aérostier) a mis en œuvre un dispositif de production de l'hydrogène performant (avec filtre et épurateur) et l'enveloppe de 1 240 m³ est gonflée en trois heures. A 11 h 30, l'aéronat est monté sur l'estrade face aux jardins et lâché. Capable de soulever mille livres (un record), la machine qui pèse 450 kg à vide, est retenue par quatre hommes, le maréchal de Richelieu, le maréchal de Biron, le bailli de Suffren et le duc de Chaulnes. Les frères Robert et Collin-Hulin leur beau-frère sont dans la nacelle.



Le docteur Jeffries, 1785. (Gravure du XVIIIe siècle).

C'est donc en ramant qu'ils se meuvent. Les trois hommes accomplissent le plus long voyage en ballon réalisé jusque là. Ils se dirigent vers le nord de Paris, passent la Seine à Saint-Denis, atteignent la forêt de l'Isle-Adam, survolent le château de Persan,

gagnent Beauvais où un orage les plaque au sol, ils lâchent 40 livres de lest et remontent.



L'aéro-montgolfière de Pilâtre de Rozier avec laquelle il tente la traversée de la Manche d'est en ouest en 1785 avec un infortuné compagnon. La partie haute contient de l'hydrogène, la partie basse une montgolfière. (Dictionnaire Larousse).

Pendant 35 minutes, les trois hommes rament, ils survolent les nuages. A 16 h 30, ils atteignent Arras où ils décident de se poser près d'un château, celui du prince de Ghistelles-Richebourg, amateur de sciences, qui les accueille avec chaleur. Après cinq heures de « navigation », il reste dans la nacelle 185 livres de sable de lest et 40 livres d'eau, de quoi naviguer encore pendant des heures, mais la nuit s'annonce.

Fin 1784, un naturaliste mesure la force musculaire des insectes, plusieurs milliers de fois plus puissants qu'un homme comparativement à leur masse, ceci met fin aux expériences du vol ramé. C'est pourtant avec des rames que Blanchard et Jeffries traversent la Manche le 7 janvier 1785 (page 18). Cette traversée est fatale à Pilâtre de Rozier le 15 juin 1785 (ci-dessous).



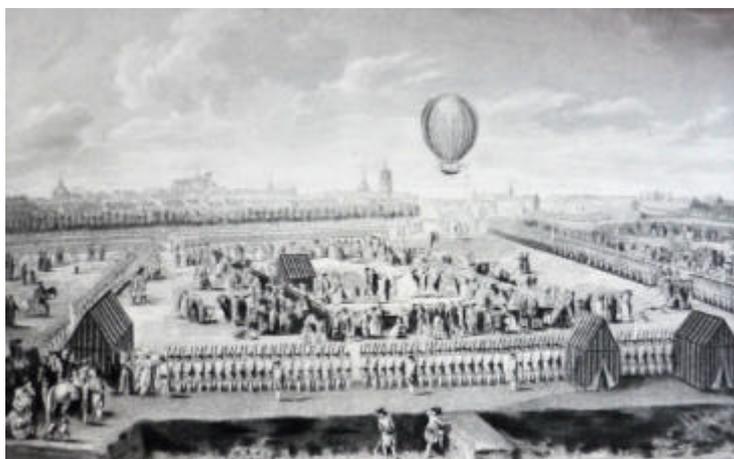
La chute fatale à Pilâtre de Rozier et Romain l'aîné le 15 juin 1785, premières victimes de l'air, première catastrophe aérienne. (Collection A. Dollfus).

Les ballons de la république

Blanchard se produit à Leipzig et Nuremberg en 1787 où il accomplit sa trentième ascension. En 1788, il accomplit des ascensions en Suisse à Bâle, puis Brunswick en juillet 1788 et Berlin en août 1788. En 1789 et 1790, Blanchard effectue des ascensions en Pologne à Varsovie, à Breslau et à Prague, avec soit un ballon à gaz soit une montgolfière. En 1791, il poursuit ses démonstrations (payantes) à Vienne en Autriche, à Prague, Hanovre. En 1792, il n'effectue qu'une ascension à Lubeck, puis les événements de la Révolution française le rattrapent, il est jeté en prison à Kufstein dans le Tyrol. Libéré, il part aux Etats-Unis et réalise le 9 janvier 1793 à Philadelphie sa 45^e ascension. Il ne retourne en France qu'en 1798.



