et paraissant suffoqué. Nul ne peut dire ce qui se passa ensuite. Seulement à onze heures du soir, le ballon, encore à demi gonflé fut retrouvé au milieu d'une lande au delà de la Croix-d'Hinx. L'appareil n'était nullement endommagé et tous les agrès étaient à leur place. Mais l'aéronaute n'y était plus et toutes les recherches pour le retrouver furent inutiles.

Le lendemain, à la pointe du jour, un pâtre qui menait ses vaches à une demi-lieue de cet endroit, s'aperçut qu'un de ses animaux s'enfonçait dans un fourré de bruyères et y flairait avec bruit. Il s'approcha et vit un homme couché sur le dos. Le croyant endormi, il s'avança pour l'appeler, mais il fut saisi d'horreur à la vue du spectacle qui s'offrit à lui. Le cadavre de l'infortuné aéronaute était couché sur la face, les bras brisés et ployés sous la poitrine ; le ventre était enfoncé et les jambes fracturées en plusieurs endroits ; la tête n'avait plus rien d'humain, elle avait été à moitié dévorée par les bêtes fauves.

CHAPITRE VIII.

Direction des aérostats.

Plus de soixante ans se sont écoulés depuis l'époque brillante où l'invention des aérostats vint étonner l'Europe, et cependant on est comme attristé quand on considère le peu de résultats qu'elle a produits. Dans

cette période si admirablement remplie par le développement universel des sciences, lorsque tant de découvertes, obscures et modestes à leur origine, ont reçu des développements si rapides et sont devenues le point de départ de tant d'applications fécondes, l'art de la navigation aérienne, si riche de promesses à son début, est resté depuis un demi-siècle entièrement stationnaire. Cet enfant dont parlait Franklin a vieilli sans avoir fait un pas. Nous avons consigné plus haut les services que les globes aérostatiques ont rendus à la physique et à la météorologie ; le champ, comme on l'a vu, en est singulièrement borné. Si l'on ajoute que les aérostats ont servi à lever, à l'aide de stations combinées, le plan de quelques villes et notamment celui de Paris par Lomet ; que Conté avait imaginé un système de signaux télégraphiques exécutés par des ballons captifs et qui paraissait présenter quelques avantages, on aura à peu près épuisé la série des applications qu'ont reçues les globes aérostatiques. C'est qu'en effet toutes les applications qui peuvent être faites des aérostats sont dominées par une difficulté qui les tient sous la plus étroite dépendance. Peut-on diriger à volonté les ballons lancés dans les airs et créer ainsi une navigation atmosphérique capable de lutter avec la navigation maritime ? Telle est la question qui commande évidemment toute la série des applications des aérostats, tel est aussi le point que nous devons examiner.

La possibilité de diriger à volonté les ballons lancés dans l'espace est une question qui a occupé et divisé un grand nombre de savants. Meunier, Monge, De Lalande, Guyton de Morveau, Bertholon et beaucoup d'autres

physiciens n'hésitaient pas à l'admettre. Les beaux travaux mathématiques que Meunier nous a laissés relativement aux conditions d'équilibre des aérostats et à la recherche des moyens propres à les diriger, montrent à quel point ces idées l'avaient séduit. On peut en dire autant de Monge qui a traité les problèmes mathématiques qui se rattachent à l'aérostation. Cependant on pourrait citer une très longue liste de géomètres qui ont combattu les opinions de Monge et de Meunier. Personne n'ignore, d'un autre côté, qu'une foule d'ingénieurs et d'aéronautes ont essayé diverses combinaisons mécaniques propres à diriger les aérostats; toutes tentatives n'ont eu aucune espèce de réussite, et la pratique a renversé les espérances que certaines idées théoriques avaient inspirées. Disons-le tout de suite, ces insuccès étaient faciles à prévoir et l'on se fût épargné bien des mécomptes si l'on eût étudié d'avance avec les soins nécessaires toutes les conditions du problème.

Les géomètres qui ont fait de nos jours une étude approfondie de cette question, sont arrivés à cette conclusion formelle : *Dans l'état actuel de nos connaissances et de nos ressources mécaniques, avec les seuls moteurs qui sont aujourd'hui à notre disposition, il est impossible de résoudre le problème de la direction des aérostats.* Essayons de justifier cette proposition qui a été formulée il y a plusieurs années de la manière la plus nette dans un savant rapport de M. Navier.

