

# De la "Charlière" au ballon-sonde

par M. R. BEVING

1783 – 1896

(2<sup>ème</sup> partie)

**Le 19 avril 1844, Lucien VIDIE** (1805-1866), avocat français, passionné des machines à vapeur, avant même sa thèse de doctorat en droit, déposait son premier brevet pour un "vase barométrique", sans liquide, à résistances inégales, le baromètre anéroïde constitué d'un tube en cuivre plissé. Ce premier brevet fut suivi le 8 octobre 1844, d'un brevet d'addition et le 28 juillet 1845 d'un brevet de perfectionnement (extension au manomètre et autres instruments). Au cours des nombreux procès qu'il dut soutenir, de 1851 à 1861, à l'encontre d'**Eugène Bourdon**, pour faire valoir ses droits d'inventeur, il lui fut opposé une douteuse antériorité de Nicolas Jacques CONTÉ datant de 1798 et même, celle d'un ingénieur russe ZEIHNER de 1758 (12)\*. La Cour de Cassation de Paris lui donna définitivement gain de cause le 9 juillet 1861 (les brevets de Vidie étaient cependant expirés depuis le 27 avril 1858 sans espoir de prolongation).

En 1849, soit 5 ans après le brevet de Vidie, Eugène BOURDON (1808-1884), mécanicien français, commençait en effet à fabriquer le manomètre métallique qui devait porter son nom (13). Il en avait pris le brevet le 18 juin, suivi le 3 septembre d'un brevet d'addition, extrapolant le principe du tube métallique méplat au baromètre, au thermomètre et autres appareils. Il l'exposa à l'Exposition universelle de Londres organisée en 1851 par la Royal Society of Art and Manufactures, puis il céda la partie de sa licence concernant le baromètre métallique à Félix RICHARD, industriel français (14). Celui-ci avait adopté, par ailleurs, la capsule anéroïde (15).

**Des enregistreurs** voyaient le jour, dès 1867, mais ils étaient volumineux, lourds, fragiles et ... chers et ne pouvaient être installés que dans un laboratoire. Ce fut notamment le célèbre météorographe du R.P. Angelo SECCHI (1818-1878), directeur de l'observatoire du Collège Romain, présenté à l'Exposition universelle de Paris en 1867 (16). Ce fut le barométrographe d'Axel Gabriel THEORELL (1835-1875) (barométrographe construit pour l'observatoire d'Upsala) en 1867 également, celui de Van RYSELBER-GUE (1846-1893) Professeur à l'École de navigation d'Ostende, en 1871 ; celui d'Antoine REDIER (1817-1892), en 1876. Par ailleurs, ce dernier présentait en 1878, un thermomètre métallique (zinc-acier). On peut noter également les barométrographes de BREGUET, de CROVA, de l'Observatoire de Montsouris.

Jules Nicolas RICHARD (1848-1930) ayant repris l'entreprise défailante de son père Félix au décès de celui-ci, développa (17), avec un grand succès commercial, son baromètre anéroïde "à grande marche". En 1878, avec son frère Félix-Max, il put présenter, à l'Exposition universelle de Paris, le premier enregistreur sur papier au noir de fumée à ordonnées rectilignes, réalisé pour les besoins du capitaine Charles RENARD.

cylindre

- Ces instruments étaient montés sur un socle protégé par un couvercle vitré ; le d'enregistrement contenant le mouvement d'horlogerie, était fixé sur un axe vertical ; le tube de Bourdon ou la capsule de Vidie était relié mécaniquement à un style par un système de leviers amplificateurs légers. A l'extrémité du style, une plume à encre de forme pyramidale enregistrait les variations du paramètre pendant plusieurs jours.
- **Charles Alfred ANGOT** (1848-1924), alors chef du service de la climatologie et des instruments au Bureau Central Météorologique, présenta les nouveaux enregistreurs à encre Richard (baromètre et thermomètre) à la Société française de Physique le 1<sup>er</sup> avril 1881 et le baromètre enregistreur à la Société Météorologique de France le 5 avril suivant. Les aéronautes Ch. Du Hauvel et Duté-Poitevin utilisèrent le barographe au cours de leur ascension à 1400 m le 20 octobre 1881.

