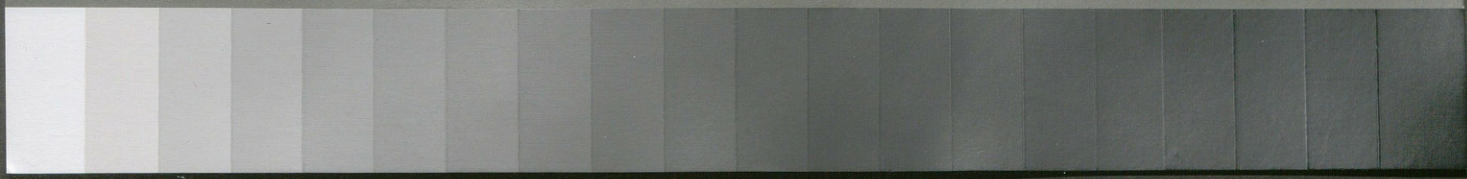


A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



DICTIONNAIRE-MANUEL  
DE  
L'AÉRONAUTIQUE  
MILITAIRE

AVEC 20 CROQUIS DANS LE TEXTE



LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS | NANCY  
RUE DES BEAUX-ARTS, 5-7 | RUE DES GLACIS, 18

1912

*Prix : 1 fr. 75*

Inches 1 2 3 4 5 6 7 8

Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

Colour Chart #13



DICTIONNAIRE-MANUEL  
DE  
L'AÉRONAUTIQUE  
MILITAIRE

AVEC 20 CROQUIS DANS LE TEXTE



LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS

RUE DES BEAUX-ARTS, 5-7

NANCY

RUE DES GLACIS, 18

1912

Prix : 1 fr. 75

2a 64

✓

DICTIONNAIRE-MANUEL

DE

L'AÉRONAUTIQUE

MILITAIRE

1135

AVEC 20 CROQUIS DANS LE TEXTE

XIX.1

XII.94



LIBRAIRIE MILITAIRE BERGER-LEVRAULT

PARIS

NANCY

RUE DES BEAUX-ARTS, 5-7

RUE DES GLACIS, 18

1912

## AVANT-PROPOS

---

Au public de plus en plus nombreux qui se passionne pour les dirigeables et les aéroplanes, mais s'intéresse par-dessus tout aux applications militaires variées dont ces engins nouveaux sont susceptibles, les publications ne manquent point qui s'offrent à l'initier à leur construction, à leur mécanisme, à leur emploi.

Peu d'écrivains spéciaux y ont cependant mieux réussi que l'officier attaché au Service de l'Aéronautique militaire, qui a bien voulu rédiger, pour le *Supplément général* au moyen duquel a été mis entièrement à jour jusqu'à la fin de 1911 le grand *Dictionnaire militaire* publié par notre Maison, les articles rendus indispensables par les progrès si considérables et si rapides des diverses branches de l'aérostation et de l'aviation.

La faveur marquée avec laquelle ces articles ont été accueillis nous a engagés à les réunir, après une dernière revision de l'auteur, en ce volume spécial : les personnes qui ne voudraient pas faire l'acquisition du *Dictionnaire militaire* lui-même trouveront ainsi condensées avec méthode, précision et clarté, dans l'ordre alphabétique, les notions essentielles qui leur permettront de se rendre compte des procédés de l'aéronautique militaire et des services multiples qu'elle est appelée à rendre à la défense nationale.

Les Éditeurs.

---

# DICTIONNAIRE-MANUEL

DE

## L'AÉRONAUTIQUE MILITAIRE

---

**ADER (Machine volante).** — Ader est un inventeur français qui imagina et construisit la première *machine volante* ayant quitté le sol par ses propres moyens ; il lui donna le non d'*Avion*. Avec cet appareil, il effectua le 14 octobre 1897, au camp de Satory, devant une commission militaire présidée par le général Mensier, un parcours aérien de 300 mètres (V. **Avion**). Ader avait songé dès l'origine à l'utilisation militaire des avions ; il en avait prévu l'emploi sur terre et sur mer et il avait même édifié toute une tactique de combat aérienne. Ader a réuni toutes ses théories et toutes ses idées dans un volume intitulé « L'Aviation militaire » (1). Aussi le mot *avion* a-t-il été adopté officiellement en dernier lieu pour désigner l'*unité d'aviation*.

**ADJUDANTS mécaniciens. V. Sapeurs-aérostiers.**

**AÉRODROME.** — On désigne sous ce nom l'ensemble des installations qui constituent à la fois une école de pilotage, un champ d'entraînement et des ateliers de réparation pour les aéroplanes et les ballons dirigeables.

Un aérodrome doit donc comprendre, en premier lieu, un personnel de pilotes-instructeurs et d'ouvriers ; en second lieu, des hangars avec ateliers ; enfin un terrain suffisamment libre et dégagé de tout obstacle pour permettre les vols sans crainte d'accident.

---

(1) *L'Aviation militaire* ; 3<sup>e</sup> édit., 1911. Librairie Berger-Levrault. 4 fr.

Les aérodromes les plus réputés sont les suivants :  
*Aérodromes militaires.* — Camp de Châlons; camp de Satory; Pau; Reims; Saint-Cyr-l'École; Biskra.

*Aérodromes civils.* — Camp de Châlons; Issy-les-Moulineaux; Juvisy; La Brayelle (près de Douai); Buc; Pau; Étampes; Moisson (près de Mantes); La Motte-Breuil (près de Compiègne); La Vidamée (près de Senlis); Douzy (Ardennes); Bron (près de Lyon); Nice; Montpellier; La Californie (près de Nice); Le Crotoy (Somme); Villacoublay (près Meudon); Bois d'Arcy (près de Saint-Cyr-l'École).

**AÉRODYNAMIQUE.** — C'est la science qui a pour objet l'étude des mouvements de l'air, dans toutes les circonstances où ils se produisent : réaction de l'air sur les surfaces, mouvements déterminés par un corps qui se déplace dans l'atmosphère, force de sustentation, etc. L'aérodynamique est une science très ardue, encore très mal connue, en raison de la difficulté qu'on éprouve à saisir et à traduire, soit par des formules, soit par des expériences, les nombreux remous de ce fluide essentiellement mobile qu'est l'atmosphère.

Les principaux centres où sont étudiés les mouvements de l'air, en vue de l'application à la locomotion aérienne, sont les suivants : Institut aérodynamique de Koutchino (Russie); Laboratoire de la tour Eiffel; Institut aérotechnique de Saint-Cyr; Laboratoire de l'Aéronautique militaire de Meudon; Établissement d'aviation militaire de Vincennes.

**AÉRONAT.** — On désigne sous ce nom les aérostats qui ont à leur bord un système de propulsion. Ce sont les ballons dirigeables, qui, grâce aux moteurs dont ils sont munis pour actionner les hélices, sont susceptibles d'acquérir une vitesse propre par rapport au milieu ambiant (*V. Ballons dirigeables*).

**AÉRONAUTE.** — L'aéronaute est celui qui monte à bord d'un ballon, soit libre, soit dirigeable. Il sert surtout à désigner les passagers, par opposition avec le qualificatif de PILOTE (*V. ce mot*). L'usage du mot : aéronaute est du reste exclusivement limité à l'aérostation civile.

**AÉRONAUTIQUE.** — Les progrès accomplis pendant ces dernières années par la locomotion aérienne ont été tellement considérables, tellement

inattendus, même pour les plus optimistes, qu'il est devenu nécessaire, sinon de créer, du moins d'adopter une terminologie précise, répondant mieux aux besoins causés par le développement de cette science particulière. La question était de la plus haute importance, car c'est d'elle que devait dépendre la plus ou moins grande facilité de langage, en même temps que l'uniformité dans les appellations.

Jusqu'en 1909, le terme *aérostation* était seul employé dans la pratique courante, aussi bien civile que militaire; il suffisait d'ailleurs à tous les besoins, car la navigation aérienne se réduisait à l'aérostas, ou ballon, c'est-à-dire au « plus léger que l'air ». Sans doute, des savants et des ingénieurs se préoccupaient déjà des procédés du « plus lourd que l'air »; mais les engins de cette nature n'étaient pas sortis des laboratoires, où ils n'existaient même qu'à l'état de petits modèles. Brusquement, on vit apparaître l'aéroplane, et non moins brusquement on vit cet appareil se développer et se perfectionner avec une rapidité déconcertante. L'*aviation* se révélait tout à coup; inconnue la veille, elle devenait la science du jour et elle était l'espoir du lendemain. Désormais, la navigation aérienne allait se composer de deux termes, qu'il y avait lieu de grouper sous une dénomination unique et générale. Le congrès de la Fédération internationale aéronautique, réuni à Nancy, décida qu'à l'avenir l'expression « aéronautique » servirait à désigner la science de l'air dans toutes ses manifestations, les termes « aérostation » et « aviation » devant désormais s'appliquer, le premier, « *aux engins dits plus légers que l'air, c'est-à-dire utilisant pour leur sustentation la force ascensionnelle d'un gaz léger* », le second, « *aux engins dits plus lourds que l'air, employant pour se soutenir et se déplacer la réaction exercée par l'air sur les surfaces appropriées* ».

La décision de la Fédération internationale aéronautique avait en quelque sorte force de loi, en raison de son acceptation universelle par les sociétés civiles. L'administration militaire ne pouvait mieux faire que de s'y rallier. C'est ce qui eut lieu, et le ministre de la guerre adopta de façon officielle les dénominations du congrès. Il en résulta immédiatement des modifications dans les appellations des divers services militaires, auxquels fut appliqué le qualificatif d'*aéronautique* aux lieu et place de celui, devenu démodé, d'*aérostation* (V. ci-après : **Aéronautique militaire (Service de l')**).

**AÉRONAUTIQUE** militaire (**Service de 1<sup>er</sup>**). — Le service général qui, aux armées, serait dévolu à tous les engins de la locomotion aérienne (ballons captifs, ballons libres, ballons dirigeables, cerfs-volants, aéroplanes, etc...), porte le nom générale d'*Aéronautique militaire*.

Avant d'examiner l'organisation actuelle de ce service, il n'est pas inutile d'exposer les diverses étapes, par lesquelles on est arrivé aux résultats actuels.

De tout temps, on a distingué d'une part les *services*, d'autre part les *troupes*.

Jusqu'en 1901, les services proprement dits consistaient uniquement dans l'établissement créé à Chalais-Meudon, par le colonel Charles Renard, sous le nom d'*Etablissement central de l'aérostation militaire*. Cet établissement, qui comprenait un certain nombre d'officiers spécialisés dans la question, fonctionnait comme organe technique, laboratoire de recherches et ateliers de construction. C'est de Chalais que, pendant de longues années, sortirent les plus importantes découvertes concernant l'aérostation militaire; c'est à Chalais que fut construit le matériel de ballons de campagne encore en service; c'est enfin à Chalais que les officiers nouvellement incorporés dans le service venaient puiser les éléments nécessaires à leur instruction. En dehors de ce rôle essentiel, les compagnies d'aérostiers envoyaient à Chalais, pendant une période de quatre mois, un certain nombre de sapeurs, dits *SPÉCIALISTES* (*V. ce mot*), qui, sous la direction de contremaîtres mécaniciens, cordiers, tailleurs, suivaient un stage pratique particulier, qui leur permettait, à leur rentrée dans leurs compagnies respectives, de procéder dans les meilleures conditions possibles aux nombreuses et difficiles réparations d'un matériel très délicat.

Les *troupes* aérostatiques étaient constituées, depuis 1888, par quatre compagnies, rattachées respectivement aux quatre premiers régiments du génie et stationnées par suite à Versailles (1<sup>er</sup> régiment), à Montpellier (2<sup>e</sup> régiment), à Arras (3<sup>e</sup> régiment), à Grenoble (4<sup>e</sup> régiment).

D'un côté, il y avait concentration à Chalais; de l'autre, il y avait dispersion sur plusieurs points du territoire. Le défaut de cette organisation se fit assez vite sentir. Après avoir reçu une instruction uniforme pendant les stages effectués à l'établissement central, les officiers aérostiers, revenus à leurs compagnies d'origine se trouvaient, à partir de ce moment, tout à fait isolés et, sinon abandonnés à eux-mêmes,

du moins sous les ordres d'officiers, dont la doctrine s'était quelque peu modifiée et présentait des divergences parfois notables avec celle de Chalais. Il en résultait qu'il n'y avait pas unité d'instruction et que telle manœuvre en honneur à Arras était au contraire formellement proscrite à Grenoble ou à Montpellier.

C'est pour remédier à cet inconvénient capital que l'on décida, en 1901, de réunir les troupes sous un commandement unique. Un décret du mois de mars 1901 prescrivit que les quatre compagnies faisant antérieurement partie des quatre premiers régiments du génie seraient groupées en un bataillon spécial, auquel fut donné le numéro 25, et qui fut rattaché au 1<sup>er</sup> régiment du génie à Versailles. La formation du 25<sup>e</sup> bataillon d'aérostiers militaires fut réalisée par l'arrivée à Versailles, le 1<sup>er</sup> avril 1901, des trois compagnies d'Arras, Grenoble et Montpellier, auxquelles vint se joindre naturellement la compagnie existant déjà dans cette ville.

Quant au matériel considérable qui allait, de ce fait, se trouver rassemblé à Versailles, sa gestion et son entretien furent confiés à un capitaine désigné dans ce but et placé, en ce qui concernait ses fonctions spéciales, sous les ordres du chef de bataillon commandant l'École du génie à Versailles.

La concentration, en un même point, des troupes d'aérostation devait entraîner d'autres conséquences. Il n'était plus en effet nécessaire de continuer à faire suivre des stages d'instruction aux officiers et hommes de troupe en dehors du bataillon, qui présentait en lui-même toutes les ressources nécessaires pour jouer ce rôle d'instructeur. Aussi voit-on, dès l'année qui suit la formation du 25<sup>e</sup> bataillon, les attributions de l'établissement central diminuer pour tout ce qui touche à l'instruction proprement dite. Les officiers aérostiers suivent, à Versailles même, des conférences techniques et des cours pratiques, qui se substituent aux anciens stages de Chalais: en outre, on enlève à l'établissement ses trois contre-maitres (mécanicien, cordier et tailleur) pour les envoyer à Versailles, où ils vont continuer la formation des *sapeurs spécialistes* nécessaires au fonctionnement normal du bataillon.

La scission est ainsi complète et l'aérostation rentre alors dans la loi habituelle à laquelle sont astreints tous les services militaires et qui crée une séparation complète entre les troupes et les établissements de recherches ou de construction.

Cette organisation subsista jusqu'en 1903, époque

à laquelle, par un décret en date du 13 février, l'établissement de Chalais subit une nouvelle transformation. On estima, en effet, à ce moment-là, qu'il y avait intérêt à ne pas conserver, dans un organe unique, à la fois les recherches et la construction. Aussi bien, c'était déjà l'époque où l'aérostation prenait, avec les dirigeables, une importance sans cesse croissante. Bien des problèmes se posaient, qui n'étaient pas résolus, et il n'était pas difficile de prévoir que d'autres encore n'allaient pas tarder à se présenter. Il y avait, dans la recherche de ces divers problèmes, une matière suffisante pour alimenter un service particulier, de même que la construction devait suffire à elle seule à constituer un rouage spécial, fonctionnant indépendamment du premier. Partant de cette idée, le ministre de la guerre fut conduit à organiser deux services distincts, qui furent : 1° le Laboratoire des recherches relatives à l'aérostation militaire ; 2° l'Établissement central du matériel de l'aérostation militaire. Les appellations ci-dessus indiquent assez nettement les attributions de chacun de ces nouveaux services, pour qu'il ne soit pas utile d'insister. D'ailleurs, afin de pouvoir utiliser au mieux des intérêts de l'État les constructions existantes, le laboratoire et l'établissement central, quoique séparés, furent installés dans le parc de Chalais, convenablement divisé à cet effet.

Au point de vue administratif, les deux services ci-dessus furent placés sous l'autorité de deux colonels directeurs. Le laboratoire des recherches eut à sa tête un directeur spécial, qui prit le nom de Directeur du matériel de l'aérostation militaire, en résidence à Meudon, tandis que l'établissement central fut rattaché à la Direction des services du matériel du génie à Paris.