Pour diriger à volonté les ballons flottants dans les airs, on pourrait suivre deux voies différentes. Leur imprimer un mouvement horizontal, au moyen d'un moteur convenable, en luttant directement contre

l'action de l'air; ou bien chercher dans l'atmosphère les courants les plus favorables à la direction que l'on veut suivre, et se maintenir dans la zône de ces courants.

Le premier de ces moyens serait impraticable, car la violence et l'impétuosité des vents opposeront toujours un obstacle insurmontable à la marche des ballons en ligne droite et horizontale. On peut espérer plus de succès du second moyen, bien qu'il ne constitue en définitive qu'une chance précaire. Il existe dans l'atmosphère, à différentes hauteurs, des courants de direction très variable et souvent même opposée; quelquefois au-dessus d'une région parfaitement calme, il règne un vent très sensible, et réciproquement l'atmosphère est parfois tranquille au-dessus d'une région très agitée. L'aéronaute peut donc espérer de trouver, en manœuvrant avec son ballon, un courant favorable à sa marche, et il peut ainsi arriver au point qu'il veut atteindre, en se maintenant à la hauteur où le vent a précisément la direction qu'il se propose de suivre.

Cependant, réduit même à ces termes plus simples, le problème de la direction des aérostats peut être encore regardé comme à peu près insoluble. En effet l'agitation de l'atmosphère est une règle qui souffre peu d'exceptions. Lorsque le temps nous semble le plus calme à la surface de la terre, les régions élevées de l'air sont souvent parcourues par des courants très forts, et lorsque le vent se fait sentir sur la terre, l'atmosphère est le théâtre d'une véritable tempête. Dans ce cas, aucune de nos machines ne serait capable de résister à l'impétuosité des vents. C'est ce qu'il est facile d'établir.

Le seul point d'appui offert au mécanicien, c'est l'air atmosphérique; c'est sur l'air qu'il doit réagir, et l'air si raréfié des régions supérieures. En raison de la faible résistance et de l'extrême raréfaction de cet air, il faudrait le frapper avec une vitesse excessive, pour produire un effet sensible de réaction. Mais, pour obtenir cette vitesse, il faudrait évidemment mettre en œuvre une grande somme de forces mécaniques. Or les rouages, les engrenages et les agents moteurs qu'il faudrait embarquer pour arriver à ce résultat, sont d'un poids trop considérable pour être utilement adaptés à un ballon, dont la légèreté est la première et la plus indispensable des conditions. Si, pour obvier à cet inconvénient capital, on veut augmenter, dans les proportions nécessaires, le volume du ballon, on tombe dans un défaut tout aussi grave. L'aérostat présente alors en surface un développement immense. Or en augmentant les dimensions du ballon, on offre à l'action de l'air une prise beaucoup plus considérable; c'est comme la voile d'un navire sur laquelle le vent agit avec une énergie d'autant plus grande que sa surface est plus étendue.

Il est donc manifeste qu'aucun des mécanismes que nous connaissons ne pourrait s'appliquer efficacement à la direction des aérostats. Ce peu de mots suffit à faire comprendre que tous ces innombrables systèmes de rames, de roues, d'hélices, de gouvernails, etc., qui ont été proposés ou essayés, ne pouvaient en aucune manière permettre d'arriver au but que l'on se proposait d'atteindre. Les machines à vapeur qui produisent un résultat mécanique si puissant, sont naturellement proscrites en raison de leur poids et de celui

du combustible. Quant aux autres mécanismes d'une puissance plus faible, un vent d'une force médiocre paralyserait toute leur action.