*\* Comme pour la première partie (Arc-en-Ciel n° 136) toutes les notes (ici de 12 à 34) sont renvoyées en fin de texte.*

- Le 12 juillet 1884, Gaston Tissandier publiait, dans la revue "La Nature", un article sur le nouvel hygromètre enregistreur Richard en essai depuis 1882 et dont l'élément sensible était une lamelle de corne de bœuf.

**A partir de 1891, Gustave HERMITE (20) et Georges BESANÇON (21)**, qui s'étaient associés pour une expédition au Spitzberg (34) mais sans pouvoir réunir les fonds nécessaires, s'intéressèrent au lancement de ces ballons perdus qu'ils devaient appeler plus tard "ballons-sondes".

**Dès le mois de mars 1892**, du boulevard Sébastopol, à Paris, ils lâchèrent presque tous les jours, des ballonnets de moins de 1m<sup>3</sup> emportant chacun une carte-questionnaire, à leur adresse, pour qu'elle leur soit renvoyée ; ces ballons étaient souvent équipés d'un distributeur automatique afin de déterminer les variations de vitesse et les variations de direction du ballon ; bon nombre d'entre-elles, environ 50 %, furent retrouvées dans un rayon de moins de 150 km.

**Le 1<sup>er</sup> juillet**, Gustave HERMITE, au cours d'une séance à l'Ecole supérieure de navigation aérienne (ESNA), présidée par Wilfrid de FONVIELLE (22) exposait son projet de sonder les hautes régions de l'atmosphère en lançant des petits ballons libres, légers, bien lestés et munis d'appareils, qui s'élèveraient à une grande hauteur et rapporteraient des indications

précieuses. Pour cela, il avait inventé un nouveau baromètre-témoin type Janssen (23) auquel il avait adjoint un bouchon de caoutchouc qui, à la descente, viendrait obstruer le tube et empêcher le mercure de s'échapper.

**Le 5 août** il adressait une nouvelle communication à l'ESNA pour annoncer qu'il allait procéder à ses expériences ; à cet effet, il révélait avoir construit un ballon de papier de 6 m de diamètre ( $113\text{m}^3$ ) qui, d'après ses calculs, pourrait atteindre 20 000 m. Les deux essais qui s'en suivirent, le 7 août et le 8 septembre échouèrent pour des raisons matérielles : ballons devenus hors d'usage au cours des manipulations, déchirure au lancement.

Puis ce fut une série de communications à l'ESNA les 16 septembre, 14 octobre, 28 octobre et 11 novembre relatant ses projets et la progression de ses expériences réalisées les 17 septembre, 11 octobre (1<sup>ère</sup> expérience réussie : ballon et instruments sont recueillis à 75 km de Paris), celles des 14, 16 et 19 octobre et 2 novembre 1892. Au cours de cette dernière il avait utilisé un ballon de baudruche de 2 m de diamètre ( $4\text{m}^3$ ) gonflé au gaz d'éclairage, équipé d'un baromètre à maxima que l'on a retrouvé à Ervy (Aube) et qui attestait une altitude atteinte de 8700 m.

Le 14 novembre, le même ballon, gonflé au gaz d'éclairage emportait un baromètre à maxima, un thermomètre à maxima et minima ; on retrouvait le ballon à Châvres (Oise), l'altitude atteinte était de 7600 mètres.

Ce fut à la même date, **le 14 novembre 1892**, que Louis Capazza (24) soumettait à l'Académie des Sciences de Paris, sa proposition de réaliser des ascensions à très grandes hauteurs, sans aéronaute, pour effectuer des mesures scientifiques. Sa réflexion reposait sur son expérience, vécue le 12 juillet 1892, au cours d'une ascension qu'il avait effectuée avec un ballon d'étoffe recouvert d'un parachute de son invention et auquel était suspendue la nacelle. Arrivé entre 1200 et 1300 m, il avait volontairement fendu son ballon "de la soupape à l'appendice" ; celui-ci s'affaissa sur le cercle de charge situé au-dessus de sa tête ; 360 m<sup>2</sup> de parachute, supportant alors 500 kg de charge, déposa à terre l'aéronaute en 15 minutes sans la moindre secousse ni oscillation, malgré la pluie et le vent". Ainsi, conclut Capazza, ne pourrait-on pas lancer des appareils de précision à n'importe quelle hauteur à l'aide d'un gros ballon dont la nacelle, imperméable, serait remplie d'eau rendue incongelable qui se déverserait automatiquement par un robinet ? On appellerait l'aérostat "l'Espace" ; il pourrait atteindre 20 000 mètres, et les appareils enregistreurs seraient déposés à terre doucement grâce à un parachute ; ainsi, le drame du "Zénith" (25) ne se renouvellerait pas et l'on pourrait faire toute une série d'ascensions, notamment la nuit.