Après que les services de l'aérostation militaire eurent subi le changement ci-dessus, nécessité par les progrès de la locomotion aérienne, les mêmes besoins se firent sentir pour les troupes. Les ballons dirigeables avaient pris une très grande extension ; l'observation du tir de l'artillerie dans la guerre de siège était une condition essentielle de la justesse et de l'efficacité de ce tir ; enfin, l'aéroplane était né et s'imposait déjà à l'attention. Pour satisfaire aux exigences de tous ces services, les troupes existantes n'étaient plus en nombre suffisant ; la nécessité d'augmenter leur nombre apparaissait tous les jours. Cette éventualité fut envisagée aussitôt et le principe même de la solution fut posé par la création d'un

nouveau régiment. Mais, afin de gagner du temps et pour éviter les longueurs nécessitées par l'adoption et la promulgation de la loi indispensable à la nouvelle unité, on procéda par voie de suppression et de reconstitution.

Par décret en date du 24 décembre 1909 (*B. O.*, p. r., page 2014), deux compagnies de sapeurs-mineurs en résidence l'une à Grenoble, l'autre à Nice, sont supprimées.

Par contre, ces compagnies passent avec leurs cadres et leurs effectifs à Versailles, où elles viennent se joindre aux quatre compagnies existantes pour former un ensemble de six compagnies, spécialement affectées au service de l'aérostation.

Un nouveau décret, promulgué le 5 avril 1910 (*B. O.*, p. r., page 572), place les six compagnies de sapeurs-aérostiers sous l'autorité d'un colonel ou d'un lieutenant-colonel appartenant à l'état-major particulier du génie. Quatre des compagnies (25/1, 25/2, 25/3, 25/4) continuent à former le 25<sup>e</sup> bataillon et restent à Versailles, où elles sont rattachées, en ce qui concerne l'administration, au 1<sup>er</sup> régiment du génie; les deux autres compagnies sont envoyées au camp de Châlons. L'une d'entre elles fait partie du 6<sup>e</sup> bataillon, à Verdun; la deuxième du 20<sup>e</sup> bataillon, à Toul. L'ensemble de ces deux compagnies est placé sous les ordres d'un chef de bataillon.

À côté de ces troupes fonctionnent les DÉPÔTS DE MATÉRIEL (*V. ce mot*). D'autre part, en décembre 1909, fut créé, à Vincennes, un établissement militaire d'aviation, commandé par un lieutenant-colonel d'artillerie. Cet établissement, qui fut tout d'abord mis sous la dépendance de la 3<sup>e</sup> direction, est un laboratoire où sont étudiés d'une façon plus particulière les perfectionnements à apporter aux appareils d'aviation pour tout ce qui concerne le tir et le lancement des projectiles. Depuis le mois de septembre 1910, l'établissement de Vincennes est rattaché à la 4<sup>e</sup> direction.

D'autres organes se sont peu à peu imposés, au fur et à mesure des progrès de l'aviation : ce sont les centres, quelquefois appelés écoles d'aviation. Ces centres dépendent du colonel commandant les SAPEURS-AÉROSTIERS (*V. ce mot*).

Enfin, dans nos quatre grandes places fortes (Verdun, Toul, Épinal et Belfort) se trouvent des installations aéronautiques, qui ne fonctionnent en temps de paix que pendant un temps assez court (quinze jours à un mois) et qui renferment tout le matériel

nécessaire à la mise en œuvre, pendant un siège, du service aéronautique de la place. A côté de ces installations, qui, à l'heure actuelle, ne sont, en définitive, que des entrepôts de matériel, on construit maintenant des hangars de grandes dimensions, qui ne sont que les débuts d'organisations plus importantes et plus complètes, destinées à devenir des ports d'attache de dirigeables et peut-être d'aéroplanes.

Les organes aéronautiques des places fortes sont placés sous les ordres du chef du génie de la place, en ce qui concerne l'administration. La mobilisation est préparée par le colonel directeur du génie, qui relève directement du général gouverneur.

Nous résumons ci-dessous, sous forme de tableau, l'organisation du service de l'aéronautique telle qu'elle existe en ce moment (fin de 1911).

TABLEAU



**AÉRONEF.** — La dénomination d'*aéronef* a été adoptée par la Fédération internationale aéronautique pour désigner tous les appareils de la navigation aérienne. Les BALLONS DIRIGEABLES et LES AÉROPLANES (*V. ces mots*) sont donc des aéronefs.

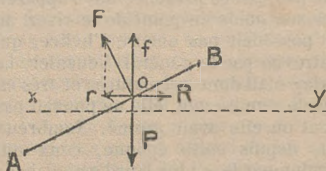
**AÉROPLANE.** — La recherche d'une imitation mal comprise du vol des oiseaux avait conduit les ingénieurs à penser que la solution du problème de la navigation aérienne se trouverait dans la réalisation d'une machine à ailes battantes, à laquelle on donnait le nom d'ORTHOPTÈRE (*V. ce mot*). Une étude plus approfondie de la question et aussi des expériences faites à ce sujet montrèrent que le point de départ était faux et qu'on tentait d'imiter un phénomène qui, en définitive, n'existait pas. On remarqua en effet, par un examen plus attentif du vol des oiseaux, que ces derniers n'étaient pas le moins du monde des orthoptères, qu'ils planaient de longues heures sans donner le plus léger coup d'aile, et qu'enfin ils traînaient leur aile, en évitant avec soin les occasions de la faire battre. Ces découvertes successives donnèrent à réfléchir aux inventeurs et c'est d'elles que l'on a tiré la conception de l'appareil actuel dénommé l'*aéroplane*. En principe, à notre époque où on est en possession du moteur léger et puissant, indispensable à la réalisation de la navigation aérienne (*V. Moteur*), on peut dire que, par une augmentation raisonnable de la force motrice, on peut transformer un appareil quelconque en un navire aérien. Mais on comprend sans peine que l'on cherche à utiliser du mieux possible la force dont on dispose et qu'on donne dans ce but, aux divers engins appelés à voler, des formes appropriées au but auquel on les destine.

La conception de l'aéroplane n'est d'ailleurs pas nouvelle; elle remonte à l'année 1809 et elle germa dans le cerveau de l'Anglais Sir Georges Cayley. Celui-ci avait remarqué que les cerfs-volants, dont l'origine remonte à Pline, se soulevaient et s'élevaient dans les airs quand le vent atteint et conserve une vitesse suffisante. Il pensa que, au lieu de déplacer l'air par rapport à l'appareil, le résultat serait le même si l'on donnait à l'appareil un mouvement relatif par rapport à l'air, supposé au repos. Dans ces conditions, il admettait qu'une surface plane de 20 mètres carrés, inclinée de la valeur du dixième sur l'horizontale et animée dans l'air calme d'une vitesse égale à 38 kilomètres à l'heure, pouvait supporter une charge totale de 100 kilos, soit 5 kilos par mètre carré de surface

portante. Quant à la force horizontale pour donner la vitesse de 38 kilomètres, nécessaire pour assurer la sustentation, elle serait au poids total transporté dans le même rapport que l'inclinaison, c'est-à-dire de 10 kilos seulement. Le grand principe de l'aile oblique était trouvé, et l'on voit combien il est économique, puisqu'une force tractive de 10 kilos suffit à soulever et mieux encore à déplacer 100 kilos. La sustentation et la translation se trouvaient ainsi réalisées à peu de frais. Mais Cayley ne s'arrêta pas là ; il énonça également les lois fondamentales de l'aérodynamique, en disant que le poids total soulevé est proportionnel à l'aire de la surface déplacée, au carré de la vitesse de translation et, pour les faibles inclinaisons, à la pente du plan. Ce sont ces mêmes lois, et pas d'autres, qu'on applique intégralement aujourd'hui. Dès lors, on peut se demander pourquoi Cayley ne réalisa pas, dès 1809, la première machine volante rationnelle. Nous en donnons les raisons dans l'article MOTEUR ; elles se résument d'un mot, en disant que la science mécanique de l'époque n'était pas suffisamment avancée pour donner la force motrice nécessaire sous un poids assez faible. Un siècle devait s'écouler avant qu'on arrivât au moteur léger, à explosion. Il ne suffit pas, en effet, de pouvoir déterminer la force motrice ; il faut que le moteur qui la produira ne vienne pas, par sa présence sur l'appareil volant, augmenter son poids au point de le raver au sol. Enfin, on ne possédait pas encore l'hélice, qui n'avait été qu'entrevue par le général Meusnier. La conception de Cayley était donc prématurée et très en avance sur son siècle ; en un mot, elle ne pouvait pas aboutir, au moment où elle avait germé. Nombreux cependant furent, depuis cette époque, ceux qui crurent à la navigation par le « plus lourd que l'air » : De la Landelle, Nadar, Alphonse Pénaud, furent parmi les plus ardents. Plus récemment, l'Allemand Lilienthal fit des vols ou glissades avec un planeur sans moteur. Il devait d'ailleurs trouver la mort au cours de ses expériences, lesquelles offrent le plus grand intérêt. Le colonel du génie Charles Renard étudia dans son laboratoire de Chalais les lois de la résistance de l'air ; en collaboration avec le capitaine Krebs, il réalisa le premier ballon vraiment dirigeable et il cherchait la solution du problème par l'HÉLICOPTÈRE (*V. ce mot*) et le plus lourd que l'air, quand la mort vint le frapper en plein cours de ses remarquables travaux. De toutes ces agitations dans les idées et de la découverte du moteur à essence

devait naître enfin l'aéroplane, qui est, en ce moment, le seul engin ayant réalisé le problème complet. L'aéroplane n'est pas autre chose qu'un cerf-volant libre, porteur d'une force motrice capable de lui imprimer un mouvement horizontal de translation assez rapide pour que la réaction, due au vent relatif et s'exerçant sur des surfaces portantes appropriées, devienne à un moment donné suffisante pour enlever l'appareil tout entier dans les airs. Cette simple définition suffit pour prévoir quelles seront les parties constitutives d'un aéroplane. Tout d'abord le MOTEUR (*V. ce mot*); puis l'organe qui, s'appuyant sur l'air, déterminera le mouvement en avant, l'hélice en un mot, seule usitée aujourd'hui (*V. Aviation*); en troisième lieu, les surfaces qui, par l'appui qu'elles prendront sur l'air en déplacement, fourniront la réaction verticale nécessaire; enfin, le dispositif qui permettra à l'engin de rouler sur le sol et d'acquérir ainsi une vitesse suffisante pour provoquer l'enlèvement. Tels seront les principaux organes de l'aéroplane; à côté d'eux, se créeront d'autres organes accessoires dont l'expérience seule nous révélera la nécessité.

Si on déplace un plan mince AB suivant la direction XY, ce plan subit de la part de l'air une réaction F, appliquée en un certain point O et qui est normale à AB.



Cette force F se décompose en deux forces élémentaires, qui sont, l'une  $f$ , verticale, et l'autre  $r$ , horizontale. Pour que ce plan,

en déplacement, soit en équilibre, il faut que, toutes les forces étant supposées appliquées au même point O, les composantes  $f$  et  $r$  soient respectivement égales, la première au poids P du plan, la deuxième  $r$  à la force horizontale R qui provoque le mouvement. A ce moment, toutes les forces se faisant équilibre, le plan continuera à se déplacer suivant XY, d'un mouvement uniforme. Quant à la force nécessaire pour assurer le mouvement en avant, elle est représentée par R;  $r$  est la résistance parasite ou résistance à l'avancement. Pour diminuer R et, du même coup, la force motrice nécessaire, il faut rendre  $r$  aussi petit que possible, c'est-à-dire faire dis-

paraître les résistances parasites. D'autre part, plus on inclinera  $AB$  en le rapprochant de l'horizontale  $XY$ , plus on diminuera  $r$ . Il y a donc intérêt à donner au plan  $AB$  une inclinaison aussi faible que possible. Au contraire, il est avantageux de chercher à augmenter  $f$ , car tout accroissement de  $f$  correspondra à une augmentation du poids emporté. L'expérience montre, à ce point de vue, que les surfaces planes rectangulaires, qui se déplacent en conservant le grand côté horizontal, acquièrent une puissance sustentatrice supérieure à celle qu'elles auraient si leur grand côté était incliné, le petit côté devenant horizontal. Le phénomène est évident chez les oiseaux, dont les ailes sont longues et étroites; il en sera de même de l'aéroplane. L'ENVERGURE (*V. ce mot*) des ailes sera par suite beaucoup plus considérable que leur largeur.

Nous sommes donc dès maintenant en possession d'un appareil qui est muni d'ailes ou surfaces portantes, d'un moteur, d'une hélice propulsive. Il faut, à présent, qu'on lui donne les moyens de se déplacer sur le sol pour acquérir une vitesse suffisante en vue du soulèvement. Dans ce but, on disposera au-dessous des ailes une sorte de chariot à roues, analogue au châssis d'une voiture. Lorsque, étant placé sur le sol, l'aéroplane sera tiré horizontalement par son système de moto-propulsion, il roulera sur son chariot et, si la force motrice est suffisante, il finira par acquérir une vitesse assez grande pour que la réaction de l'air le fasse s'enlever. On dit que l'aéroplane *décolle*. Supposons ce résultat atteint et considérons l'aéroplane en mouvement dans l'air. Avec les seuls organes dont nous l'avons muni jusqu'ici, il ne pourra qu'avancer horizontalement dans l'air supposé absolument calme. Ainsi réalisé, l'aéroplane serait sans aucune utilité ou application pratiques; il faut, de plus, qu'il puisse évoluer. Dans le sens horizontal, ce résultat s'obtient au moyen du gouvernail de direction (*V. Gouvernail*). Ce dernier devra, pour avoir une action efficace, tout en conservant des dimensions admissibles, être situé à l'arrière, à une assez grande distance des ailes. D'où la nécessité des aéroplanes ayant une certaine profondeur. Enfin, nous sommes restés jusqu'à présent dans le domaine de la théorie pure, car nous avons admis que l'aéroplane se déplaçait dans un air absolument calme, ce qui est tout à fait contraire à la réalité. Les mesures faites dans ces dernières années ont montré que l'air atmosphérique était en perpé-

tuel état de variation et que les pulsations de cet air en mouvement étaient essentiellement changeantes. L'aéroplane, qui, dans un air calme, ne verrait par suite sa stabilité compromise par aucun changement du régime extérieur, va se trouver au contraire plongé dans un milieu sujet à des variations incessantes et à des remous perpétuels. Il ne se trouvera par suite pas dans des conditions comparables à celles de la théorie ; bien plus, il verra sa stabilité compromise à chaque instant, et la nécessité apparaîtra ainsi à la première sortie d'organes supplémentaires spéciaux destinés à rétablir un équilibre qui se trouve sans cesse compromis. Ces organes sont les organes de stabilisation, lesquels peuvent être ou commandés par le pilote, ou automatiques (*V. Gouvernail et Ailerons*). La stabilisation est elle-même double, car elle doit être réalisée dans le sens longitudinal pour empêcher l'aéroplane de s'incliner vers le bas ou de se dresser vers le haut, et dans le sens transversal pour éviter que l'appareil ne penche, soit d'un côté, soit de l'autre, et se trouve ainsi entraîné vers le sol (*V. Stabilité*).

Grâce à cette rapide analyse, nous possédons maintenant le moyen de connaître la totalité des organes divers qui vont constituer un appareil complet. Nous les énumérons d'après ce qui vient d'être dit : ailes ou surfaces portantes, moteur, propulseur, gouvernail de direction, dispositifs de stabilisation longitudinale et transversale, châssis de départ servant également à rouler après l'atterrissage. Il ne reste plus qu'à donner à cet engin la vie qui lui manque, en réservant la place du pilote : siège pour ce dernier et dispositifs de commande des différents organes (moteur, gouvernail, etc...) ; tels sont les derniers accessoires dont nous avons besoin pour terminer définitivement notre appareil. Cependant, surtout au point de vue militaire, il doit nous rester un dernier doute. Ce qui doit en effet préoccuper au plus haut point un ingénieur militaire c'est la question de savoir comment il parviendra à mettre l'aéroplane à l'abri des coups de l'ennemi. Or, ce résultat ne peut être obtenu que par la hauteur et aussi par la vitesse. Cette dernière est réalisée par la translation, qu'on cherchera à rendre aussi rapide que possible, puisqu'elle procurera en même temps de la sustentation. Quant à la faculté de monter, le pilote la possédera également avec les mêmes organes que ceux qui servent à la stabilisation longitudinale. Ceux-ci permettent au pilote de lutter contre les

mouvements de plongée ou de cabrage, qui se produisent indépendamment de lui, du fait seul de l'air en mouvement. Par simple réciprocité, il pourra, lui aussi, avec les mêmes dispositifs, provoquer des mouvements de montée et de descente, par conséquent s'établir à telle hauteur qu'il désirera.