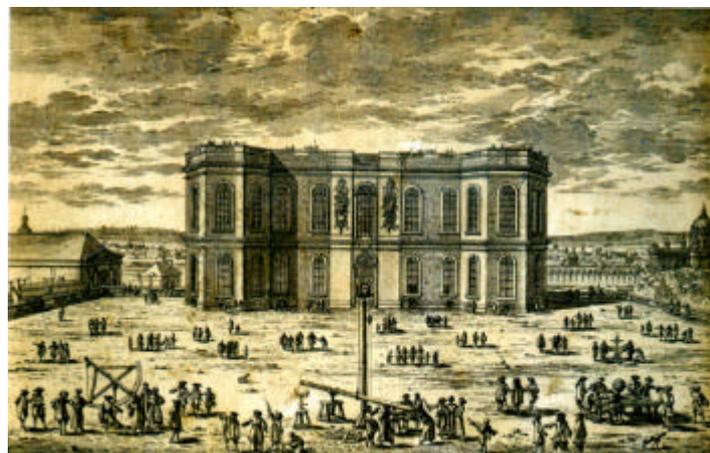
Ascension de Blanchard à Nuremberg, le 12 novembre 1787. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).



Ascension de Blanchard et Lespinard à Lille le 26 août 1785. (Histoire des ballons, Gaston Tissandier, 1887).

Le bureau des longitudes

Le Bureau des longitudes à Paris est créé pendant la Convention par la loi du 7 messidor an III (25 juin 1795). Il s'agit de perfectionner les mesures astronomiques pour les besoins de la navigation en mer pendant la guerre franco-anglaise. On lui rattache l'Observatoire de Paris et la publication annuelle de la *Connaissance des temps*, célèbre recueil d'éphémérides qui paraît tous les ans depuis 1679, d'abord rédigé par des astronomes puis par l'Académie des sciences. Un règlement du Bureau des longitudes, adopté le sixième jour complémentaire de l'an III (22 sept. 1795), lui impose de rédiger un annuaire astronomique « propre à régler tous ceux de la République ». Car on est en plein calendrier républicain, adopté officiellement le 22 septembre 1792.



L'observatoire royal de Paris fut commandé par le roi Louis XIV en 1665 et érigé Faubourg Saint-Jacques en 1667 en un lieu alors presque désert. (Document Observatoire de Paris).

L'aérostation militaire

Dès janvier 1793, Monge propose à la Convention d'utiliser des ballons comme machines de guerre. Le 14 juillet 1793, Guyton de Morveau présente son rapport à la Convention et les applications possibles : observation du champ de bataille, aide aux artilleurs, transport de canons. Le fardier présenté en 1770 par Nicolas-Joseph Cugnot (1725-1804) ne se déplace que très lentement. La Convention soutient le projet et finance des essais. Ceux-ci sont menés aux Tuileries par le physicien Perrier, le chimiste Fourcroy, Monge, Guyton de Morveau, le géomètre Faypouth, le physicien Marre, Berthollet, Lavoisier et le physicien Coutelle.

Le 25 octobre 1793, la Convention demande à Coutelle et au lieutenant Lhomond de rejoindre avec leur ballon et la machine de gonflement mise au point l'armée du Nord dirigée par le général Jourdan.



Le château des princes de Meudon vu depuis le parc, où les expérimentations aérostatiques de Coutelle ont lieu dès décembre 1793. (Mérian).

Coutelle demande l'établissement d'un centre de test et d'appui et l'aide de Nicolas Conté, chimiste et mécanicien hors pair expert en fourneaux à gaz. Ce dernier utilise une méthode nouvelle pour produire de l'hydrogène, plonger un fer rougi dans l'eau, ce qui décompose l'eau en oxygène et hydrogène.

d'observation, je donnai le signal de me faire descendre. »

Le 2 avril 1784 (13 germinal an II), le Comité de salut public crée une compagnie mobile d'aérostiers militaires. Leur lieu de formation et d'exercice est Meudon et Conté est nommé chef du centre des opérations du service aérostatique.



Coutelle, créateur de l'aérostation militaire française, 1795. Né au Mans en 1748, Coutelle fut mis à la retraite en 1816 et se retira dans sa ville natale.

Suivant un rapport de Carnot, le Comité de salut public désigne le *Petit Meudon* comme site d'expérimentation. Le 29 mars 1794 devant le château de Meudon, les hommes déploient un ballon captif à hydrogène de 27 pieds de diamètre. Coutelle grimpe dans la nacelle et se fait hisser à 350 toises (682 mètres) au-dessus du niveau de la Seine. « *Je distinguais avec ma lunette les sept coudes que forme la Seine jusqu'à Meulan. J'étudiais les moyens d'observer, de correspondre au moyen de signaux suspendus à la nacelle. Après plusieurs heures*



L'aérostas captif de Coutelle devant Mayence assiégé, 1795. (Gravure du XVIIIe siècle).

Coutelle ensuite part avec la compagnie de sapeurs aéroliers à Maubeuge assiégé par les Autrichiens. Il fait installer un four à produire de l'hydrogène par la méthode de Conté (il faut trois semaines pour le monter) et déploie le ballon, baptisé *L'Entreprenant* le 2 juin 1794. Depuis une hauteur de 300 mètres, Coutelle et le lieutenant Selle de Beauchamp qui l'accompagne dans la nacelle observent. La seule vue du ballon crée la panique dans les rangs autrichiens, mais le ballon étant hissé chaque jour à la même heure au même endroit, les Autrichiens tentent de l'abattre au canon.