Le problème qui nous occupe présente une seconde difficulté, c'est de connaître à chaque instant et dans toutes les circonstances la véritable direction du mouvement imprimé au ballon. L'aiguille aimantée qui sert de guide dans la navigation maritime ne pourrait s'appliquer à la navigation aérienne. En effet, le pilote d'un navire ne se borne pas à consulter sur la boussole la direction de l'aimant; il a besoin de la comparer avec la ligne qui représente la marche du vaisseau; il consulte le sillage laissé sur les flots par le passage du navire, et c'est l'angle que font entre elles les deux lignes du sillage et de l'aiguille aimantée qui sert à reconnaître et à fixer sa marche. Mais l'aéronaute flottant dans les airs, ne laisse derrière lui aucune trace analogue au sillage des vaisseaux. Placé au-dessus d'un nuage, le navigateur aérien ne peut plus reconnaître la route de la machine aveugle qui l'emporte; perdu dans l'immensité de l'espace, il n'a aucun moyen de s'orienter. Cette difficulté, à laquelle on songe peu d'ordinaire, est cependant un des plus sérieux obstacles à l'exécution de la navigation aérienne; elle obligerait probablement les aéronautes, même en les supposant munis des appareils moteurs les plus parfaits, à se maintenir toujours en vue de la terre.

On peut donc conclure de ce qui précède que, *dans l'état actuel de nos ressources mécaniques*, la direction des aérostats doit être regardée comme un problème d'une solution impossible.

Il n'en serait pas de même si les arts mécaniques, par des perfectionnements que l'avenir nous tient sans doute en réserve, parvenaient à créer un moteur particulier qui n'exigeât, pour être mis en action, que des pièces d'une grande légèreté. A ce point de vue, et ce grand progrès accompli, on peut annoncer hardiment que la direction des aérostats n'a plus rien d'irréalisable. Il serait donc imprudent de condamner aujourd'hui par un arrêt formel cette magnifique espérance. Il est sans doute réservé aux générations prochaines de voir s'accomplir la découverte de la navigation atmosphérique; un jour viendra apportant avec lui cette création tant désirée. Mais, dans tous les cas, ce n'est point dans les stériles efforts des aéronautes empiriques que l'on trouvera jamais les moyens de l'accomplir. C'est la mécanique seule, c'est cette science tant décriée, tant attaquée à cette occasion, qui nous fournira dans l'avenir les ressources suffisantes pour réaliser ce progrès immense, qui doit doter l'humanité de facultés nouvelles, et ouvrir à son ambition et à ses désirs une carrière dont nous laissons à l'imagination de nos lecteurs le soin de mesurer l'étendue.

Il semblerait superflu, après la discussion à laquelle nous venons de nous livrer, de passer en revue les idées émises à diverses époques pour réaliser la direction des aérostats. Il ne sera pas inutile cependant de mentionner rapidement ces différents essais. Le secours qu'ils ont apporté à l'avancement de la question est des plus minimes sans aucun doute, cependant il n'est pas indifférent de les connaître, ne fût-ce que pour montrer que les conceptions les plus raisonnables

et les mieux fondées en apparence, soumises à la sanction de la pratique, ont trahi toutes les espérances.

Presque au début de l'aérostation, Monge traita le premier la question qui nous occupe. Il proposa un système de vingt-cinq petits ballons sphériques, attachés l'un à l'autre comme les grains d'un collier, formant un assemblage flexible dans tous les sens et susceptible de se développer en ligne droite, de se courber en arc dans toute sa longueur ou seulement dans une partie de sa longueur, et de prendre, avec ces formes rectilignes ou ces courbures, la situation horizontale ou différents degrés d'inclinaison. Chaque ballon devait être muni de sa nacelle et dirigé par un ou deux aéronautes. En montant ou en descendant, suivant l'ordre transmis au moyen de signaux par le commandant de l'équipage, ces globes auraient imité dans l'air le mouvement du serpent dans l'eau. Ce projet étrange n'a pas été mis à exécution.

Meunier a traité beaucoup plus sérieusement le problème de la direction des aérostats. Le travail mathématique qu'il a exécuté sur cette question en 1785 est encore aujourd'hui ce que l'étude des difficultés de la navigation aérienne a produit de plus complet et de plus raisonnable. Meunier voulait employer un seul ballon de forme sphérique et d'une dimension médiocre. Ce ballon se trouvait muni d'une seconde enveloppe destinée à contenir de l'air comprimé. A cet effet, un tube faisait communiquer cette enveloppe avec une pompe foulante placée dans la nacelle; en faisant agir cette pompe, on introduisait entre les deux enveloppes une certaine quantité d'air