Les conditions d'établissement qui précèdent sont d'ordre absolument général; elles ne peuvent que servir d'indications qualitatives, mais non pas quantitatives. Lorsqu'il s'agit de passer à la pratique, il convient de préciser, de façon à pouvoir les traduire par des chiffres, les dimensions à donner aux appareils suivant les besoins auxquels on les destine. Or, ce qui nous intéresse avant tout, c'est l'aéroplane militaire. Nous sommes ainsi conduits à rechercher ce qu'on est en droit d'exiger de ces nouveaux engins. L'aéroplane est, à l'heure actuelle, un engin de découverte; il sera chargé d'aller, par-dessus les lignes ennemies, prendre les renseignements qui permettront au commandant des troupes de porter son effort, en toute connaissance de cause, sur un point déterminé. On peut évidemment envisager la possibilité, pour un aéroplane, d'emporter des projectiles et d'aller les jeter en des endroits convenablement choisis, afin de semer le trouble dans les rangs ennemis. Mais, pour le moment, cette éventualité ne peut apparaître que comme possible. Elle n'est pas réalisable, en raison de la faible capacité de transport de l'aéroplane. Le poids d'explosifs qui pourrait être transporté est encore trop infime et n'aurait pas une puissance destructive suffisante. Force est donc de se borner en ce moment à considérer l'aéroplane comme un engin de découverte, laissant à l'avenir le soin d'étendre le champ d'action de cet appareil. Pour le but auquel il est réduit maintenant, l'aéroplane partira de l'intérieur des lignes amies, se dirigera vers l'adversaire et aura ainsi à effectuer, avant d'atteindre le point où il doit aboutir, un certain parcours en quelque sorte inutile. Il faut donc prévoir que le nombre de kilomètres à franchir pourra être assez considérable et on sera ainsi conduit à exiger d'un aéroplane qu'il tienne l'air pendant un temps suffisamment long pour remplir sa mission et revenir sinon à son point de départ, du moins en territoire occupé par les troupes amies. Dans le concours qui a été organisé sous la haute direction du général Roques, inspecteur permanent de l'aéronautique militaire, ce nombre de kilomètres a été fixé à 300. On peut donc espérer qu'un aéroplane pourra effec-

tuer sur le pays occupé par l'ennemi un parcours de 200 kilomètres environ. Un appareil de ce genre sera ainsi susceptible de rendre des services; mais il n'y parviendra qu'à condition que les passagers puissent recueillir facilement les renseignements et suivre leur route sans se tromper. Or, étant donné que, même dans des circonstances atmosphériques favorables, le pilote d'un aéroplane est déjà très occupé par la conduite de l'appareil, c'est-à-dire par les manœuvres destinées à assurer la stabilité et la direction, il est bon d'admettre qu'il lui sera difficile de prendre des renseignements très précis, d'autant plus que ces derniers ne sont pas toujours très commodes à recueillir et qu'on commet des erreurs avec la meilleure volonté du monde. Il est donc naturel de songer à confier l'importante mission de recueillir des indications à un *passager* qui, se trouvant dispensé des préoccupations inhérentes à l'appareil même, sera par suite en mesure de porter toute son attention sur ce qu'il verra au-dessous de lui. Il y aura donc à bord au moins deux personnes. En outre, on est en droit de penser que l'aéroplane, dès qu'il sera aperçu par les ennemis, deviendra le point de mire sur lequel on s'acharnera à tirer. Sans doute, cet engin constitue un but difficile à atteindre; mais il faut tenir compte des coups heureux et admettre que, dans certains cas, l'aéroplane sera atteint et mis hors de combat. Que deviendront alors les renseignements recueillis à grand-peine et qui ne pourront plus parvenir à destination? N'est-il pas naturel de penser qu'il y aurait le plus grand intérêt à ce que les aviateurs soient, si possible, en relation constante avec les troupes amies, auxquelles ils transmettraient les indications au fur et à mesure qu'ils les relèveraient sur le terrain? Ainsi, la chute d'un aéroplane ne comporterait que des pertes en personnel et en matériel, mais, même dans ce cas, l'appareil aurait, au moins en partie, rempli son but. C'est là une question des plus importantes que toutes les nations cherchent à résoudre, aussi bien d'ailleurs pour les dirigeables que pour les aéroplanes, par l'emploi de la télégraphie sans fil. Les essais tentés jusqu'à ce jour sont entourés du plus profond secret et on en connaît très peu les résultats. Mais il n'est pas téméraire d'espérer que le but cherché ne tardera pas à être atteint et que, dans un avenir qui n'est pas lointain, les passagers d'un aéroplane pourront sinon recevoir, du moins transmettre les dépêches contenant les renseignements utiles, au fur et à me-

sure que ceux-ci seront obtenus. Étant donné, d'une part, que le pilote ne peut être distrait de son rôle déjà absorbant, que l'observateur doit concentrer toute son attention sur le terrain, qui défile sous ses yeux à grande vitesse, la conséquence logique qui s'impose jusqu'à l'évidence c'est que l'aéroplane doit pouvoir enlever un troisième passager, qui remplira le rôle de télégraphiste. Nous trouvons ainsi la deuxième condition à laquelle devaient satisfaire les aéroplanes du concours militaire d'octobre 1911. En résumé, parcourir 300 kilomètres, c'est-à-dire soulever un approvisionnement d'essence suffisant pour assurer la consommation du parcours et enlever trois passagers : telles sont les premières conclusions auxquelles on aboutit. Elles correspondent en somme à ces surcharges. Reste à s'assurer non seulement que l'aéroplane enlèvera ce poids, mais encore qu'il sera capable de monter assez haut pour être, autant que possible, à l'abri des atteintes des projectiles ennemis. On est ainsi amené à fixer une altitude minimum au-dessous de laquelle ne devront pas descendre les appareils et où ils seront considérés comme étant en sécurité relative. Cette hauteur a été fixée pour le concours à 300 mètres. Nous avons ainsi précisé les caractéristiques que l'on peut, sans exagération, chercher à obtenir des constructeurs à l'heure actuelle, quand il s'agit d'un engin militaire. L'avenir seul pourra, d'après les progrès qui seront effectués par la science aéronautique, dire quelles modifications et quelles aggravations il faudra apporter à ces conditions de début.

Jusqu'ici, nous n'avons envisagé que le cas où l'aéroplane est lancé à grande distance et effectue ce que, par analogie avec la cavalerie, on pourrait appeler de l'exploration. Mais il peut arriver qu'on ait besoin dans un cas particulier de renseignements de moindre envergure sur ce qui se passe à faible distance et en un point précis. Peut-être même utilisera-t-on un jour l'aéroplane à porter des ordres, ou bien à aller vérifier que telle troupe a bien exécuté un ordre donné et se trouve au moment voulu à l'endroit où on désire qu'elle soit. Tout autres alors sont les conditions auxquelles devra satisfaire ce nouvel engin. Il devra, autant que possible, se déplacer facilement et avec les troupes elles-mêmes, être peu encombrant et avoir une grande vitesse. Comme, d'autre part, il n'aura pas à chercher des renseignements en cours de route, la nécessité ne s'imposera plus d'avoir plusieurs passagers. Un seul

pilote suffira, ce qui permettra de réduire notablement les dimensions de l'appareil.

Nous arrivons donc logiquement à la conception de deux appareils répondant à des besoins particuliers et qui pourront par suite être notablement différents. Disons tout de suite que les aéroplanes actuels se divisent par leur mode de construction en deux catégories, qui répondent précisément, à très peu de chose près, aux conditions précédentes : ce sont les MONOPLANS et les BIPLANS (*V. ces mots*). Les premiers, plus rapides, plus facilement démontables, à une seule place, formeront la dernière catégorie ; les seconds, qui possèdent une plus grande capacité de transport, constitueront les engins de découverte à grande distance. Tel est l'état actuel de la question au point de vue militaire. Il faut se hâter d'ajouter que les progrès d'une science qui en est à peine à ses débuts, apporteront certainement et à brève échéance des modifications à l'exposé qui a été fait ci-dessus et qu'il faut par suite se garder de considérer comme absolu. Demain, peut-être, une invention nouvelle bouleversera toutes les idées reçues et transformera de fond en comble ce qui fait maintenant autorité en la matière. Néanmoins, étant donné qu'on ne saurait prévoir l'avenir, force nous est de nous en tenir à ce qui existe, et, pour le moment, les considérations qui précèdent nous apparaissent comme parfaitement logiques et admissibles.

Ce qui démontre, du reste, le bien-fondé de ces assertions et ce qui justifie l'espoir qui est manifesté ci-dessus, c'est le résultat déjà très remarquable obtenu le 2 juillet 1911. A cette date, un aéroplane biplan militaire Maurice Farman, monté par le capitaine Brenot, piloté par le sous-lieutenant Ménard et muni de nouveaux appareils de télégraphie sans fil, est parti à 5 heures du matin de l'aérodrome militaire de Saint-Cyr, a évolué pendant plus d'une heure au-dessus de la région de Rambouillet et pendant tout ce temps a lancé des radiotélégrammes, qui ont été reçus par un poste installé à Saint-Cyr et aussi par la tour Eiffel. Les transmissions ont été assez difficiles par suite de ce fait que le biplan utilisé n'était pas spécialement aménagé ; mais les réceptions ont été parfaites et les télégrammes envoyés de 500 mètres de hauteur ont été lus sans difficulté, à une distance de 50 kilomètres. La question est donc en excellente voie et ne tardera pas à être définitivement résolue dans notre pays. En tout cas, on voit très nettement que, par la seule énumération

des services qu'on est en droit d'attendre d'un aéroplane militaire, on est conduit à des appareils à plusieurs places et à grand rayon d'action. Or, jusqu'ici les seuls engins répondant à cette condition générale sont seulement susceptibles d'enlever un pilote et un passager. Sans doute, on a effectué des vols avec un grand nombre de personnes à bord, mais c'est au détriment de l'approvisionnement d'essence, et les aéroplanes ainsi chargés ne peuvent tenir l'air que pendant un temps très court. Il y a donc encore des progrès à accomplir avant que soit réalisé un aéroplane répondant aux desiderata ci-dessus. En vue de favoriser les recherches, l'administration militaire a institué un concours dont nous donnons plus loin un extrait du programme. Il est à désirer que ce concours aboutisse, car si, comme quelques-uns le désirent, on se bornait aux types actuels et en particulier aux monoplans, ce serait d'abord admettre que l'aviation est incapable de progrès et figée dès maintenant dans des formes définitives, ensuite qu'on s'en tiendra à des modèles nettement insuffisants pour les besoins de l'armée. Le monoplan à une place, le biplan à deux places ne sont que des engins de transition que l'on utilise en attendant mieux, mais le devoir absolu des chefs de l'aéronautique militaire est de chercher à obtenir mieux.

Il nous reste maintenant à examiner comment ont été réalisés les divers appareils actuels, et dans ce but nous allons donner une description sommaire de quelques-uns d'entre eux.

#### I — BIPLANS

Le premier en date des aéroplanes qui aient volé est l'appareil biplan construit en Amérique par les frères Wright. La carcasse est en bois, et les ailes sont constituées par une ossature également en bois, recouverte de toile caoutchoutée. L'envergure est de 12<sup>m</sup> 50. Les ailes ont un profil courbe; leur profondeur est de 2 mètres et leur écartement de 1<sup>m</sup> 80.

Le gouvernail de profondeur biplan est à l'avant; le gouvernail de direction est à l'arrière; les ailes peuvent subir le gauchissement. Une des caractéristiques de cet appareil réside dans l'emploi de deux hélices, placées à l'arrière et commandées au moyen de chaînes par un moteur. Il n'y a pas de roues pour le départ; l'appareil est violemment projeté en avant et en glissant sur un rail, par suite de la chute d'un contre-poids que l'on fait tomber du haut d'un pylône. Les organes d'atterrissage consistent en deux

patins inférieurs; une fois posé sur le sol, l'aéroplane ne peut plus ni s'envoler, ni bouger par ses propres moyens. Le moteur est du type Wright de 25 ou 35 HP. Dans les modèles récents, on a ajouté des roues et supprimé une hélice. Enfin plus récemment encore, on a enlevé le gouvernail avant, pour le reporter à l'arrière avec le gouvernail de direction.

Le biplan Henri Farman est un des appareils dont l'armée fait en ce moment le plus grand usage. La carcasse est en bois, ainsi que l'ossature des ailes, laquelle est recouverte de toile caoutchoutée. L'envergure est variable; de 10<sup>m</sup>50, valeur du type « Coupe Michelin » elle est passée à 12 mètres, puis à 14, et enfin à 16 mètres. On a même, dans ce but, allongé le plan supérieur au moyen de plans *rabatants* additionnels.

Le gouvernail de profondeur monoplane est à l'avant; à l'arrière, se trouve une cellule biplan, avec le gouvernail de direction également biplan. La queue cellulaire constitue un empennage stabilisateur. Le moteur, en général un Gnome de 50 HP (*V. Moteur*), est placé dans le plan médian, sur le bord arrière du plan portant inférieur; l'hélice est en prise directe.

La stabilisation transversale est assurée au moyen d'ailerons, placés sur les deux plans dans le type militaire. La commande se fait par un levier unique; quand on incline le levier soit vers l'avant, soit vers l'arrière, en restant dans un plan vertical, on agit sur le gouvernail de profondeur et on réalise la descente ou la montée; si on manœuvre le même levier de gauche à droite ou de droite à gauche, on actionne les ailerons correspondants. La direction se fait par un pédalier. L'aéroplane roule sur le sol au moyen de quatre roues jumelées par deux, qui sont reliées à deux patins par des bandes en caoutchouc permettant l'effacement des roues lorsque l'atterrissage est brutal; dans ce cas, les patins viennent au contact. Enfin, une béquille recourbée et pivotant sur un axe horizontal empêche l'engin de capoter. Le poids varie, mais est en moyenne de 450 kilos. Un très grand nombre de biplans sont construits d'après les mêmes principes et ne diffèrent du précédent que par des dispositions de détail.

Le biplan Maurice Farman se distingue du précédent par une construction plus solide, un empennage arrière à plan unique et le moteur, qui est actuellement un moteur Renault de 60 HP. Le poids en ordre de marche est de 630 kilos. M. Maurice Farman a

construit, en outre, un grand appareil de 20 mètres d'envergure, qui a effectué, avec deux personnes à bord, tout le trajet du *Circuit européen*.

Le biplan Roger Sommer, entièrement construit en métal, présente une disposition presque identique à celle du biplan M. Farman. Poids en ordre de marche : 330 kilos.

Le biplan Voisin, dont le dernier type porte le nom caractéristique de « Canard », est un appareil dans lequel on a supprimé toute la queue arrière. L'aéroplane est ainsi formé des plans porteurs, du gouvernail avant et d'un fuselage qui relie ces organes. Quant à l'aviateur, il prend place dans le fuselage entre les plans et le gouvernail. La Maison Voisin a établi récemment un aéroplane muni de flotteurs, qui a pu venir se poser sur l'eau et repartir ensuite par ses propres moyens.

D'un modèle complètement différent est le nouveau biplan Henri Farman, dont le poids atteint seulement 250 kilos et qui est à envergure réduite (10<sup>m</sup> 50); il se distingue par la suppression complète du gouvernail avant et par la position des aviateurs, lesquels se trouvent tous deux en avant des plans porteurs, par conséquent dans le vide. Aux dires des pilotes, ce récent appareil est beaucoup plus maniable que les grands appareils du même constructeur; néanmoins il enlève un pilote et un passager.

Le biplan Savary a une envergure de 10 mètres; il est à cellule d'empennage arrière, à stabilisation transversale par ailerons. Il est remarquable par ce fait que le moteur, placé à l'avant, commande par une chaîne unique deux hélices tournant en sens inverse. Le poids de l'appareil en ordre de marche est de 400 kilos.