Le 23 juin 1794, le ballon est déplacé en pleine nuit à Charleroi. Le 24, Coutelle effectue trois ascensions et décrit précisément les défenses ennemies. Le 25, les Autrichiens capitulent. Le lendemain fait rage la bataille de Fleurus. Coutelle hisse le ballon et observe les positions ennemies, leurs mouvements. Le 6 juillet, *L'Entreprenant* est déchiré par une tempête.



Ballon L'Entreprenant à la bataille de Fleurus, le 26 juin 1794. (Gravure du XVIIIe siècle).

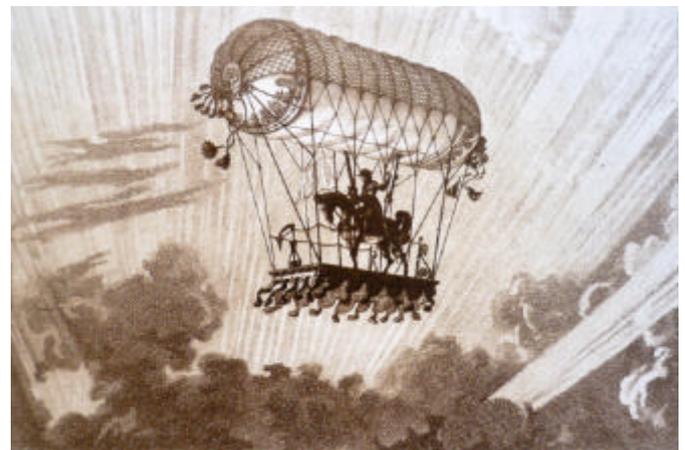
Le succès des premières opérations décide le Comité de salut public à constituer une seconde compagnie d'aéroliers le 23 juin 1794. Elle est basée à Meudon, comme la première. Le second ballon, fabriqué à Meudon, de forme cylindrique comme celui des frères Robert, baptisé *Martial*, ne donne pas satisfaction (il s'oriente au vent comme une girouette). L'expérience militaire de 1794 met en évidence qu'il faut réparer souvent les aérostats en opération. Le Comité de salut public le 31 octobre 1794 (10 brumaire an III) est d'accord et crée à Meudon, sous la direction de Conté, l'*Ecole nationale aérostatique de Meudon*, chargée de former les aéroliers militaires chargés de la construction et réparation des ballons. A la date du 23 mars 1795 (3 germinal an III), le Comité de salut public crée à Meudon une compagnie *mobile* de sapeurs aéroliers.

En 1895 et 1896, les aérostats français observent avec succès l'ennemi devant

Mayence, Mannheim, Frankenthal, pour l'armée du Rhin de Pichegru.

En 1898, la première compagnie suit l'armée du général Jourdan, mais à Wurtzbourg, les aéroliers français sont faits prisonniers. La deuxième compagnie accompagne l'armée de Moreau jusqu'à Augsbourg, mais doit se replier à Strasbourg où elle reste sans utilité. Le 29 pluviôse an VII (19 janvier 1799), le Directoire prononce la suppression de la seconde compagnie.

Sans utilité militaire après le traité de Léoben, la première compagnie est attachée à l'expédition d'Egypte chère à Bonaparte où tout le matériel est perdu à la bataille d'Aboukir (1^{er} et 2 août 1798). Bonaparte dissout en 1799 toutes les compagnies d'aérostation militaire.



Ascension équestre de Testu-Brissy, 1898. Le physicien réalise sa première ascension le 18 juin 1786 au jardin du Luxembourg. Son projet est de passer vingt-quatre heures dans l'atmosphère. (Gravure du XVIIIe siècle).

Diamètre en mètre	Poids de l'enveloppe (papier, soie)	Poids de l'enveloppe (tissus)	Force en Kg
10 m	28 kg	55 kg	520
10 m 46	31 kg	60 kg	600
12 m 40	41 kg	80 kg	1 000
14 m 50	59 kg	114 kg	1 600
15 m 65	69 kg	134 kg	2 000
17 m 90	90 kg	175 kg	3 000
20 m		220 kg	4 175
25 m		350 kg	8 200
28 m		490 kg	11 500

Pendant 150 ans, ce tableau réalisé par Conté à l'Ecole aérostatique nationale de Meudon en 1794 servit dans l'armée. Il recèle le secret des ballons à gaz. (Musée historique de la Ville de Meudon).

Meudon sera le centre de l'aérostation militaire française jusqu'en 1936, avec une pause au XIXe siècle, et durant cette période d'autres expériences militaires auront lieu : essais de tirs à la poudre blanche (sans fumée), de mitrailleuses (à suivre).