Louis Capazza s'engagea même à réunir les fonds nécessaires pour réaliser l'expérience si l'Académie prenait intérêt à sa proposition.

Cette publication déclencha immédiatement deux réactions : celle de Gustave Hermite et celle du Commandant Renard (26). Ce dernier, "bien moins de revendiquer l'idée première des sondages à très grande hauteur par ballons perdus, idée qui peut venir à tout le monde, que de faire connaître le résultat de mes recherches ...", fit une communication à la Société Française de Physique, au cours de sa séance du 18 novembre 1892 : c'était quatre jours après la proposition de Louis Capazza à l'Académie.

Son projet de sonde aérienne, peu coûteuse, permettrait d'exécuter à peu de frais et à très grandes hauteurs (18 ou 20 km) de nombreuses mesures de toute nature (thermométrie, actinométrie, hygrométrie, électricité atmosphérique, composition chimique de l'air, etc ...).

VIOLLE (27) avec son actinographe embarquable, LEDUC (28) avec ses ballons à prélèvement automatique de l'air ainsi que Ch. E. GUILLAUME (29), et d'autres encore, ses collègues de la Société Française de Physique, étaient déjà dans la confiance du projet.

Il exposa les calculs qui le conduisirent à fixer la valeur des paramètres qui conditionnent une telle entreprise :

- volume et masse du ballon (imperméable à l'hydrogène),
- masse limite des instruments enregistreurs (nécessaire amélioration de la masse des instruments construits par J. Richard),
- protection légère des appareils contre les chocs de l'atterrissage.

**Ch. Renard** termina par l'estimation des frais qui en résulteraient par beau temps et par mauvais temps.

Dans ce dernier cas, il suggéra de recourir à la méthode imaginée à Metz, en 1870, par le colonel du Génie Goulier : " ... le ballon entièrement rempli sera lesté d'un sac plein (30), dont l'écoulement sera réglé de façon à élever la zone d'équilibre d'environ 3 mètres par seconde" ! ...

Dans sa communication du **5 décembre 1892** à l'Académie des Sciences de Paris (séance du 12 décembre) où il reprit sommairement sa proposition, Ch. Renard annonce son intention d'essayer prochainement son **ballon-sonde de 113 m<sup>3</sup>** réalisé avec du papier japonais imperméabilisé par un vernis spécial, pesant 50 g/m<sup>2</sup> ; les instruments, barographe et thermographe Richard allégés et réduits à 1200 g chacun, sont individuellement protégés par une cage en osier et bambou au sein de laquelle chacun est suspendu par huit ressorts en caoutchouc ; le système réalisé est représenté à l'Académie : l'altitude escomptée est de 20 700 mètres.

On notera que Ch. E. Guillaume dans un article daté du 3 décembre 1892, de la revue des sciences "La Nature", fait état de la communication du Commandant Renard adressée à la Société Française de Physique le 18 novembre mais aussi, avec une certaine anticipation, celle du 5 décembre et adressée à l'Académie des Sciences qui l'examine dans sa séance du 12 décembre.

Le Commandant Renard réalisa son expérience le **31 mars 1893**; les 4 et 5 avril, au cours d'une exposition à la Société Française de Physique, il exposa avec succès son remarquable train de sondage atmosphérique.

Si la réaction du Commandant Renard fut vive, celle de Gustave Hermite ne le fut pas moins.