Le biplan Goupy, dont un exemplaire a été offert gracieusement à l'armée par son constructeur, est remarquable par ses faibles dimensions. Son envergure est de 6 mètres et sa longueur totale de 7 mètres. Les ailes ne sont pas superposées; mais, au contraire, l'aile supérieure est placée en avant de l'aile inférieure. L'appareil porte une cellule d'empennage arrière, qui sert en même temps de gouvernail de profondeur; la stabilisation latérale est assurée par des ailerons. Le moteur est un Gnome placé à l'avant et actionnant l'hélice en prise directe. Le poids, en ordre de marche, est de 300 kilos.

Le biplan Gaudron, qui s'est signalé tout récemment par un voyage effectué du Crotoy à Issy-les-Moulineaux, dérive du même modèle que les précé-

dents ; mais il offre toutefois cette particularité que les bords postérieurs des ailes sont flexibles et peuvent par suite plier suivant la plus ou moins grande violence du vent.

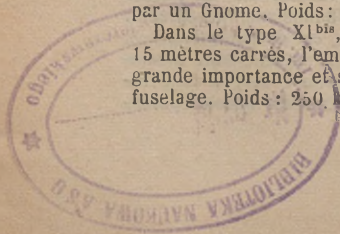
Enfin, il faut citer le biplan construit dans les ateliers de Chalais-Meudon par le capitaine Dorand, qui est surtout remarquable par la solidité de sa construction.

A l'étranger, il n'existe pas pour le moment d'appareils entièrement originaux. Le biplan américain Curtiss est un Henri Farman très allégé, dans lequel les ailerons sont placés entre les plans, au lieu de se trouver dans leur prolongement. Le poids, en ordre de marche, avec pilote, est de 320 kilos ; empennage monoplan à l'arrière, gouvernail biplan de profondeur à l'avant. La carcasse est en bambou. En Allemagne, les biplans *Aviatik* sont une copie des Henri Farman.

## II — MONOPLANS

Les monoplans sont en très grand nombre. Il faut citer en première ligne les appareils Blériot. Il n'existe pas, à vrai dire, d'appareils types de ce constructeur, les modèles en cours étant toujours en voie de modification, au point que les appareils engagés dans une même course ne sont pas tous identiques entre eux. Nous décrivons le type qui porte le n° XI, dit également « Traversée de la Manche ». L'appareil est à une seule place ; l'envergure est de 7<sup>m</sup> 20, chacune des ailes ayant une dimension égale à 3<sup>m</sup> 15. La surface totale est de 14 mètres carrés ; la carcasse est en frêne et peuplier, tendue de toile caoutchoutée. Les ailes forment entre elles un dièdre d'ouverture assez faible égale à 5°. La longueur de l'appareil est de 8 mètres. Un empennage fixé à l'arrière assure la stabilisation de route (empennage vertical), et longitudinale (empennage horizontal). Les gouvernails de profondeur sont des ailerons, qui constituent les extrémités de l'empennage fixé horizontal. Le gauchissement correspond à la stabilisation transversale. Le monoplan roule sur deux roues portées par un châssis formé de triangles élastiques déformables. Le moteur, qui était primitivement un Anzani, a été depuis remplacé par un Gnome. Poids : 340 kilos.

Dans le type XI<sup>bis</sup>, la surface portante est de 15 mètres carrés, l'empennage horizontal a une plus grande importance et s'étale en queue à l'arrière du fuselage. Poids : 250 kilos.



Dans le type XI 2<sup>bis</sup>, la surface portante est de 25 mètres carrés et l'appareil est à deux places.

Le monoplan Antoinette, s'il n'a pas toujours donné de bons résultats, détient cependant un record, qui est celui de l'élégance. La surface portante est de 50 mètres carrés; l'envergure atteint 15 mètres. Le moteur est un Antoinette de 50 HP.

Nous ne pouvons que citer les monoplans Morane, vainqueur de la course Paris-Madrid, les monoplans Nieuport, Train, Deperdussin, Tellier, Harriot et Robert Esnault-Pelterie.

Enfin, il faut mettre à part un appareil tout à fait spécial, construit d'après les bases scientifiques les plus sérieuses et qui a jusqu'ici donné de très bons résultats: c'est le double monoplan Bréguet. Cet appareil est à deux places; il doit son nom à cette particularité que, tout en ayant deux plans, ceux-ci ne forment pas poutre armée et sont seulement réunis par quatre montants verticaux en tubes d'acier. De cette manière, chaque aile est en quelque sorte indépendante et forme un monoplan; d'où le nom donné à l'appareil. La surface portante est de 36 mètres carrés; l'envergure de l'aile supérieure est de 12<sup>m</sup>30; celle de l'aile inférieure, de 9 mètres seulement. La largeur des ailes est de 1<sup>m</sup>80. Les ailes sont susceptibles de gauchissement; en outre, leurs bords postérieurs sont flexibles, cette flexion étant cependant limitée par des ressorts. Le fuselage est placé au-dessus du plan inférieur; il porte à l'arrière le gouvernail de direction et un empennage mobile qui fait fonction de gouvernail de profondeur. Le moteur est un Gnome ou un R. E. P. (*V. Moteur*); il peut être mis en marche par le pilote. Le départ et l'atterrissage se font sur des roues jumelées reliées au fuselage par des freins oléo-pneumatiques. Le poids en ordre de marche est de 700 kilos.

L'appareil Bréguet est certainement un des appareils qui offrent la plus faible résistance à l'avancement. Aussi a-t-il pu, malgré son poids élevé, atteindre des vitesses considérables, dépassant cent kilomètres à l'heure.

A l'étranger, le seul monoplan original est l'appareil autrichien Etrich.

Les ailes de cet aéroplane ont leurs extrémités prolongées vers l'arrière, comme celles d'un certain nombre d'oiseaux, en particulier des pigeons. Elles ont ainsi la forme d'un croissant à pointes tournées vers l'arrière. L'envergure est de 14 mètres; les ailes sont gauchissables et un empennage mobile ar-

rière sert de gouvernail de profondeur. Le moteur actuel est un Daimler.

Nous donnerons, pour terminer, la reproduction des quatre premiers articles du programme du concours d'appareils militaires d'aviation ouvert par le ministre de la guerre, de manière à bien préciser les conditions exigées de ces engins.

« ART. 1. — Il est ouvert, entre les constructeurs établis en France et préalablement autorisés par le ministre de la Guerre....., un concours d'appareils militaires d'aviation.

ART 2. — Le concours sera jugé par une Commission spéciale qui sera ultérieurement nommée par le ministre de la Guerre.

Des commissaires, également désignés par le ministre de la Guerre, en vue de suivre et de contrôler les opérations du concours, seront adjoints à la Commission d'examen.

ART. 3. — Les appareils présentés devront réunir les conditions suivantes :

a) Être construits, y compris les moteurs, en France, avec le plus grand soin et au moyen de matériaux de choix.

b) Être capables de fournir un parcours, en circuit fermé et sans escale, d'une longueur de 300 kilomètres.

c) Pouvoir porter sur ce parcours, un poids utile de 300 kilos, non compris les matières consommables, huile, essence, eau, etc... nécessaires pour l'accomplissement du dit parcours.

d) Être munis de trois sièges pour le pilote, un aide-pilote ou mécanicien et un observateur.

e) Réaliser une vitesse moyenne propre au moins égale à 60 kilomètres à l'heure.

f) Pouvoir atterrir facilement dans les terres labourées, luzernes, prairies et chaumes, et pouvoir en repartir.

h) Être d'un transport facile, emballé ou non, par route ou par voie ferrée, et pouvoir être rapidement remis en service sans réglage minutieux.

Les appareils qui ne rempliraient pas complètement toutes les conditions imposées par le présent article seront éliminés.

ART. 4. — Il serait en outre désirable que les appareils répondissent aux conditions suivantes :

i) Être munis d'organes de gouverne, soit en double, soit à la portée aussi bien de l'aide-pilote que du pilote, de façon que chacun de ceux-ci puisse indifféremment assurer la conduite de l'appareil.

j) Pouvoir s'enlever avec la seule main-d'œuvre du bord.

k) Avoir devant l'observateur un champ aussi grand que possible dépourvu de toute pièce, montant, tendeur, etc...

Ces conditions, étant uniquement indiquées en vue de guider les constructeurs dans leurs travaux, n'entreront pas en ligne de compte pour le jugement du concours.»

Le concours militaire s'est ouvert à Reims le 1<sup>er</sup> octobre 1911; il avait réuni trente et un appareils présentés par douze constructeurs. Les épreuves comportaient des éliminatoires, se décomposant en épreuves d'atterrissage, de vitesse et d'altitude, qui se sont disputées dans le courant du mois d'octobre. Sur trente et un appareils, neuf ont subi avec succès ces premières épreuves. Le classement final a été effectué sur un parcours sans escale de 300 kilomètres (Reims — Amiens et retour) que huit appareils ont heureusement accompli. Ce classement final est le suivant : 1<sup>er</sup> Nieuport (monoplan); 2<sup>o</sup> Bréguet (biplan); 3<sup>o</sup> Deperdussin (monoplan); 4<sup>o</sup> Bréguet (biplan); 5<sup>o</sup> Henri Farman (biplan); 6<sup>o</sup> Maurice Farman (biplan); 7<sup>o</sup> Maurice Farman (biplan); 8<sup>o</sup> Savary (biplan).

**AÉROSTAT.** — On désigne sous le nom d'*aérost*at tous les appareils de la locomotion aérienne qui se soutiennent dans l'air, grâce à la force ascensionnelle d'un gaz léger. Les montgolfières, gonflées à l'air chaud; les ballons, remplis de gaz d'éclairage ou d'hydrogène, sont des aérostats. Ces derniers se distinguent des aérônats par ce fait que, n'ayant à leur bord aucun système de moto-propulsion, il ne leur est pas possible d'acquérir une certaine vitesse relative par rapport à l'air environnant. Ils ne peuvent se déplacer horizontalement que sous l'action du vent et avec une vitesse égale à celle de celui-ci (*V. Aérostation et Ballons sphériques*).

**AÉROSTATION.** — La première tentative d'application des aérostats à la guerre a été faite en France, sous la Convention; elle est le résultat des travaux d'une commission qui comptait parmi ses membres Monge, Berthollet, Fourcroy et Guyton de Morveau, et surtout des efforts persévérants du général Meusnier, de Conté et du capitaine Coutelle. Ce dernier reçut la mission d'organiser une compagnie d'aérostiers dont il eut le commandement. C'est à Meudon qu'eurent lieu les expériences d'où sortit le

premier aérostat militaire. Cet engin prit part aux opérations de l'armée de Sambre-et-Meuse, en 1794, et notamment à la bataille de Fleurus, où les renseignements qu'il permit d'obtenir, joints à l'effet moral qu'il produisit, dans des sens différents, sur les deux armées en présence, contribuèrent à la victoire. On le vit encore à la défense de Maubeuge, au siège de Charleroi et à celui de Mayence, en 1796, où les hommes qui le manœuvraient excitèrent par leur courage l'admiration des ennemis.

Le ballon dont on se servait alors était gonflé au gaz hydrogène obtenu par la décomposition de la vapeur d'eau sur le fer rouge, afin d'éviter l'emploi de l'acide sulfurique que la pénurie de soufre, nécessaire pour la poudre, rendait trop précieux. Il était maintenu par deux cordes de 540 mètres, auxquelles se rattachaient des commandes que tenaient les aérostiers. Pour la manœuvre, ceux-ci étaient au nombre de 128, divisés en deux groupes égaux et devaient, quand le vent s'élevait, résister de toutes leurs forces pour maintenir le ballon au prix des plus grandes fatigues. Ce ballon de Fleurus fut conservé comme une relique à l'École d'application de Metz, mais ne fut plus employé pendant les guerres de l'Empire.

En 1848, les Autrichiens essayèrent de bombarder Venise à l'aide d'aérostats, mais n'obtinrent aucun succès, le vent renvoyant sur leur flotte les ballons portant les projectiles.

En 1859, un ballon faisait partie du matériel de l'armée française en Italie et s'éleva durant quelques heures devant Peschiera, lorsqu'il fut question un instant d'assiéger les places du quadrilatère.

En 1861, durant la guerre de Sécession, les Américains se servirent aussi d'un ballon captif muni d'un poste télégraphique permettant de transmettre à terre rapidement les résultats des observations ; ce ballon rendit des services au général Mac-Clellan durant le siège de Richmond.

La guerre de 1870 fit naître de nouveau l'idée d'utiliser les aérostats pour rétablir la communication entre nos places assiégées et l'intérieur du pays. A Metz, on se servit de ballons libres portant des ballots de dépêches qui étaient déposées ensuite au bureau de poste le plus voisin du lieu d'atterrissage, quand celui-ci avait lieu en territoire ami ; mais on n'obtint que des résultats insignifiants. A Paris, on utilisa les ressources considérables de la capitale pour fabriquer des ballons que montèrent de coura-

geux aéronautes, improvisés le plus souvent. Ces engins cubaient 1,200 à 2,000 mètres et étaient gonflés au gaz d'éclairage; ils portaient généralement deux ou trois passagers, des dépêches réduites au poids minimum par une réduction photographique sur papier pelure et, enfin, des pigeons-voyageurs destinés à rapporter les correspondances venant de l'extérieur. 64 ballons furent ainsi lancés du 23 septembre au 28 janvier; ils emportèrent environ 2 millions 500,000 lettres, représentant un poids de 10,000 kilogrammes, et 358 pigeons, sur lesquels 56 revinrent dans la ville assiégée. Sur ces 64 ballons, 2 périrent en mer, 7 tombèrent aux mains de l'ennemi; 12 autres furent pris, mais leurs aéronautes purent s'échapper. La *Ville-d'Orléans*, partie le 24 novembre, à 11 heures du soir, tomba le 25, près de Christiania, ayant parcouru 900 kilomètres en moins de 15 heures.

Depuis ces événements, on s'est préoccupé d'organiser dès le temps de paix le service de l'aérostation militaire; de grands efforts ont été faits dans tous les pays, mais la France a devancé tous les autres, grâce aux travaux d'officiers parmi lesquels il faut citer en première ligne les commandants Renard et Krebs. C'est à Meudon que fut installé le premier atelier de confection de matériel aérostatique, devenu plus tard l'établissement central d'aérostation militaire. L'ensemble du service était dès lors dirigé par des officiers du génie, et les troupes d'exécution appartenaient également à cette arme.

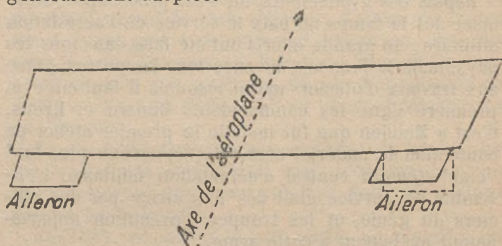
Mais bientôt, aux ballons sphériques, libres ou captifs, qui composaient les parcs militaires de campagne et de place, venaient s'ajouter sinon se substituer entièrement les ballons dirigeables; puis, l'« aviation » recevait sa première application pratique avec les aéroplanes. Le mot **aérostation** devenait trop étroit et faisait place à celui d'**aéronautique**, qu'adoptait officiellement le ministre de la guerre en créant le *Service de l'Aéronautique militaire*. C'est donc aux mots **AÉRONAUTIQUE**, **AVIATION**, **AÉROPLANES**, **BALLONS DIRIGEABLES**, etc..., que l'on trouvera l'exposé des progrès de la navigation aérienne depuis que son domaine et ses applications militaires se sont trouvés si fort agrandis.

**AÉROSTIERS.** *V. ci-dessus* **Aérostation et Sapeurs-Aérostiers.**

**AÉROTECHNIQUE.** — Qualificatif servant à

désigner les établissements ou laboratoires créés en vue de l'étude de l'aérodynamique. Exemple: l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr (V. **Aérodynamique**).