atmosphérique dont l'accumulation augmentait le poids du système et donnait ainsi le moyen de redescendre à volonté. Pour remonter, il suffisait de donner issue à l'air comprimé; le poids du ballon s'allégeait, et le ballon regagnait les couches supérieures. Ni lest ni soupape n'étaient donc nécessaires, ou plutôt les navigateurs avaient toujours le lest sous la main, puisque l'air atmosphérique en tenait lieu. Quant aux moyens de mouvement, Meunier comptait surtout sur les courants atmosphériques : en se plaçant dans leur direction, on devait obtenir une vitesse considérable. Mais pour chercher ces courants et pour s'y rendre, il faut un moteur et un moyen de direction. Meunier avait calculé que le moteur le plus avantageux c'étaient les bras de l'équipage. Quant au mécanisme, il employait les ailes d'un moulin à vent qu'il multipliait autour de l'axe, afin de pouvoir les raccourcir sans en diminuer la superficie totale; il leur donnait une inclinaison telle, qu'en frappant l'air, ces ailes transmettaient à l'axe une impulsion dans le sens de sa longueur, impulsion qui devait être la cause du mouvement de translation imprimé au ballon. L'équipage était employé à faire tourner rapidement l'axe et les ailes de ce moulin à vent. Meunier avait calculé qu'en employant toutes les forces des passagers, il ne pourrait communiquer au ballon tout au plus que la vitesse d'une lieue par heure. Cette vitesse suffisait cependant au but qu'il se proposait, c'est-à-dire pour trouver le courant d'air favorable auquel il devait ensuite abandonner sa machine.

Voilà en quelques mots les principes sur lesquels

le savant géomètre croyait devoir fonder la pratique de la navigation aérienne. Son projet de lester les ballons avec l'air comprimé mériterait d'être soumis à l'expérience; mais on voit que la navigation aérienne, exécutée dans ces conditions, ne répondrait que bien imparfaitement aux espérances élevées qu'on en a conçues.

C'est à l'oubli des principes posés par Meunier qu'il faut attribuer la direction vicieuse qu'ont prise après lui les recherches concernant la marche des ballons. En s'écartant de ces sages et prudentes prémisses, en voulant lutter directement contre les courants atmosphériques, en essayant de construire avec nos moteurs habituels, divers systèmes mécaniques destinés à lutter contre la résistance de l'air, on n'a abouti, comme il était facile de le prévoir, qu'aux échecs les plus déplorables.

C'est ce qui arriva en 1801 à un certain Calais, qui fit au jardin Marbeuf une expérience aussi ridicule que malheureuse sur la direction des ballons.

En 1812, un honnête horloger de Vienne, nommé Jacob Degen, échoua tout aussi tristement à Paris. Il réglait la marche du temps, il crut pouvoir asservir l'espace. Il se mit donc à imaginer divers ressorts, qui, appliqués aux ailes d'un ballon, devaient triompher de la résistance de l'air. Le système qu'il employait était une sorte de combinaison du cerf-volant avec l'aérostat. Un plan incliné, qui se porterait à droite ou à gauche au moyen d'un gouvernail, devait offrir à l'air une résistance et à l'aéronaute un centre d'action. L'expérience tentée au Champ de Mars trompa complètement l'espoir de l'horloger viennois; le pauvre aéronaute

fut battu par la populace, qui mit en pièces sa machine.

En 1816, Pauly, de Genève, l'inventeur du fusil à piston, voulut établir à Londres des transports aériens. Il construisit un ballon colossal en forme de baleine, mais il n'obtint aucune espèce de succès.

Le baron Scott avait également proposé, vers la même époque, un immense aérostat représentant une sorte de poisson aérien muni de sa vessie natatoire articulée et mobile, et qui devait rappeler par sa marche dans l'air la progression du poisson dans l'eau. Ce plan resta à l'état de projet.

C'est encore parmi les projets qu'il faut ranger la machine proposée en 1825 par M. Edmond Genet, frère de Mme Campan, établi aux États-Unis, qui a publié à New-York un mémoire sur *les forces ascendantes des fluides*, et a pris un brevet du gouvernement américain pour un *aérostat dirigeable*. La machine décrite par M. Genet est d'une forme ovoïde et allongée dans le sens horizontal ; elle présente une longueur de cent cinquante pieds (anglais) sur quarante-six de large et cinquante-quatre de hauteur. Le moyen mécanique dont l'auteur voulait faire usage était un manége mû par des chevaux ; il embarquait dans l'appareil les matières nécessaires à la production du gaz hydrogène.