Le **17 novembre 1892**, sortant de sa relative réserve **Gustave Hermite** avait adressé une lettre au Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Paris pour "établir une priorité, non pas d'invention, mais d'application d'une méthode appelée à rendre de grands services à la météorologie". Il lui communiquait le résultat succinct des expériences qu'il avait entreprises depuis le début de l'année, en lui décrivant principalement celles du 2 novembre et du 14 novembre 1892.

Fort de ces deux expériences, il contestait l'utilisation d'un parachute, a contrario de ce que préconisait Louis Capazza.

Quatre jours plus tard, le 21 novembre 1892, G. Hermite adressait une seconde lettre au Secrétaire perpétuel : un extrait de cette lettre constitua une note dans le compte-rendu de l'Académie des Sciences de la même date.

On connaît la suite des expériences de G. Hermite et G. Besançon après le lancement de leur ballon, le 27 novembre 1892, qui atteignit 9000 m.

G. Hermite et Ch. Renard semblent s'être quasiment ignorés réciproquement dans leurs travaux respectifs.

Leur coexistence n'en existait pas moins au sein de la Société Française de Physique et notamment à l'occasion de l'exposition organisée par celle-ci les 4 et 5 avril 1893.

Comme il a été dit précédemment, au cours de cette exposition, le Commandant Renard obtint un indéniable succès pour son train de sondage atmosphérique. Toutefois, bien que son mode d'emballage des appareils enregistreurs ait été fort ingénieux, la S.F.P. jugea souhaitable de ne pas modifier celui qu'Hermite et Besançon avaient adopté et qui remplissait son office de manière satisfaisante.

On peut lire, par ailleurs, dans la revue "Aérophile" de mai 1896, un commentaire de Georges Hermite dans son compte-rendu sur la troisième ascension de son ballon explorateur l'"Aérophile" du 20 octobre 1895 :

*"Quelques mots, d'abord, au sujet de cette expression de ballon explorateur qui, sans être aussi euphonique, il est vrai, que la "sonde aérienne" du Commandant Renard, nous paraît plus juste. Les instruments enregistreurs suspendus au léger aérostat de baudruche sont, en effet, de véritables explorateurs automatés ..."*

**Dès 1892, Jules VIOLLE** avait organisé avec le Commandant Renard des expériences avec des ballons emportant un actinomètre de sa conception qu'il avait présenté au Congrès de Rome en 1879 : il consistait en une boule de cuivre, noircie extérieurement et renfermant intérieurement un appareil thermométrique dont les indications pouvaient s'inscrire à distance sur un cylindre enregistreur. Pour des "circonstances indépendantes" de leur volonté, ces expériences furent très longtemps retardées, trop longtemps selon J. Violle. Il les confia cinq ans plus tard à Hermite et Besançon à l'occasion de l'ascension du ballon monté "Le

Balaschoff" (31) le 21 octobre 1897 puis au cours du lancement d'un **ballon-sonde** de 465 m<sup>3</sup> lancé le **8 juin 1898**.

Charles Renard a réalisé une œuvre considérable dans le domaine aéronautique. On lui connaît surtout la création, avec le capitaine Arthur KRIEBS (1847-1935), du dirigeable à propulsion électrique "Le France" avec lequel, pour la première fois, le 9 avril 1884, ils effectuaient un circuit fermé entre Chalais-Meudon et Villacoublay.

Si les travaux novateurs de Charles Renard portaient principalement sur les problèmes de la propulsion aérienne, ils concernaient aussi les problèmes non spécifiquement aéronautiques (train Renard à propulsion continue, normalisation avec la série de Renard) et le perfectionnement du matériel auxiliaire (soupape de sûreté, ancres, suspension de ballon captif, treuil, production continue d'hydrogène etc ...).

C'est en 1890 que Charles Renard aurait calculé et lancé les premiers ballons-sondes. Mais le développement du ballon-sonde ne représentait sans doute pour lui qu'une activité relativement marginale bien qu'importante en soi. On le disait par ailleurs d'un tempérament modeste.