**AILERON.** — Les ailerons sont de petites surfaces additionnelles, mobiles à la volonté du pilote et qui permettent à celui-ci, par une manœuvre appropriée, de faire varier l'action portante de l'air sur l'un ou l'autre côté des aéroplanes, en d'autres termes, de rétablir l'équilibre transversal quand celui-ci est momentanément compromis par une cause quelconque. Les ailerons remplacent sur un grand nombre d'appareils, en particulier sur les biplans, le GAUCHISSEMENT (V. *ce mot*) imaginé par les frères Wright et qui est seul en usage sur les monoplans. Ils sont le plus souvent placés sur le plan supérieur et à ses extrémités; la figure montre la disposition généralement adoptée.



Au repos, les ailerons tombent verticalement; dès que l'appareil se met en marche, la résistance que les ailerons éprouvent de la part de l'air, les rejette en arrière, les soulève et les amène dans le prolongement du plan porteur principal. Examinons quelle va être la manœuvre du pilote, pour tourner, par exemple, vers la droite. Il abaisse l'aileron de droite, et l'amène à la position figurée en pointillé; la réaction que subit à ce moment cet aileron est supérieure à celle qu'il supportait antérieurement. Donc, la partie droite de l'aéroplane va tendre à ralentir et, comme l'aile gauche subit toujours la même réaction que précédemment, l'aéroplane tout entier va tendre à tourner vers la droite. Si, en même temps qu'on abaisse l'aileron de droite, on relève l'aileron de gauche, de façon à le faire attaquer par l'air sur sa face supérieure, ou aidera ainsi à la rotation. Il y a lieu de remarquer que, au moment où l'aile droite tout

entière ralentit, la réaction totale diminue par rapport à celle qu'elle était auparavant. L'aile droite, étant moins soutenue, s'abaisse. Par suite, dans un virage, l'aéroplane est toujours incliné vers l'intérieur du cercle de rotation.

Les ailerons sont utilisés également pour rétablir l'équilibre transversal contre les mouvements de roulis. L'explication est identique à celle qui vient d'être donnée. L'action des ailerons, quel que soit le but dans lequel elle s'exerce, s'accompagne toujours d'une action du gouvernail de direction. En effet, si le pilote désire opérer un changement de direction, il agit sur ce dernier gouvernail ; mais alors, comme il lui faut ralentir le côté intérieur, il est nécessaire qu'il agisse sur les ailerons. De même, si le pilote contrebat un mouvement de roulis, la manœuvre seule des ailerons conduirait à une rotation qu'on évite par un coup de gouvernail de direction.

**AILES.** — Par analogie avec les ailes des oiseaux, on désigne sous ce nom les surfaces portantes des AÉROPLANES (*V. ce mot*).

**ALLONGEMENT.** — On désigne sous le nom d'allongement le rapport qui existe, dans les ballons dirigeables, entre la longueur du grand axe longitudinal et la valeur du diamètre au maître-couple. Il est nécessaire de donner aux CARÈNES (*V. ce mot*) une forme allongée, qui a pour effet de diminuer la résistance à l'avancement ; mais il ne faut pas non plus exagérer outre mesure cet allongement, car, en opérant ainsi, on augmente notablement le frottement de l'air sur la partie arrière du ballon.

Les divers allongements adoptés jusqu'ici sont très différents. En voici quelques exemples :

*La France*, 6. — *Santos-Dumont n° 6*, 5,5. — *Patricie*, 5,8. — *Ville-de-Paris n° 2*, 5,9. — *De la Vaulx*, 5. — *Italia*, 4,75. — *Gross n° 1*, 3,3. — *Gross n° 3*, 5,6. — *Parseval*, 5,86. — *Nulli Secundus*, 3,65. — *Morning Post*, 8,5. — *Clément-Bayard n° 2*, 5,7. — *Zeppelin*, 11.

**ANCRE.** — L'ancre s'emploie surtout à bord des ballons libres et plus spécialement encore à bord des ballons libres militaires français. C'est un engin d'arrêt, constitué par un ou plusieurs grappins analogues à ceux de la marine, que les aéronautes lancent au moment opportun dans un obstacle, où elle mord,

immobilisant ainsi le ballon à l'extrémité de la corde dont elle est munie.

Le premier système d'ancre utilisé pour les ballons fut l'ancre marine ordinaire. Mais cette dernière se montra tout de suite insuffisante, en raison du trop petit nombre de ses grappins, réduits à deux seulement. Aussi chercha-t-on à augmenter le nombre des crocs. Plusieurs dispositifs ont été imaginés : l'ancre Hervé, emportée surtout par les aéronautes civils ; l'ancre-chaine Renard, qui présente un très grand nombre de grappins et peut-être repliée de façon à occuper une place relativement faible ; enfin l'ancre Richard, à trois groupes de grappins, beaucoup moins longue que la précédente, mais, par contre, bien plus solide. Cette dernière est maintenant la seule réglementaire dans le matériel militaire français.

L'ancre est surtout utilisée quand, au moment de l'atterrissage, la vitesse du vent dépasse trente kilomètres à l'heure. Au delà de cinquante kilomètres, l'ancre ne suffit généralement pas à arrêter définitivement un ballon.

Dans l'intervalle des deux vitesses ci-dessus, on peut admettre que, sauf circonstance exceptionnelle, l'ancre ne mord pas dans les terres labourées et à plus forte raison dans les sols plus durs. Aussi ne doit-on jamais lancer l'ancre autre part que dans des arbres, des lisières des forêts, des haies et des clôtures en fil de fer.

En dehors des ascensions libres, on munit toujours les ballons captifs militaires d'une ancre, qui constitue le seul engin d'arrêt dont on disposerait en cas de rupture du câble.

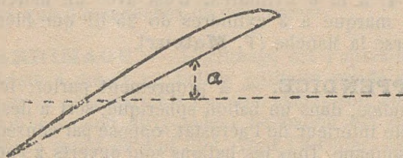
La corde à l'une des extrémités de laquelle est fixée l'ancre a, dans le matériel militaire, 40 mètres de longueur ; l'autre extrémité est accrochée au CERCLE DE SUSPENSION (*V. ce mot*).

Les ballons dirigeables militaires, quand ils effectuent des voyages de longue durée, sont le plus souvent pourvus d'une ancre, qui serait susceptible d'être utilisée soit pour arrêter le ballon, soit pour ralentir sa marche.

Il convient de signaler que l'ancre est un engin presque complètement abandonné par l'aéronautique civile ; son emploi dans l'aéronautique militaire tend aussi à se restreindre, en même temps que se généralise l'emploi de la DÉCHIRURE (*V. ce mot*).

**ANGLE d'attaque.** — Si l'on considère une surface plane se déplaçant dans une certaine direc-

tion, on appelle *angle d'attaque* l'angle  $\alpha$  que fait ce plan avec l'horizontale. Si, au lieu de considérer la surface plane, on prend une surface courbe, qui soit sous-tendue par la corde, intersection du plan précédent avec un plan vertical, l'angle d'attaque reste le même et égal à  $\alpha$ . On conçoit que, dans ce dernier cas, cette définition ne corresponde pas exactement à la réalité, car toutes les surfaces courbes, sous-tendues par la même corde, ont le même angle d'attaque, quelle que soit leur forme. Aussi M. Soreau a-t-il défini l'angle d'attaque comme étant l'angle dont



il faut faire tourner la surface pour passer de la position où elle ne donne aucune sustentation à celle où la sustentation devient efficace.

On démontre mathématiquement qu'un plan qui se déplace horizontalement avec une vitesse infinie possède une force de sustentation infinie. On peut déduire de là, au moins par rapprochement, qu'une surface aura un angle d'attaque d'autant plus petit que sa vitesse de translation sera plus grande. C'est ce qui a lieu dans la réalité. Les aéroplanes rapides volent presque horizontalement, sous des angles d'attaque qui deviennent quelquefois égaux à deux degrés. En général, cet angle varie entre  $2^\circ$  et  $8^\circ$ ; mais les aéroplanes à petits angles d'attaque sont difficiles à conduire, car, naviguant très près de l'horizontale, la moindre fausse manœuvre du pilote les amène au-dessous de l'horizon. Pris par le dessus, l'aéroplane s'incline et tombe.

La variation de l'angle d'attaque peut également servir au pilote à diminuer ou à augmenter la résistance de l'air sur une des ailes de l'appareil (*V. Ailerons et Gauchissement*).

#### **ANTOINETTE (Moteur et Aéroplane).** —

On désigne sous le nom de *moteurs Antoinette*, des moteurs à explosion, d'une très grande légèreté, imaginés par l'ingénieur Levavasseur et qui sont utilisés pour propulser des canots et des aéroplanes (*V. Moteur*).

La maison de construction *Antoinette* a établi en outre des aéroplanes, portant la même dénomination et munis de moteurs de cette même marque (*V. Aéroplanes*).

L'administration de la guerre a acheté, pour son service de l'aviation, un certain nombre de ces aéroplanes.

L'école d'instruction et de pilotage de la Maison Antoinette est située au Camp de Châlons.

**ANZANI (Moteur).** — Les moteurs Anzani sont à 3, 4, 5 et 6 cylindres. C'est avec un moteur de cette marque à 3 cylindres de 25 HP que Blériot a traversé la Manche (*V. Moteur*).

**APPENDICE.** — A proprement parler, le mot appendice, dans un ballon sphérique, sert à désigner le pôle inférieur de l'aérostat, opposé par conséquent à la soupape. Tous les ballons sont ouverts à l'appendice ; cette ouverture porte le nom de « *trou d'appendice* ». A ce trou vient s'adapter une manche dite d'appendice, constituée par un cylindre d'étoffe, qui pend au-dessous du ballon et qui se relie à lui au moyen de « *cercles d'appendice* » en bois. Les rôles de l'appendice et de la manche sont les suivants. Lorsque le ballon s'élève, le gaz intérieur se dilate et tendrait l'étoffe, au point de la faire éclater, si on ne ménageait pas une sortie, qui est précisément l'appendice. Le gaz dilaté sort par le trou d'appendice, remplit la manche qui se gonfle à son tour et, arrivé à l'extrémité de cette dernière, il se répand à l'extérieur. Quand le ballon descend, le gaz se contractant, la manche se ferme par suite de l'excès de la pression extérieure et interrompt ainsi automatiquement la communication entre l'atmosphère et l'intérieur du ballon. La manche joue donc le rôle d'une soupape automatique, d'une très grande sensibilité.

La présence de cette manche a pour effet d'augmenter la pression intérieure ; plus elle est longue, plus cet accroissement de pression est élevé. Avec une manche de 300 mètres, un ballon normal éclaterait au moment où le gaz arriverait à l'orifice de sortie.

La longueur des manches varie avec l'usage auquel on destine le ballon. Elle est plus grande pour les ballons captifs que pour les ballons libres, car ils ont besoin d'une pression intérieure plus forte pour résister aux coups de vent. Le capitaine Do a préconisé l'emploi de ballons libres à manche courte, qui,

ayant à la partie inférieure un orifice béant, jouissent de la propriété de s'équilibrer à toute hauteur, comme les ballons à ballonnet.

Dans les ballons dirigeables, il n'y a pas, à proprement parler, de manche d'appendice : la pression à l'intérieur d'un dirigeable devant être en tous temps supérieur à zéro, de façon à donner au ballon la rigidité qui lui est nécessaire pour naviguer, il faut avoir recours à des soupapes qui sont organisées de manière à ne s'ouvrir que sous une pression déterminée (30 à 40<sup>mm</sup> de pression d'eau). Il n'existe alors que des manches de gonflement.

**ARRIMAGE.** — L'arrimage est l'opération qui consiste à munir un ballon militaire gonflé de tous les agrès nécessaires à des ascensions soit captives, soit libres, soit dirigeables. Le ballon est toujours supposé muni de son filet. Pour l'arrimer, on vient fixer à ce dernier la suspension avec la nacelle et tous les organes accessoires.

L'arrimage est une opération délicate qui exige la surveillance effective d'un officier et, en même temps, le concours d'une équipe spécialement dressée dans ce but, dite équipe des arrimeurs. En général, on prépare à l'avance tous les agrès et dix minutes suffisent alors pour arrimer un ballon en ascension captive.

L'arrimage des ballons dirigeables est une opération très longue et très délicate, qui exige un soin tout particulier et qu'il n'est pas possible, par suite, de recommencer à chaque ascension. Dans ces conditions, on procède à l'arrimage après le gonflement ; puis on laisse le ballon ainsi arrimé pendant tout le temps où il reste gonflé. On vérifie seulement l'arrimage avant chaque ascension.

Par extension, on donne souvent le nom d'*arrimage* à l'ensemble des organes aéronautiques, qui servent à constituer un ballon complètement arrimé.

**ASCENSION LIBRE.** — Lorsqu'un ballon gonflé est abandonné à lui-même avec des aéronautes à son bord, il peut, dans des conditions données, s'élever plus ou moins au-dessus du sol. A partir de ce moment, il se déplace sous l'action du vent : on dit alors qu'il effectue une ascension libre.

Une ascension libre est toujours faite en exécution d'un ordre donné et dans un but parfaitement déterminé. En temps de paix, ce but est la formation de pilotes ; en temps de guerre, les ballons libres

serviraient à établir des relations entre une place forte assiégée et le reste du pays. Profitant d'un temps favorable, ils s'élèveraient à la faveur de la nuit, franchiraient les lignes ennemies et porteraient en territoire ami les correspondances qui leur auraient été confiées. C'est ainsi qu'eurent lieu les ascensions libres, restées célèbres, organisées pendant le siège de Paris, en 1870-71. La pratique des ascensions libres constitue d'ailleurs une excellente école, qui donne l'assurance et le sang froid nécessaires à tous ceux qui pratiquent la locomotion aérienne, sous quelque forme que ce soit. Aussi s'astreint-on, dans l'armée, à exercer tous les officiers appartenant au service de l'aéronautique à la conduite des ballons libres. Ils en retirent une connaissance de l'atmosphère qui leur est utile dans tous les cas. Mais il est essentiel, si l'on ne veut pas courir au-devant du danger, si, d'autre part, on veut acquérir la confiance en soi indispensable à tout aéronaute ou aviateur, de suivre certaines règles précises, qui seront données ci-dessous et qui sont appliquées par les aéroliers militaires : édictées par le colonel Renard, elles ont reçu la sanction d'un nombre considérable d'expériences.

Tout d'abord, l'ordre d'ascension désigne toujours l'officier qui sera le commandant du ballon ; il fixe le but à atteindre et indique quels seront les passagers. Le commandant du ballon est seul maître à son bord, à partir du moment où a eu lieu le départ. Il exécute la mission qui lui a été confiée, en tenant compte des conditions particulières où il peut se trouver placé. En tout cas, il est seul juge et par conséquent seul responsable des manœuvres et du résultat ; les passagers lui doivent l'obéissance la plus absolue et se conforment sans hésitation aux ordres qu'il leur donne. Il répartit les diverses fonctions entre les passagers et garde le plus souvent pour lui le rôle le plus délicat, qui est la manœuvre du lest, ou, d'une façon plus générale, l'observation de l'équilibre vertical du ballon. Si, en dehors du commandant du ballon, il y a à bord deux passagers, l'un d'eux est chargé de faire le point, c'est-à-dire de suivre la route sur la carte ; le second tient le carnet de route, sur lequel il inscrit les hauteurs occupées par le ballon, à des instants donnés, ainsi que les incidents du voyage. Quand le nombre des aéronautes est inférieur à trois, le même passager peut être chargé de la carte et des inscriptions au carnet. Lorsque tous les aéronautes ont connaissance

de la tâche qu'ils auront à remplir, on passe à l'exécution de l'ascension proprement dite. Or, les diverses phases d'un voyage aérien en ballon sphérique peuvent être classées de la façon suivante : préparatifs de départ, départ, navigation normale, descente, atterrissage et retour.