Nous pouvons encore citer ici le projet d'une machine aérienne dirigeable qui a été conçu par MM. Dupuis-Delcourt et Régnier, et que l'on a pu voir exposée à Paris au commencement de cette année. C'est un aérostat de forme ellipsoïde, soutenant un plancher ou nacelle, sur laquelle fonctionne un arbre de couche engrenant sur une manivelle. Cet

arbre qui s'étend depuis le milieu de la nacelle jusqu'à son extrémité, est muni d'une hélice destinée à faire avancer l'appareil horizontalement. A l'arrière de la nacelle se trouve un gouvernail. Pour obtenir l'ascension ou la descente, entre l'aérostat et la nacelle, fonctionne un châssis recouvert d'une toile résistante et bien tendue. Si l'aéronaute veut s'élever, il baisse l'arrière de ce châssis, et la colonne d'air, glissant en dessous, fait monter la machine. S'il veut descendre, il abaisse le châssis par-devant, l'air qui glisse en dessus oblige l'appareil à descendre. Cette disposition est loin cependant de présenter la solution pratique du problème. Dans un air parfaitement calme, on pourra peut-être faire obéir l'aérostat ; mais dans une atmosphère un peu agitée il n'en sera pas ainsi. Qu'il vienne une bourrasque d'en haut, et en raison de la grande surface que présente le châssis, la machine sera précipitée à terre ; qu'elle vienne d'en bas, et elle subira une ascension forcée qui peut devenir dangereuse. En outre, tous les effets de direction ne résultant que de la progression continue opérée par l'hélice, lorsque la progression cessera, le châssis et le gouvernail seront sans puissance, et l'appareil, tombant sous l'empire du courant atmosphérique, se retrouvera dans les conditions de la simple aérostation.

Les divers projets qui viennent d'être énumérés n'ont pas été mis à exécution ; mais, par la triste déconvenue qu'éprouva, le 17 août 1834, M. de Lennox avec son fameux navire aérien l'*Aigle*, on peut juger du sort qui les attendait, si on eût voulu les transporter dans la pratique. La superbe machine de M. Lennox avait, selon le programme officiel, cinquante

mètres de longueur sur quinze de hauteur. L'aérostat portait une nacelle de vingt mètres de long qui devait enlever dix-sept personnes ; il était muni d'un gouvernail, de rames tournantes, etc. « Le ballon est construit, disait le programme, au moyen d'une toile préparée de manière à contenir le gaz pendant près de quinze jours. » Hélas ! on eut toutes les peines du monde à faire parvenir jusqu'au Champ de Mars la malheureuse machine, qui pouvait à peine se soutenir. Elle ne put s'élever en l'air, et la multitude la mit en pièces.

Un autre essai exécuté à Paris par M. Eubriot, au mois d'octobre 1839, ne réussit pas mieux. Ce mécanicien avait construit un aérostat de forme allongée et offrant à peu près la figure d'un œuf. Il présentait cet œuf par le gros bout. Cette disposition, que l'on regardait comme un progrès, n'avait au contraire rien que de vicieux. En effet, une fois la colonne d'air entamée par le gros bout, le reste, disait-on, devait suivre sans encombre. C'était rappeler la fable du dragon à plusieurs têtes et du dragon à plusieurs queues : il fallait pouvoir faire progresser ce gros bout. Or ce résultat ne pouvait être obtenu par les faibles moyens mécaniques auxquels on avait recours et qui se bornaient à deux moulinets à quatre ventaux chacun.

Le problème de la direction des aérostats a été tout récemment remis à l'ordre du jour. A la suite de la faveur nouvelle et assez inattendue que le caprice de la mode est venu rendre aux ascensions et aux expériences aérostatiques, un inventeur, que n'a point découragé l'insuccès de ses nombreux devanciers, a tracé, au mois de juin 1850, le plan d'une sorte de *vaisseau aérien*. Comme ce prétendu système de locomotion aérienne a fait beaucoup de bruit à Paris et dans le reste de la France, nous rappellerons ses dispositions principales.