Wilfrid de Fonvielle jugeait différemment cette compétition. Bien qu'il ne contestait pas les formules établies par le commandant Renard dans son Mémoire de 1892 à l'Académie des Sciences, il écrivait, dans son ouvrage sur "Les ballons-sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales", paru en 1898 :

"Jusqu'à ce moment (32) le bombardement du ciel à l'aide d'aérostats-sondes était une entreprise qui appartenait à MM. Hermite et Besançon. Comme quelques personnes l'ont avancé, des tentatives ont été faites à Chalais-Meudon ; elles sont sans importance du point de vue de l'antériorité scientifique. En effet, il manque à ces travaux la sanction de la publicité, qui est essentielle, suivant les principes qu'ARAGO a établis. Cette circonstance tient, il est à peine besoin de le dire, au secret que le Ministre de la Guerre impose à tous les officiers dont il met à contribution le savoir. Mais ce que l'on a raconté à l'Académie des succès de nos jeunes compatriotes devait leur susciter une honorable compétition contre laquelle ils ont pu se défendre vaillamment ..."

Il est vrai que W. de Fonvielle, Président de l'Ecole supérieure de navigation aérienne, ne négligeait pas la publicité valorisant les travaux de Georges Hermite, l'un des trois vices-Présidents et de G. Besançon, son Directeur. Ainsi, dès la séance du 13 janvier 1893 de l'Union aérophile de France, soit trois mois après l'exploit de G. Hermite, il annonçait avoir fait paraître dans le "New-York Herald", un article sur leurs expériences à grande hauteur.

Gustave Hermite et Georges Besançon ont bien mis à l'épreuve de leurs expériences l'idée qu'Hermite avait exprimé à l'Ecole supérieure de navigation aérienne dès le 1<sup>er</sup> juillet 1892. Cette idée que d'autres avaient exprimée avant lui, comme Claude JOBERT, en 1873. G. Hermite lui en reconnaît d'ailleurs l'antériorité tout en la contestant à Louis CAPAZZA et en insistant sur la valeur du système que lui-même a mis en pratique et qui lui paraît supérieur à ceux que l'on a proposés depuis le commencement de ses expériences ...

Dans la correspondance qu'il entretenait avec Charles Renard, Claude JOBERT a réagi aux travaux d'Hermite à qui il reprochait la manière d'expérimenter. Tout comme il y manifestait d'ailleurs un certain nombre de griefs à l'encontre de ses contemporains scientifiques : Capazza à qui il reprochait de s'être approprié son invention du parachute-lest, le Docteur Abel Hureau de Villeneuve, secrétaire général de la Société Française de Navigation aérienne, qui ne l'invitait plus aux séances depuis plusieurs années, W. de Fonvielle qui, notamment, aurait "éteint" Ch. Renard, et même Gaston Tissandier, Dion et Yon pour leurs travaux.

La critique à l'égard de Gustave Hermite a été reprise dans un article de "La France aérienne" du 1<sup>er</sup> au 15 juin 1893 ; il y est dit à propos de l'invention des ballons météorologiques libres que :

"Les expériences d'un étranger, M. Hermite, autour desquelles on a fait récemment un certain bruit, ne sont que la mise en pratique des projets de M. JOBERT qui, depuis 1873, a vulgarisé cette invention et en a même fait le sujet d'une communication les années passées, au Congrès des Sociétés savantes".

Il est nul doute que la mise en œuvre des ballons-sondes a représenté des difficultés expérimentales très importantes que les calculs ne pouvaient résoudre (33) ; les retouches successives apportées par les deux aéronautes après chaque expérience tant sur la qualité de l'enveloppe du ballon que sur la fiabilité instrumentale et la maîtrise du lancement, leur ont permis de soutenir avec leur "Aérophile" une comparaison flatteuse au cours d'ascensions internationales notamment celles du 14 novembre 1896.

C'est bien ainsi que A. Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut, a rendu, en 1897, un vibrant hommage à Hermite et Besançon pour la réussite de leurs tentatives, réussite complète qui a suscité, hors de France, une émulation incontestable, comme l'a souligné également, avec enthousiasme, Wilfrid de Fonvielle.

R. Béving (28.04.2000)

NOTES

(12) Assertion vivement contestée par Auguste LAURANT, grand ami de Lucien Vidie (Biographie de Lucien Vidie, E. Le Dentu, Paris, 1867).