*Préparatifs de départ.* — Ils sont faits par des équipes de manœuvre sous la direction d'un officier, mais sous la surveillance du pilote. Ce dernier, en effet, seul responsable, doit pouvoir disposer de l'arrimage de la façon qu'il juge la plus convenable. Mais, étant donné qu'il y a pour l'arrimage une disposition réglementaire, le rôle du pilote se borne en général à vérifier que cette dernière a été bien observée. Il examine la *corde de DÉCHIRURE* (*V. ce mot*), la corde de soupape, le guide-rope, etc... ; il s'assure que l'on a mis dans la nacelle tous les instruments et tous les objets nécessaires, dont il peut faire l'appel au moyen d'une liste établie à cet effet ; il distribue à chaque passager un baromètre et un couteau. Enfin, il fait monter les passagers dans la nacelle, où il pénètre lui-même. Après quoi, le pilote se fait donner des *sacs de LEST* (*V. ce mot*) qu'il range à l'intérieur. Lorsqu'il juge que la quantité de lest est suffisante, il donne l'ordre de ne plus tenir le ballon. Si celui-ci monte trop vite, il reprend du lest ; si, au contraire, il reste au sol, il rend un certain nombre de sacs, jusqu'au moment où le ballon est en équilibre. A cet instant, après un dernier examen de l'arrimage, il se fait transporter en un point choisi sous le vent, de manière à avoir le plus possible de terrain découvert devant lui ; puis il commande : *Lâchez tout*. Le ballon s'élève et, par suite, le départ commence.

*Départ.* — Pendant toute la période de départ, où l'aérostat est à faible hauteur au-dessus du sol, le pilote doit se tenir prêt à empêcher toute descente, qui, en raison de la proximité du terrain, pourrait devenir dangereuse. Dans ces conditions, il n'est pas possible de se servir d'instruments toujours paresseux, qui donneraient des indications tardives. C'est par l'observation directe que le pilote apprécie si le ballon monte ou descend. A cet effet, il se place face à la route qu'on va suivre et il regarde au loin devant lui. Si l'horizon se découvre, si les parties cachées du terrain apparaissent, c'est qu'on se trouve en mouvement d'ascension ; au contraire, si l'horizon s'abaisse, si des maisons ou des arbres primitivement vus disparaissent, c'est que l'aérostat

descend et il faut jeter immédiatement du lest. Après qu'on s'est établi d'une façon définitive à une altitude suffisante, en général à 200 mètres, on passe à la navigation normale.

*Navigation normale.* — Durant toute cette période, le pilote navigue au BAROMÈTRE et au LEST (*V. ces mots*). On ne s'oppose jamais aux mouvements de montée, car le ballon s'arrête de lui-même, par suite de la perte de force ascensionnelle qui résulte de l'expulsion, par l'appendice, d'une certaine quantité de gaz. Au contraire, il faut arrêter dès le début les descentes, car elles ont toujours comme conséquence de ramener le ballon au sol. La théorie montre en effet qu'un ballon qui descend ne peut pas trouver de zone d'équilibre entre l'altitude où il se trouvait primitivement et le sol. Ce qui caractérise l'état d'équilibre, c'est que le ballon est plein ; s'il descend, le gaz se contracte et le ballon cesse d'être plein pour prendre un aspect particulier qui porte le nom de ballon flasque. Le commandant Voyer a écrit : « Le ballon à l'état flasque oscille comme une balance folle entre la zone de plénitude, d'où il est parti, et le sol, où il aboutira fatalement, si l'aéronaute n'intervient pas. » Or, celui-ci ne peut intervenir qu'en allégeant le ballon par des jets de lest. Il projettera donc hors de la nacelle l'unité de lest correspondant au ballon monté, toutes les fois qu'il sera descendu de 50 mètres ; il répétera cette opération jusqu'à ce que la descente soit *enrayée*. Dès l'instant où le ballon remonte, il continue son mouvement d'ascension, et il ne s'arrête qu'après avoir dépassé l'altitude où il se trouvait antérieurement à la descente. Il en résulte que les zones successives d'équilibre d'un ballon vont sans cesse en s'élevant au fur et à mesure que l'ascension se prolonge. Si on trace le diagramme des positions verticales, on obtient une figure en échelons.

On vient de voir que toute descente entraîne une dépense de lest ; lorsque le pilote n'a plus à sa disposition qu'un certain poids de lest, il doit songer à atterrir et à effectuer pour cela la descente finale. Cette dernière peut d'ailleurs être décidée pour un autre motif que la pénurie du lest : en cas de guerre, l'aéronaute descendra dès qu'il aura atteint le point qui lui a été indiqué pour l'accomplissement de sa mission ; en temps de paix, le pilote pourra descendre, sans attendre la fin du lest, s'il se trouve dans une région favorable, s'il veut atterrir à proximité d'une voie ferrée, ou s'il arrive à peu de distance

de la mer ou d'une frontière. Une fois la descente finale décidée, le pilote attend qu'elle s'amorce naturellement, ou bien, s'il y a urgence, il la provoque en ouvrant la SOUPAPE (*V. ce mot*).

*Descente finale.* — On a vu que si le pilote n'intervient pas, le ballon descendra de lui-même jusqu'au sol ; mais, il y parviendrait souvent avec une vitesse dangereuse, qui entraînerait des accidents. Il est donc essentiel de ne pas laisser la descente dépasser une certaine valeur, qui, chez les aéroliers militaires, est égale à 2 mètres par seconde. Le rôle du pilote, pendant la descente, va donc être de régler cette dernière en se maintenant au-dessous de la vitesse de 2 mètres. Dans ce but, il se fait aider par un passager qui lui indique les instants de passage de la trotteuse d'une montre à secondes en face des divisions 0 et 30 ; il lit lui-même les altitudes correspondantes sur son baromètre. La différence des hauteurs lues aux deux instants considérés lui donne la distance verticale parcourue pendant les 30 secondes écoulées. Si cette différence est inférieure à 60 mètres, la descente se poursuit sans intervention ; si elle est supérieure, le pilote jette du lest. Quelle que soit la hauteur d'où on descend, le ballon arrive ainsi au sol sans avoir jamais dépassé la vitesse de 2 mètres et, à un moment donné, le GUIDE-ROPE (*V. ce mot*) se dépose en partie sur le sol. La longueur de corde qui traîne est d'environ 50 mètres et le ballon se trouve ainsi à naviguer à une altitude voisine de 50 mètres.

*Navigation au guide-rope.* — De même qu'au départ, le ballon, pendant le *guide-ropage*, est trop près du sol pour qu'on puisse se servir du baromètre. Le pilote, placé à l'avant, surveillera son ballon, d'après l'aspect des objets environnants et en se préoccupant d'éviter les obstacles. Si une descente l'amène trop près du sol, il jette du lest ; si, au contraire, le ballon a des tendances à remonter, il faudra ouvrir la soupape de façon à alourdir l'aérostat et à l'empêcher de remonter aux altitudes élevées d'où il est descendu.

La marche au guide-rope se prolonge jusqu'au moment où on parvient à un endroit favorable pour l'atterrissage, ou bien jusqu'à celui où on n'a plus que les 10 kilos de lest qui sont nécessaires pour les dernières manœuvres de l'atterrissage. Quand le pilote a pris la décision d'atterrir, il procède à cette opération, d'après les règles énoncées au mot **ATTERRISSAGE**.

Aussitôt que celui-ci est terminé et que le ballon est mis dans l'impossibilité de reprendre intempes-  
tivement son voyage, les aéronautes, sur l'ordre du  
pilote, quittent la nacelle, le pilote sortant le der-  
nier. Ils procèdent immédiatement au dégonflement  
et au repliement. Leur première préoccupation doit  
consister dans la recherche d'un véhicule, qui trans-  
portera les colis à la gare voisine. Lorsqu'on s'est  
assuré le concours d'un habitant, dans ce but, on  
passe aux manipulations proprement dites.

Si l'on a fait usage du panneau de déchirure, le  
ballon est dégonflé; si, au contraire, on a atterri  
sans se servir de cet organe et qu'une fois à terre,  
on ne veuille pas déchirer le ballon, on laisse partir  
le gaz par l'ouverture du panneau de déclenchement  
de la soupape. Le dégonflement est alors assez lent  
et les aéronautes doivent veiller à ce que l'on ne  
fume pas autour d'eux et à ce que les habitants  
n'approchent pas trop de la soupape, car, l'absorption  
en trop grande quantité du gaz de gonflement peut  
amener des asphyxies très dangereuses.

En général, on constitue trois colis : le ballon, la  
nacelle et l'ancre. Le ballon, une fois dégonflé, est  
souvent séparé de son filet, de façon à présenter,  
une fois replié, un volume moins considérable. Dans  
tous les cas, soit avec filet, soit sans filet, il est  
roulé, de manière à constituer un paquet, que l'on  
entoure d'une enveloppe et d'une bâche.

Les autres agrès : guide-rope, serpent, suspension,  
etc., etc., sont placés en vrac dans la nacelle, qui est  
elle-même recouverte d'une bâche.

L'ancre est pliée, ficelée et mise à part.

Les instruments délicats : baromètres, statoscopes,  
etc., etc., sont pris à la main par les aéronautes.

Les préparatifs étant terminés, il ne reste plus  
qu'à charger les colis sur la voiture et à partir, non  
sans avoir gratifié d'un pourboire les aides à l'atter-  
rissage et indemnisé, s'il y a lieu, les propriétaires  
des terrains, sur lesquels on est descendu. Les tar-  
ifs, d'après lesquels se fait le règlement des in-  
demnités, figurent, pour les aéronautes civils dans  
les indications de leurs clubs, et pour les aéro-  
stiers militaires, au verso même de l'ordre d'ascen-  
sion.

Toute ascension militaire se termine par un compte  
rendu fourni à l'autorité supérieure, relatant les  
particularités du voyage et auquel sont joints une  
carte du chemin parcouru, un diagramme des hau-  
teurs et le carnet de route.

**ASTRA (Ballons et Aéroplanes).** — La Société de construction Astra compte parmi les plus puissantes et aussi parmi celles qui ont fourni le plus grand nombre d'engins aérostatiques au service de l'aéronautique militaire.

Fondée par M. Deutsch (de la Meurthe), cette importante société peut livrer tous les genres de matériel aéronautique : ballons sphériques libres et captifs, ballons dirigeables de tous volumes, et aéroplanes.

La Société Astra possède un type complet de parc de ballon captif, qui a été adopté par un certain nombre de puissances étrangères. Parmi les ballons dirigeables, qu'elle a construits et qui portent d'ailleurs la marque « Astra », il faut citer : la *Ville de Paris* (donné à l'armée) ; la *Ville de Nancy* ; le *Colonel Renard* (militaire) ; la *Ville de Bruxelles* ; la *Ville de Pau*, à bord duquel a été faite l'instruction d'officiers des troupes d'aéronautique ; l'*Adjudant Reau* qui détient actuellement le record du monde de la hauteur avec 2.150 mètres.

Pour la description de ces engins, qui appartiennent tous au type entièrement souple, il conviendra de se reporter au mot : BALLONS DIRIGEABLES. A l'heure actuelle, la Société Astra vient d'entrer en possession du brevet pris par l'ingénieur espagnol Torrès Quevedo pour la construction d'un dirigeable d'un système particulier.

Les parcs et écoles de la Société Astra sont nombreux. Il en existe dans les villes suivantes : Bétheny, près Reims ; Beauval, près Meaux ; Issy-les-Moulineaux et Sartrouville, près Paris ; Pau. Certaines de ces stations aéronautiques pourraient être avantageusement utilisées par les armées en campagne, au moment de la mobilisation.

La Société Astra construit également des aéroplanes Wright modifiés, à une seule hélice et à chariot d'atterrissage avec roues. Elle a entrepris récemment la construction de ces mêmes aéroplanes avec deux hélices, mais en prenant certaines précautions : renforcement des chaînes de transmission et changement périodique de ces chaînes (V. **Aéroplanes**).

**ATTERRISSAGE.** — On désigne sous ce nom l'action, pour un engin quelconque de locomotion aérienne, de revenir au contact du sol, après qu'il en a été momentanément séparé. Chaque sorte d'engin emploie d'ailleurs des moyens différents pour arriver à ce résultat.

Dans les ballons libres, l'aérostat est toujours au

guide-rope depuis un certain temps, au moment où il va atterrir. Plusieurs cas peuvent alors se présenter. Si la vitesse du vent est supérieure à 30 kilomètres et si des habitants se trouvent à proximité du chemin suivi par les aéronautes, ceux-ci peuvent leur demander à la voix, qu'on saisisse le guide-rope et qu'on enroule son extrémité autour d'un arbre. Il ne reste plus alors qu'à faire tirer sur le cordage pour amener la nacelle au contact du sol. L'atterrissage au guide-rope est le plus simple et le plus facile. Mais il n'est pas toujours possible; il faut éviter de l'employer et même empêcher les habitants de saisir l'extrémité de la corde, dès qu'on marche à plus de 30 kilomètres à l'heure. Les personnes, qui essaieraient alors de retenir le ballon, risqueraient en effet d'être entraînées et de recevoir des blessures, dont les tribunaux compétents rendent responsables les aéronautes.

Quand la vitesse du vent est supérieure à 30 kilomètres, les aéronautes ne doivent plus, sauf circonstance exceptionnelle, compter que sur les moyens dont ils disposent à bord. L'ANCRE (*V. ce mot*) qui s'accroche aux haies, arbres et lisières de forêt, permet des arrêts jusqu'à 45 kilomètres de vitesse et même quelquefois, dans des cas favorables, au-dessus. Cet engin, surtout utilisé par les aéroliers militaires, a cessé presque complètement de l'être par les aéronautes civils, depuis que s'est généralisé l'emploi de la DÉCHIRURE (*V. ce mot*).

L'atterrissage à la déchirure consiste, en principe, à provoquer volontairement, dans le ballon, une ouverture assez grande pour que le gaz intérieur puisse s'échapper rapidement. Avec le gaz disparaît la force sustentatrice qui maintient le ballon en l'air et, par suite, celui-ci est obligé de revenir au contact du sol (*V. Déchirure*).

Quel que soit le procédé employé, l'atterrissage est suivi d'un certain nombre d'opérations décrites au mot « ascensions libres ».

Pour les ballons dirigeables, l'atterrissage, si on veut l'effectuer dans de bonnes conditions, nécessite la présence, à l'endroit où on atterrit, d'une équipe de manœuvre, composée d'un nombre d'hommes plus ou moins grand, suivant le volume du ballon et suivant la violence du vent. D'ailleurs, les dirigeables ne viennent en général atterrir qu'en des points déterminés à l'avance, où tout est préparé pour les recevoir. Si un aérostat de ce genre avait à atterrir en dehors de son hangar, il ne pourrait guère le

faire, *sans avaries*, que si le vent n'était pas violent et s'il disposait du secours des habitants. Les exemples d'atterrissages forcés de ballons dirigeables montrent que, dans le cas où ces engins sont complètement abandonnés à eux-mêmes, l'opération de l'atterrissage ne va jamais sans quelque incident. D'ailleurs, c'est en vue de remédier à cet inconvénient et pour que les aéronautes aient à leur disposition un secours immédiat que l'on fait suivre les dirigeables militaires par des automobiles, montées par des aéroliers, lesquels ont précisément pour mission de venir en aide au ballon et, une fois l'atterrissage effectué, de procéder au **CAMPMENT** (*V. ce mot*).

Abstraction faite de ces cas particuliers, pour lesquels il ne peut être donné de règles fixes, lorsqu'un dirigeable arrive au point où il doit atterrir, il annonce son arrivée par des coups de sirène, si cette arrivée n'a pas encore été signalée. L'officier qui commande à terre fait disposer ses hommes par paquets de 5 à 6, en des points choisis à l'avance et de façon à former un polygone d'assez grande étendue dont les sommets sont constitués par les équipes. Le pilote, qui voit ou connaît la disposition, manœuvre d'abord de manière à placer son ballon pointé au vent; puis, il remonte le courant aérien en ayant soin de parcourir le polygone suivant une diagonale passant par le centre. Au moment où il se trouve avoir légèrement dépassé celui-ci, il *largue* son guide-rope, qui vient tomber sur le sol où les diverses équipes se précipitent pour le saisir. Dès que les hommes qui sont à terre ont saisi le cordage, ou même un peu auparavant, le pilote fait débrayer les hélices, tout en conservant le moteur en marche. Les équipes de terre doivent se placer de façon à ce que leur traction s'exerce dans le plan du vent. Le pilote surveille de la nacelle l'équilibre du ballon; au cas où des rabattements le ramènent trop près du sol il jette du lest et il *largue* en même temps le **SERPENT** (*V. ce mot*). Si les hommes lâchent le guide-rope, il remet les hélices en marche pour lutter contre le vent et se placer dans une position favorable. Dès qu'il s'est assuré que le ballon sera solidement maintenu, il arrête le moteur, pendant que les servants tirent sur le guide-rope et ramènent ainsi vers le sol la nacelle. Aussitôt que celle-ci peut être saisie, les hommes la prennent, avant qu'elle touche le terrain, afin d'éviter, s'il y a lieu, des chocs trop violents.