M. Petin propose de réunir en un système unique quatre aérostats à gaz hydrogène, reliés par leur base à une charpente de bois, qui forme comme le pont de ce nouveau vaisseau. Sur ce pont s'élèvent, soutenus par des poteaux, deux vastes châssis garnis de toiles disposées horizontalement. Quand la machine s'élève ou s'abaisse, ces toiles présentent une large surface qui donne prise à l'air, et elles se trouvent soulevées ou déprimées uniformément par la résistance de ce fluide ; mais, si l'on vient à en replier une partie, la résistance devient inégale, et l'air passe librement à travers les châssis ouverts ; il continue cependant d'exercer son action sur les châssis encore munis de leurs toiles, et de là résulte une rupture d'équilibre qui fait incliner le vaisseau et le fait monter ou descendre à volonté en sens oblique le long d'un plan incliné. Le projet de M. Petin est, comme on le voit, une sorte de réminiscence de l'appareil de Jacob Degen. Il n'est pas impossible que cette disposition permette d'imprimer à la machine, par une série de secousses ou de sauts, une sorte de marche oblique dans un sens déterminé, mais ces mouvements, provoqués par la résistance de l'air, ne peuvent évidemment s'exécuter que pendant l'ascension ou la descente : ils sont impossibles quand le ballon est en équilibre ou en repos. Pour provoquer ces effets, il est indispensable d'élever ou de faire descendre le ballon, en jetant du lest ou en perdant du gaz ; on n'atteint donc le but désiré qu'en usant peu à

peu la cause de son mouvement. Il y a là un vice essentiel qui frappe au premier aperçu. Là n'est pas encore toutefois le défaut radical de ce système : ce défaut, auquel nous ne savons point de remède, c'est l'absence de tout véritable moteur. Le jeu de bascule que donne l'emploi des châssis pourra bien peut-être imprimer dans un temps calme un mouvement à l'appareil ; mais pour surmonter la résistance des vents et des courants atmosphériques, il faut évidemment faire intervenir une puissance mécanique. Cet agent fondamental, c'est à peine si M. Petin y a songé, ou du moins les moyens qu'il propose sont tout à fait puérils. L'hélice est en définitive le moteur adopté par M. Petin. Or les hélices ont été essayées bien des fois pour les usages de la navigation aérienne, et toujours sans le moindre succès. Quant à faire fonctionner ces hélices par le moyen des petites turbines qui figurent sur le dessin de l'appareil, cette idée n'est pas discutable. Outre que leurs faibles dimensions sont tout à fait hors de proportion avec le volume énorme de la machine, il nous semble douteux que les roues de ces turbines atmosphériques puissent fonctionner seules à l'aide de la résistance de l'air, car elles sont plongées tout entières dans le fluide, condition qui doit s'opposer à leur jeu. D'ailleurs cet effet fût-il obtenu, il ne pourrait s'exercer que pendant l'ascension ou la descente de l'aérostat, et dès lors la difficulté dont nous parlions plus haut se présenterait encore, car il faudrait, pour provoquer la marche, jeter du lest ou perdre du gaz, c'est-à-dire user peu à peu le principe même ou la cause du mouvement. L'auteur se tire assez singulièrement d'embarras en disant que l'hélice serait mue dans ce cas par la main des hommes ou par *tout autre moyen mécanique;* mais c'est précisément ce moyen mécanique qu'il s'agit de trouver, et en cela justement consiste la difficulté qui s'est opposée jusqu'à ce jour à la réalisation de la navigation aérienne.

En résumé le système de M. Petin, tel qu'il a été figuré sur le modèle exhibé l'année dernière à Paris, est infiniment au-dessous des combinaisons analogues déjà proposées. Rien ne peut donc expliquer l'engouement qu'a inspiré pendant plusieurs mois cette espèce de monstre aérien qui témoignait peut-être de la richesse d'imagination de l'inventeur, mais qui accusait pour les lois de la mécanique et de la statique un mépris par trop prononcé.

CHAPITRE IX.

Conclusion. — Applications futures des aérostats aux recherches scientifiques.

On vient de voir que l'expérience et le raisonnement théorique s'accordent à démontrer l'inutilité des tentatives ayant pour but la direction des aérostats avec les seules ressources dont la mécanique dispose de nos jours. Un moteur nouveau qui réunisse à une puissance considérable une grande légèreté, telle est la condition indispensable pour résoudre ce grand problème. Ainsi c'est en dehors de l'aérostation elle-même