(13) L'origine du manomètre métallique est mal connue ; selon Henri Tresca (1814-1885), Membre de l'Institut et, entre autres Inspecteur des machines à l'Exposition de Londres (1851), l'invention en serait due au prussien SCHINZ. SCHINZ, ingénieur du chemin de fer de Cologne, avait pris brevet, en mars 1849, d'un manomètre métallique à tube aplati, employé sur locomotives depuis l'été 1848, et conçu dès 1846.

(14) Félix RICHARD (1809-1876) avait fondé en 1845 une Société de construction de baromètres métalliques.

(15) Félix RICHARD avait muni la capsule anéroïde de VIDIE de trois ressorts intérieurs en U pour éviter son écrasement sous l'action de la pression atmosphérique.

(16) Pour cette réalisation le R.P. SECCHI reçut la grande médaille d'or et la croix d'officier de la Légion d'Honneur. Construit par BRASSART, artiste de Rome et animé par une horloge électrique sortie des célèbres ateliers DETOUCHE, cet appareil fut décrit par F. MOIGNO dans l'Illustration de l'année 1867 comme "pièce capitale, joyau scientifique de l'Exposition de 1867" et "appareil unique au monde".

(17) C'est avec son frère Félix Max (1856-1949) que Jules Richard crée le 26 novembre 1876 la Société "RICHARD FRÈRES RF".

(18) E. Anatole BRISSONNET fils, négociant en jouets aérostatiques, (ballons-réclame), constructeur d'aérostats, Président-fondateur de l'école aérostatique de France, Membre de l'Académie d'aérostation météorologique, a effectué avec ou sans coéquipiers de nombreuses ascensions en ballon.

(19) Emile CASSE, ingénieur, inventeur, en 1882, d'une soupape d'aérostats et d'un système de déclenchement aérostatique ; Vice-Président de la Société Française de Navigation Aérienne, Directeur de l'observatoire du Dr Gruby, rue Lepic à Paris, 115,5m : études astronomiques, météorologiques et d'aérostation, observation des courants aériens par ballons porteurs de cartes-questionnaires.

(20) Gustave HERMITE (1863-1914) né à Nancy, chimiste puis astronome et, à partir de 1888, aéronaute.

(21) Georges BESANÇON (1866-1934) né à Paris, aéronaute constructeur, fondateur-directeur de l'École Supérieure de Navigation Aérienne, fondateur-directeur de la revue "l'Aérophile" en 1893, Membre de l'Académie d'Aérostation météorologique (créée en 1879), créateur de deux types d'aérostats "le France-Russie" et "l'Archimède".

(22) Wilfrid de FONVIELLE (1826-1914) né à Paris, chroniqueur scientifique depuis 1860 dans nombre de journaux et revues, notamment à l'Aérophile dont il fut rédacteur en chef de 1896 à 1900 ; auteur d'un grand nombre d'ouvrages parmi lesquels "Les ballons-sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales" publié en 1898.

Aéronaute depuis 1867, il a été attiré particulièrement par les questions de météorologie, d'astronomie et d'aéronautique ; Président de l'Académie d'Aérostation météorologique et de



*la Société Française de Navigation Aérienne ; secrétaire de la Commission internationale d'aéronautique.*

*(23) Jules JANSEN (1824-1907) né à Paris, astronome, directeur de l'observatoire de Meudon, fondateur de l'observatoire au sommet du Mont-Blanc en 1893.*

*(24) Louis CAPAZZA (1862-1928) né à Bastia, audacieux aéronaute qui, en particulier, accompagné de Fondère, traversa la mer en pleine tempête, de Marseille à Appietto (Corse), le 14 novembre 1886, dans un ballon de 800 m<sup>3</sup> ; fondateur, entre autres, de l'Aéro-Club de Belgique.*

*(25) L'ascension à grande hauteur (8600 m) du ballon "le Zénith" de 3000 m<sup>3</sup> effectuée le 15 avril 1875 à partir de l'usine à gaz de la Villette, a été endeuillée par la mort, par asphyxie de deux des trois aéronautes : Théodore Sivel (1834-1875) et Eustache Crocé-Spineli (1845-1875) ; seul Gaston Tissandier (1843-1899) revint de cette épopée.*