Le procédé employé avec les aéroplanes pour

reprendre le contact avec le sol est tout différent du précédent. Cette sorte d'appareils ne peut en effet compter que sur ses propres moyens, et le pilote ne saurait songer à trouver une aide quelconque de la part des personnes restées sur le sol.

Tout d'abord, de même que pour les dirigeables, les aéroplanes ne sont susceptibles d'atterrir que sur certains terrains suffisamment découverts et ne présentant pas d'obstacles. Lorsqu'un aviateur a fait choix de ce terrain, choix d'ailleurs déterminé en général à l'avance, il dispose de deux procédés d'atterrissage, qui consistent à descendre soit avec moteur allumé, soit avec moteur éteint. Examinons ce qui se passe dans chaque cas.

Avant l'instant où l'aviateur a décidé l'atterrissage, il se déplaçait horizontalement à une certaine hauteur, avec un certain ANGLE D'ATTAQUE (*V. ce mot*) et, par suite, à une certaine vitesse de régime correspondant à l'angle d'attaque donné. Pour descendre, il faut qu'il modifie une des trois conditions précédentes et en particulier l'une des deux dernières, la première devant être précisément la conséquence de celles-ci. Mais puisqu'il ne veut pas toucher à son moteur, il va lui falloir changer son angle d'attaque, résultat auquel il arrive en agissant sur les *plans de profondeur*. A cet effet, il manœuvre le levier spécial qui actionne ces plans et qui leur fait prendre une position convenable correspondant à la descente. Aussitôt l'aéroplane tout entier s'incline, prend un nouvel angle d'attaque, et un régime permanent correspondant à une nouvelle vitesse, plus grande que celle du régime de déplacement horizontal, s'établit pendant que l'appareil tout entier se rapproche du sol. Si le pilote laissait ainsi son aéroplane, sans modifier quoi que ce soit à sa position, il arriverait au sol sous un angle beaucoup trop considérable, et il lui serait en général impossible d'atterrir sans choc violent. Aussi, dès que l'engin arrive à une hauteur assez faible au-dessus du sol (30 à 40 mètres environ) l'aviateur agit à nouveau sur les plans de profondeur pour augmenter l'angle d'attaque, diminuer par suite la vitesse, et en même temps rapprocher l'aéroplane de la position horizontale. Celui-ci peut alors continuer sa marche presque parallèlement avec le sol, sur lequel il finit par venir se poser tangentiellement et continue à rouler pendant un temps plus ou moins long, jusqu'à ce que le moteur ait été définitivement arrêté.

D'une façon générale, il est rare que les aviateurs

descendent avec leur moteur marchant à pleine puissance ; le plus souvent, ils étranglent partiellement les gaz, de façon à diminuer l'action du moteur, ce qui les conduit, du reste, pour maintenir leur vitesse, à diminuer leur angle d'attaque et par suite à augmenter l'inclinaison de l'appareil.

Si, comme cela se pratique souvent à l'heure actuelle, on étrangle entièrement les gaz, ce qui a pour résultat d'éteindre le moteur, on arrive alors à descendre en *vol plané*, lequel s'effectue dans un angle d'attaque très faible.

Enfin, si on diminue de plus en plus ce dernier, la descente s'effectue en se rapprochant de la verticale et on obtient le *vol piqué*, dont l'usage ne va pas sans quelques difficultés et sans quelques accidents.

**AUTO-BALLON.** — Synonyme de ballon dirigeable et de ballon automobile. On se sert de cette dénomination pour désigner, d'une façon plus spéciale, des dirigeables facilement démontables, susceptibles d'effectuer des voyages qui en font de véritables automobiles aériens. Tels sont les petits dirigeables militaires et de sport de la Société *Zodiac* (V. **Ballons dirigeables**).

**AUTOPLAN.** V. **Pishoff (Aéroplane)**.

**AVIATION.** — L'aviation est la partie de la science aéronautique qui a trait aux appareils « plus lourds que l'air ». Quelque paradoxal que puisse paraître une semblable affirmation, l'aviation est plus ancienne que l'aérostation. De tous temps, l'homme a, en effet, cherché à imiter les oiseaux, et si les tentatives faites jusque dans ces dernières années n'ont abouti à aucun résultat, il n'en est pas moins vrai qu'elles ont précédé de beaucoup les ballons, c'est-à-dire les appareils plus légers que l'air. Ceux-ci ont néanmoins pu se développer et se perfectionner bien avant les premiers, parce que les progrès des sciences se sont portés surtout de leur côté. Actuellement, il semble que ce soit le contraire qui se produise et, alors que les dirigeables sont stationnaires, les engins d'aviation, au contraire, se développent et se perfectionnent tous les jours.

À quelque point de vue que l'on se place, militaire ou scientifique, il faut distinguer trois sortes d'appareils d'aviation, qui sont : les *ornithoptères*, les *hélicoptères* et les *aéroplanes*. Nous allons indiquer les principales propriétés de chacune de ces catégories.

Les *ornithoptères* (autrefois désignés sous le nom d'orthoptères) se proposent de réaliser le problème de la locomotion aérienne, en imitant le vol de l'oiseau, par le battement d'ailes appropriées. On se heurte, dans la recherche et la construction de ces engins, à des difficultés d'ordre mécanique très considérables. En outre, il y a, à l'origine même de cette conception, une erreur théorique qui suffirait, à elle seule, à faire renoncer à cette idée. On admet, en effet, que les oiseaux se soutiennent dans l'air uniquement grâce aux battements de leurs ailes; or, il n'en est rien. Si l'oiseau assure la sustentation grâce aux déplacements verticaux de ses ailes, il ne la leur doit qu'en partie, on peut même dire en très faible partie, car l'énergie dépensée par l'oiseau est surtout utilisée à provoquer son déplacement horizontal, qui, à son tour, détermine la sustentation.

Il y a donc là un double phénomène, plus compliqué qu'on ne pourrait le supposer tout d'abord et qu'il est difficile, sinon impossible de réaliser mécaniquement, au moyen d'un seul organe, qui a, ainsi, besoin d'être à la fois propulseur et sustentateur. En fait, bien que cette conception ait séduit un grand nombre d'inventeurs, elle n'a, jusqu'ici, donné absolument aucun résultat.

Les *hélicoptères* procèdent, au contraire, d'une idée théoriquement exacte et qui, en définitive, n'est pas autre chose que le dédoublement déjà signalé du vol de l'oiseau. Nous venons, en effet, de voir qu'un organe unique est impuissant à assurer en même temps le soutien dans l'air et la marche en avant. Avec les hélicoptères, on utilise des *hélices* pour élever l'appareil : ce sont les hélices *sustentatrices*, et on le déplace à l'aide des hélices *propulsives*. Il y a donc deux appareils distincts, et qui fonctionnent indépendamment l'un de l'autre.

Au point de vue militaire, l'hélicoptère serait un engin parfait. Il possède, en effet, la propriété de pouvoir s'immobiliser sur la verticale d'un point, pendant un temps aussi long qu'il est nécessaire. On conçoit combien, dans de telles conditions, l'observation est rendue facile, puisqu'on peut régler à volonté la durée du stationnement de l'appareil sur un endroit déterminé. Les renseignements peuvent donc être pris sans aucune peine et avec toute la sûreté désirable.

Malheureusement, l'hélicoptère est difficile à réaliser dans la pratique. Jusqu'ici, la qualité des hélices sustentatrices n'a pas été suffisamment améliorée pour

obtenir une sustentation satisfaisante. Le colonel Renard a construit un petit hélicoptère qui s'est élevé d'une hauteur égale à un mètre. De son côté, M. Breguet a également réalisé un appareil de plus grand modèle, qui s'est détaché du sol. Mais ce ne sont là que des essais pratiquement sans résultats. L'hélicoptère qui monte est encore à trouver, et il ne faut pas se dissimuler qu'avant de l'obtenir, on aura à vaincre de très grandes et très nombreuses difficultés.

Reste l'*aéroplane*, qui est pour le moment le héros du jour. A quoi tient sa supériorité et comment a-t-il été permis d'obtenir avec cet appareil ce qui, jusqu'à présent, a été refusé aux autres ? La cause en est dans ce fait que l'aéroplane utilise, pour se maintenir, un phénomène simple, connu dès la plus haute antiquité. On a su de tout temps que l'air en déplacement horizontal est susceptible de soulever certains corps pesants et l'expérience a montré que, durant les tempêtes violentes, des objets, qui paraissent, en raison de leur poids, invariablement rivés au sol, avaient été enlevés et transportés à des distances souvent considérables. Il en résulte que l'air, dès qu'il est en mouvement, acquiert une certaine force sustentatrice, d'autant plus grande que la vitesse est elle-même plus élevée. Mais on conçoit que, au point de vue du problème de la locomotion aérienne, il n'est pas possible de s'en tenir à cette simple constatation. On ne saurait admettre que des appareils soient obligés d'attendre un vent favorable pour se faire enlever, d'autant plus que la direction de ces mêmes appareils ne serait pas assurée. Il faut donc modifier ces conditions, ce qu'il est d'ailleurs facile d'obtenir, en renversant les rôles : au lieu d'attendre le vent, il n'y a qu'à le créer, en déplaçant l'appareil lui-même dans l'air au repos. Le vent relatif que l'on détermine ainsi possède les mêmes propriétés sustentatrices que le vent réel et il est, de plus, à la volonté des pilotes. Le seul problème à résoudre est celui de la propulsion, puisque, suivant une expression imagée, mais très exacte, « la sustentation est une fleur qui naît de la vitesse ». Ainsi posée, la question se simplifie : il ne s'agit plus maintenant que de munir les appareils aéroplanes d'organes moto-propulseurs assez puissants pour que la réaction de l'air sur des plans appropriés détermine la sustentation. Ces considérations simplifiées suffisent à montrer non seulement quel sera le mécanisme du déplacement, mais aussi quelles seront les dispositions essentielles de l'aéroplane. Cet appareil comprendra : des surfaces dites

portantes, sur lesquelles s'exercera la réaction de l'air, laquelle engendrera la sustentation ; un système de moto-propulsion composé d'un moteur et d'un propulseur qui, à l'heure actuelle, est toujours une hélice ; enfin des organes accessoires destinés à assurer la direction et la stabilité tant transversale que longitudinale (V. **Aéroplane**).

Il résulte de ce qui vient d'être dit qu'un aéroplane ne peut se soutenir qu'en se déplaçant. L'expérience montre que, plus la vitesse de déplacement est grande, plus la force sustentatrice est elle-même élevée, celle-ci variant comme le carré de la vitesse. Il est donc naturel que l'on cherche à accroître cette dernière. Dans ces conditions, le pilote est dans l'obligation de se consacrer presque exclusivement à la conduite proprement dite de l'aéroplane, laquelle nécessite toute son attention, tant au point de vue de la direction horizontale qu'à celui de la stabilité, qui est constamment compromise. On conçoit que, dans ces conditions, le pilote ne puisse faire qu'imparfaitement de l'observation ou recueillir des renseignements précis. Comme conséquence, étant donné que l'aéroplane est avant tout un engin de découverte, l'appareil militaire doit être à plusieurs places, pour, au moins, un pilote et un observateur. Enfin, si l'on tient compte de ce fait que l'aéroplane militaire doit également pouvoir transmettre au commandement les résultats de son voyage dans le moindre délai possible et sans être pour cela obligé de revenir à son point de départ, on est conduit à envisager la possibilité d'adjoindre au pilote et à l'observateur précédents un troisième passager chargé de la transmission des renseignements. Ce dernier résultat ne peut évidemment être obtenu qu'au moyen d'appareils de télégraphie sans fil. Au total, donc, la machine volante militaire normale devra pouvoir emmener à son bord trois passagers. Est-ce à dire qu'il faille pour cela renoncer aux aéroplanes à une place, si peu encombrants et actuellement beaucoup mieux connus que les aéroplanes, forcément plus gigantesques, susceptibles d'enlever trois passagers ? Evidemment non. Chacune de ces catégories d'engins aura à remplir un rôle particulier, et à assurer dans une guerre des emplois différents. Le MONOPLAN (V. *ce mot*), plus léger, d'un transport plus facile pourra être mis à l'avant-garde comme engin de reconnaissance à rayon d'action limité, ayant également un but déterminé. Le pilote n'aura ainsi qu'à porter son attention sur le terrain, seulement pendant un temps assez court

et au moment même où il parviendra à l'endroit précis qui lui aura été fixé. Aussitôt sa mission accomplie, il rejoindra son poste, avec les renseignements recueillis. Il s'agira donc de reconnaissances rapides, qui pourront d'ailleurs être renouvelées et se porter sur plusieurs points. Les officiers auxquels seront confiées de semblables missions ne devront pas être seulement de bons pilotes, mais aussi de bons observateurs militaires parfaitement entraînés. Or, ce sont là des qualités que l'on ne trouvera pas toujours réunies chez le même homme, et il n'est pas douteux que le nombre des aviateurs aptes à ce double emploi ne sera pas élevé. En tout cas, même quand on aura affaire à de semblables aptitudes, il sera bon de ne pas leur faire exécuter de trop longs voyages, nécessitant une attention constante, qui finirait par fatiguer et par enlever ses moyens à l'aviateur. Enfin, on n'oubliera pas que la moindre panne mettra ce dernier dans l'impossibilité de rapporter les résultats recueillis.

Le besoin d'augmenter le rayon d'action et la force portante est d'ailleurs si impérieux, qu'on a été amené à organiser dans notre pays un concours d'aéroplanes, qui s'est ouvert le 1<sup>er</sup> octobre 1911 et qui est destiné à fournir les grands appareils dont l'armée a un besoin absolu et pressant. Les conditions auxquelles doivent satisfaire ces appareils, ainsi que les caractéristiques générales qu'ils ont à présenter sont énumérées à l'article AÉROPLANE (*V. ce mot*). Il résulte de ce qui précède que les appareils d'aviation militaire seront de deux sortes : les premiers, du genre monoplan, à une place, serviront aux reconnaissances à faible portée ou tout au moins aux reconnaissances ayant un but parfaitement précis ; les seconds, qui paraissent devoir être des multiplans, seront employés aux grands voyages pour des recherches d'ensemble. En un mot, les monoplans sont des instruments tactiques, les multiplans, des instruments stratégiques.

Mais il ne suffit pas d'avoir des appareils. Il faut que ceux-ci soient montés, c'est-à-dire qu'on ait à sa disposition des pilotes habiles, possédant un entraînement suffisant, nécessité par les difficultés nombreuses que présentent les voyages aériens.

En France, le recrutement des pilotes aviateurs se fait sur l'ensemble de l'armée. Les officiers qui désirent recevoir l'instruction de pilote adressent une demande à la direction de l'arme (ministère de la guerre) à laquelle ils appartiennent. Cette demande est transmise par la voie hiérarchique et reçoit, en

temps voulu, dans l'ordre où elle parvient, la suite qu'elle comporte. Les officiers désignés sont convoqués à Versailles aux SAPEURS-AÉROSTIERS (*V. ce mot*), où ils suivent un stage à la fois théorique et pratique, au cours duquel ils exécutent des ascensions libres et suivent les divers exercices aéronautiques. Le stage terminé, ces mêmes officiers sont répartis dans les divers centres d'aviation, soit civils, soit militaires, où ils reçoivent alors l'instruction de pilote proprement dit.

Un officier peut, du reste, à un moment quelconque, quitter le service de l'aviation et réintégrer son arme d'origine, soit qu'il n'ait pas les aptitudes voulues, soit que, pour un motif quelconque, il renonce à servir dans les troupes aéronautiques.

Des officiers de marine et des troupes coloniales suivent, en outre, l'instruction de pilote aviateur, en attendant que la marine et les colonies aient à leur tour procédé à une organisation définitive de ce service.

Bien que l'aviation militaire, dont le créateur est le général Roques, directeur du génie au ministère de la guerre, actuellement inspecteur permanent de l'aéronautique militaire, n'ait encore derrière elle qu'un passé assez court, elle n'en compte pas moins déjà des pages glorieuses et malheureusement aussi des victimes.