*(26) Joseph Charles RENARD (1847-1905) né à Lamblin (Vosges), officier et ingénieur de l'aéronautique en France, Directeur de l'Etablissement d'aérostation militaire de Chalais-Meudon, Président de la Commission permanente internationale aéronautique.*

*(27) Jules VIOLLE (1841-1923) né à Langres (Haute-Marne), mort à Fixin (Côte-d'Or), physicien.*

*En 1875, il fit au Mont Blanc les premières déterminations de la constante solaire, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon (1883), Maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure (1890), professeur de physique appliquée au CNAM (1891), Membre de l'Institut (section physique) de l'Académie des Sciences (1897).*

*(28) Anatole LEDUC (1856-1937), professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.*

*(29) Charles-Edouard GUILLAUME (1861-1938) né à Fleurier (Suisse), mort à Sèvres, physicien ; il entre en 1883 au Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres dont il devient le directeur en 1915.*

*(30) Sac de soie plein d'eau mélangée d'alcool.*

*(31) Nom du citoyen russe qui a acheté le ballon en soie de 1700 m<sup>3</sup>, l'a offert à Mascart qui l'a lui-même offert à la Commission d'aérostation de Paris dont W. de Fonvielle était secrétaire. Cette Commission était composée de 9 membres : Violle, Cailletet, Besançon, Hermite, Mascart, Teisserenc de Bort, Angot, le Commandant Krebs et le Prince Roland Bonaparte.*

*(32) 4<sup>ème</sup> ascension avec l'Aérophile II en mars 1896, aérostat en baudruche de 180 m<sup>3</sup> à l'instar de la 3<sup>ème</sup> ascension du 20 octobre 1895.*

*(33) Début 1893, Gabriel YON (13 mai 1835 - 9 mars 1894), constructeur aéronautique, a également publié des calculs traitant "de la difficulté matérielle de construire une enveloppe de ballon, en coton, en pongée ou en soie de Lyon, assez légère pour s'élever seule, sans parachute, sans filet, ni organes quelconques, à 20 000 mètres d'altitude, en employant l'hydrogène carboné ou gaz d'éclairage".*

(34) C'est en 1890 qu'Hermitte et Besançon mirent au point un voyage par ballon gonflé à l'hydrogène baptisé "Le Sivel". Ils projetaient de photographier le pôle Nord afin de lever le doute sur la nature de sa surface. Le départ depuis les côtes de France avec deux navires à vapeur devait avoir lieu les derniers jours de mai 1892, pour atteindre le Spitzberg vers juillet. La durée totale prévue pour l'expédition devait être de six mois (cf. *L'Illustration* de 1890).

## **BIBLIOGRAPHIE**

- *Testament de Jules RICHARD, rédigé le 27 janvier 1922, déposé chez Maître Chauveau, notaire à Paris.*
- *Communications à l'Académie des Sciences de Paris.*
- *Compte-rendus de l'Académie des Sciences de Paris.*
- *Pierre-Louis CLEMENT, Les Montgolfières, leur invention, leur évolution du XVIIIème à nos jours, Tardy, Paris, 1983.*
- *Lettres de Claude Jobert à Charles Renard.*
- *La Nature.*
- *L'Aérophile.*
- *L'Illustration.*
- *Wilfrid de Fonvielle, Les ballons-sondes de MM. Hermitte et Besançon et les ascensions internationales, Paris, 1898.*
- *Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels, E. – O. Lami, 1881-1888, Librairie des dictionnaires, Paris.*
- *Maurice Daumas, L'histoire générale des techniques, volume 3 : l'expansion du machinisme, PUT, Paris, 1968.*
- *Auguste Laurent, Histoire des baromètres et manomètres anéroïdes, biographie de Lucien Vidie, E. Dentu, Paris, 1867.*

### **Sources de documentation :**

- *Service de documentation de Météo-France*
- *Service de documentation du Musée de l'air et de l'espace*
- *Archives de l'Académie des Sciences de Paris*
- *Bibliothèque Historique de la Ville de Paris*
- *Bibliothèque Nationale de France*
- *Bibliothèque de la Ville de Cachan*
- *M. Bernard Maxant à qui j'adresse mes vifs remerciements.*