Le premier officier désigné pour l'aviation fut le lieutenant du génie Camerman, qui, monté sur l'aéroplane biplan Henri Farman, a exécuté de nombreux et difficiles voyages aériens. En particulier, cet officier a effectué le voyage Mourmelon-Versailles, pris part au circuit de l'Est organisé par le journal le *Matin*, et enfin remporté, avec le capitaine du génie Hugoni, le prix Lazare Weyler (340 kilomètres en circuit fermé). Le lieutenant Féquant et le capitaine Marconnet réussissaient également, à l'origine même, le raid Mourmelon-Vincennes. D'autres encore sont venus après eux, qui ont étonné la France et le monde entier par leurs prouesses et leur audace. Le capitaine d'artillerie Bellenger, sur monoplane Blériot, a accompli le voyage aller et retour de Paris à Pau, sans parler d'un grand nombre d'autres raids, ainsi que de ses évolutions très remarquées aux grandes manœuvres de 1910. Le lieutenant de cavalerie de Rose, l'enseigne de vaisseau Conneau, sont venus à leur tour de Pau à Paris ; le sous-lieutenant du génie Ménard, dont on ne peut plus admirer les prouesses, qui tente en ce moment le tour complet de France sur

son biplan Farman. D'autres encore, les lieutenants Ludmann, Princeteau, de Malherbe, le capitaine Etévé qui ont à leur actif des raids très remarquables.

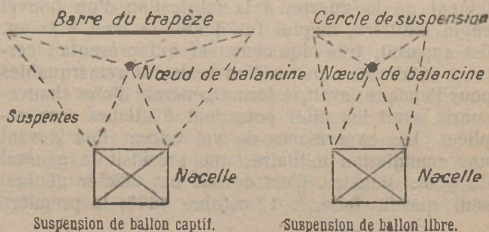
A côté de ces gloires, il y a aussi les tristesses des deuils que l'aviation a semés dans l'armée. Le capitaine d'artillerie Ferber fut en 1909, à Boulogne-sur-Mer, la première victime. Puis vinrent : le capitaine d'artillerie Madiot, mort à Douai le 23 octobre 1910 ; le lieutenant de cavalerie de Caumont tué à Saint-Cyr le 31 décembre 1910 ; le lieutenant de vaisseau Byasson, tombé à Coignières le 14 avril 1911 ; le capitaine du génie Tarron, qui fut précipité de son appareil le 18 avril 1911, au moment où il atteignait le but, après un très beau voyage d'Orléans à Villacoublay ; le lieutenant P. Dupuis, mort le 18 mai 1911, à Reims ; le lieutenant de cavalerie Princeteau, tué le 18 juin 1911 à Issy-les-Moulineaux ; le lieutenant d'artillerie coloniale Truchon, mort au camp de Châlons le 29 juin 1911 ; mais, plus tragique encore pour l'aviation militaire, a été la journée du 2 septembre 1911, qui a vu tomber au champ d'honneur, et presque à la même heure : à Vanvillé, près de Nangis, sur la route de Paris à Bâle, le capitaine du génie Camine, et à Mont-de-Rigny, près de Nogent-sur-Seine, le lieutenant de Grailly, qui, l'un et l'autre se rendaient aux manœuvres d'aviation de l'Est. On peut ajouter à ces noms celui du lieutenant de réserve Bague, qui a péri le 7 juin 1911 en Méditerranée, alors qu'il tentait pour la seconde fois la traversée de Nice en Corse.

**AVION.** — Le premier aéroplane militaire qui ait été réalisé en France, date de 1897. Il fut construit sur les plans de l'ingénieur Ader. Ce dernier, après avoir, par ses propres ressources, réalisé deux appareils qui auraient volé, l'un le 9 octobre 1890 sur 50 mètres, l'autre en août 1891, au camp de Satory, près Versailles, sur une longueur de 100 mètres environ, travailla, sous le couvert du département de la guerre, à la fabrication d'un nouvel engin militaire, auquel fut donné le nom d'*Avion*. Cet appareil, très bien conçu et qui présentait certains détails de construction vraiment remarquables pour l'époque, avait la forme générale d'une chauve-souris, dont les ailes pouvaient d'ailleurs être repliées. Les expériences de vol eurent lieu devant une commission militaire, que présidait le général du génie Mensier. C'est devant cet officier général seul, que fut faite, le 12 octobre 1897, la première

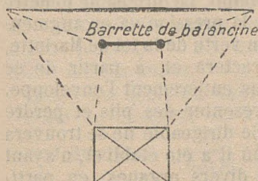
tentative. Les résultats furent si satisfaisants que le général Mensier convoqua la commission pour le 14 octobre 1897. A cette date, l'avion d'Ader décrit un cercle au cours duquel les roues quittèrent le sol sur un parcours de 300 mètres. Malheureusement, l'avion fut endommagé à l'atterrissage et, malgré les efforts du général Mensier, les essais furent interrompus par ordre du ministre de la guerre. Depuis ce moment, le vol du 14 octobre 1897 a donné naissance à de vives et nombreuses controverses. On a essayé de contester à Ader la gloire d'être le premier homme qui ait quitté le sol sur un appareil plus lourd que l'air. Néanmoins, d'après les affirmations du général Mensier et du lieutenant du génie Bénét, il est désormais acquis que l'avion, s'il a été dépassé depuis, est bien le premier aéroplane qui se soit réellement envolé par ses propres moyens.

**BALANCINE.** — La figure géométrique constituée par le triangle est une figure indéformable, même quand les côtés sont formés de cordages souples, à condition que les forces, appliquées respectivement aux sommets, passent toujours entre les deux autres sommets. Cette propriété connue a été appliquée pour la première fois par l'ingénieur Dupuy de Dôme dans le dirigeable qu'il fit construire au moment du siège de Paris. Les *SUSPENTES* (*V. ce mot*) étaient réparties suivant des réseaux triangulaires, lesquels avaient un sommet commun qui porte le nom de balancine.

Dans les ballons sphériques militaires et dans les dirigeables, la rigidité et l'indéformabilité du système de suspension sont une condition indispensable de sécurité. Aussi s'astreint-on à avoir des réseaux triangulaires avec balancine. Le colonel Renard a construit pour les ballons libres et captifs des suspensions de ce système qui sont représentées schématiquement dans les figures ci-après (*V. aussi Suspension.*)



Le nœud de balancine intérieur offre l'inconvénient de gêner les mouvements de l'aéronaute, dont la tête se trouve précisément à la hauteur des nombreux cordages qui convergent au nœud de balancine. Cet inconvénient est devenu, dans ces derniers temps, d'autant plus grave, que les aérostiers militaires se sont adonnés davantage à la téléphotographie, laquelle nécessite l'emploi, à bord des nacelles, d'appareils lourds et encombrants. Il était donc nécessaire de donner aux aéronautes une plus grande liberté de mouvements, sans pour cela changer les propriétés de la suspension. Dans la nouvelle suspension militaire, le capitaine Do a simplement remplacé le nœud de balancine par une barrette en bois, dont les extré-



Nouvelle suspension militaire  
de ballon captif.



Nouvelle suspension militaire  
de ballon libre.

mités deviennent les sommets des réseaux triangulaires. Comme le montrent les figures, la présence de la barrette a pour résultat de dégager l'intérieur de la nacelle, ce qui laisse plus de champ libre aux aéronautes. En outre, l'indéformabilité du système de suspension reste très sensiblement la même dans la suspension du capitaine Do et dans celle du colonel Renard.

Pour les dirigeables, le nombre des nœuds de balancine est plus considérable ; ils sont répartis le long et au-dessous de l'enveloppe, dans les conditions indiquées à l'article RALINGUE. (*V. ce mot.*)

**BALLONNET.** — Comme son nom l'indique, le ballonnet n'est pas autre chose qu'un petit ballon, lequel est placé à l'intérieur du grand ballon proprement dit. Le fonctionnement de cet organe, que l'on trouve dans certains ballons sphériques, mais qui est essentiel dans les dirigeables du système souple, est le suivant.

Soit un ballon dirigeable qui, au départ, est entièrement rempli de son gaz de gonflement ; à ce moment, le ballonnet, en étoffe souple, est entièrement vide et se trouve complètement appliqué contre

l'enveloppe du ballon. Lorsque ce dernier s'élève, il pénètre dans des couches d'air dont la pression va en diminuant ; par suite, en vertu de la loi de Mariotte, le gaz intérieur se dilate et tend de plus en plus l'étoffe extérieure. A l'instant où la pression intérieure atteint une certaine valeur, généralement 40 millimètres de hauteur d'eau, les SOUPAPES (*V. ce mot*) s'ouvrent et du gaz est évacué à l'extérieur. La sortie de ce gaz fait tomber la pression et empêche l'éclatement. Il en est toujours ainsi, tant que le ballon s'élève ou reste horizontal, le gaz continuant toujours à tendre suffisamment l'enveloppe pour lui conserver la rigidité nécessaire.

Mais si le ballon vient à descendre, le phénomène inverse du précédent se produit. Le dirigeable pénètre dans des couches d'air où la pression va en augmentant ; par suite, toujours en vertu de la loi de Mariotte, le gaz intérieur se contractera et, à partir de ce moment, il ne remplira plus entièrement l'enveloppe. Cette dernière va donc présenter des plis et perdre ainsi sa forme primitive ; le dirigeable ne se trouvera plus dans les conditions où il a été établi et, n'ayant plus la même forme, ses divers organes, en particulier les cordages, travailleront d'une façon anormale et pourront même se rompre sous des efforts pour lesquels ils n'ont pas été calculés. La sécurité n'existera plus pour les aéronautes et elle ne pourra être rétablie que si on trouve le moyen de redonner au ballon sa forme primitive. Pour cela, il suffirait, si c'était possible, d'introduire une quantité de gaz de gonflement égale à celle qui a été évacuée. Toutefois, jusqu'ici, on n'a pas trouvé le moyen d'emporter, à bord même du ballon, du gaz destiné au ravitaillement. On ne peut alors faire appel qu'au seul gaz dont on dispose en tous lieux, c'est-à-dire à l'air ambiant. Mais, si on envoyait cet air dans le ballon même, il se mélangerait au gaz et diminuerait à tout jamais sa force ascensionnelle. Il faut éviter cet inconvénient très grave, et on y arrive en envoyant l'air non pas dans le grand ballon, mais dans le ballonnet intérieur, d'où il sera possible de l'expulser, une fois à terre, en lui substituant dans le grand ballon du gaz pur, qui, au lieu de diminuer la force ascensionnelle, ne pourra, au contraire, que l'augmenter. Le ballonnet est donc, en résumé, un organe dans lequel on insuffle de l'air au cours d'une ascension, de façon à conserver au ballon la permanence de sa forme, propriété indispensable sans laquelle aucun dirigeable ne pourrait exister.

L'insufflation de l'air se fait au moyen d'un ventilateur, actionné par le moteur même du ballon. Cependant, comme il est nécessaire qu'en cas de panne du moteur, le fonctionnement du ventilateur soit assuré malgré tout, on dispose, en général, d'une commande de fortune à bras.

Le volume du ballonnet et le débit du ventilateur ne peuvent pas être quelconques.

Si l'on désigne par  $V$  le volume du ballon, par  $h$  la hauteur maximum qu'on atteindra, il faut, si l'on veut que la permanence de la forme puisse être réalisée en tout temps, que le volume  $V$  du ballonnet soit au moins égal à  $\frac{Vh}{8.000}$ . Pour un croiseur aérien de 8.000 mètres cubes, qui doit pouvoir monter à 2.000 mètres,  $V$  ne doit pas être inférieur à 2.000 mètres cubes.

Quant au débit du ventilateur, en admettant une vitesse de descente de 2 mètres à la seconde, il devra être égal à  $\frac{2V}{8.000}$ ; pour le cas précédent, ce débit sera de 2 mètres cubes par seconde, soit 7.200 mètres cubes à l'heure.

Il y a, le plus souvent, plusieurs ballonnets dans un même ballon; chacun d'eux est cloisonné (*V. Cloisonnement*) de façon à limiter les déplacements de la masse d'air variable qu'ils renferment. Enfin, les ballonnets sont munis de SOUPAPES (*V. ce mot*) pour l'évacuation de l'air, une fois le dirigeable revenu au sol.

Les ballons dirigeables à carcasse rigide, étant de ce fait invariables de forme, n'ont jamais de ballonnets; seuls les dirigeables souples en sont obligatoirement munis.

Quant aux ballons sphériques, ils n'en sont généralement pas pourvus. Toutefois, il convient de citer les ascensions faites en 1903-1904 par le comte de la Vaulx, avec un ballon muni d'un ballonnet. Les ballons de ce genre acquièrent, par suite de la présence du ballonnet, la propriété de choisir leur zone d'équilibre et par suite de navigation. Si donc, il existe à une certaine hauteur un courant d'air ayant une direction favorable, l'aéronaute, grâce à une manœuvre appropriée, pourra s'y établir et marcher ainsi dans la direction qu'il désire. C'est grâce à cette faculté que le comte de la Vaulx a pu, en s'établissant à 800 mètres, franchir, à la date du 26 septembre 1903, le détroit du Pas-de-Calais. Toutefois,

la présence du ballonnet exige celle, dans la nacelle, d'un ventilateur encombrant et dont la manœuvre est assez pénible. Aussi l'usage de cet organe ne s'est-il pas généralisé.

Dans les ballons captifs, le ballonnet, quand il en existe, se remplit sous l'action du vent. Le ballon conserve ainsi beaucoup mieux sa forme sphérique et résiste également mieux au vent. Le ballon captif français de siège et le *Drachen-Ballon* allemand sont munis également de ballonnets.

**BALLONS dirigeables.** — C'est en 1884-1885 que les capitaines Renard et Krebs ont fait les premiers essais de direction des ballons, qui aient été couronnés de succès, avec la *France*, aérostat de forme allongée (50 mètres de long, 8 mètres de diamètre), mû par une hélice qu'actionnait un moteur électrique et muni de gouvernails. Depuis cette époque, la locomotion aérienne, dans ce genre d'appareil, a fait des progrès considérables et on peut même dire que cette question, qui était autrefois réservée à une élite, est devenue maintenant du domaine public. De nombreux dirigeables, de tous systèmes et de toutes dimensions, ont sillonné les airs dans différents pays, l'Allemagne comprise, et il importe, surtout au point de vue militaire, d'être fixé sur leur valeur.

Tout d'abord, quelle classification faut-il établir de tous ces engins? Jusqu'ici, on a pris l'habitude de dire qu'il existait trois catégories de ballons dirigeables, à savoir : les dirigeables rigides, les semi-rigides et les dirigeables souples. Ainsi que l'a établi le commandant Voyer, cette distinction est défectueuse. En effet, elle s'appuie, pour établir une classification entre les aérostats, sur des propriétés différentes : ainsi, les dirigeables rigides réalisent la permanence de la forme au moyen d'une carcasse rigide, au sens propre du mot ; au contraire, les dirigeables souples obtiennent ce même résultat par l'emploi d'un organe auxiliaire appelé BALLONNET (*V. ce mot ci-dessus*) ; quant aux dirigeables semi-rigides, ils ne se différencient de ces derniers que par l'interposition, entre le ballon et la nacelle, d'un système rigide destiné à servir de liaison. Par suite, du fait qu'ils réalisent la permanence de la forme par le même procédé que les dirigeables souples et que, d'autre part, cette propriété sert de base à la classification, ils doivent entrer dans la même catégorie que ces derniers. De sorte que, conformément aux idées du commandant

Voyer, nous dirons qu'il existe deux sortes de ballons dirigeables, qui se distinguent par la façon dont ils assurent l'indéformabilité de l'enveloppe, laquelle est une condition indispensable de l'existence du ballon. Ce sont : les dirigeables à carcasse entièrement rigide, en métal ou en bois, et les dirigeables souples, dans lesquels l'enveloppe est maintenue rigide, grâce à une carcasse intérieure. Nous créerons parmi les dirigeables souples, deux sous-catégories qui sont :

a) Les dirigeables entièrement souples, c'est-à-dire à nacelle seule construite en matériaux rigides ;

b) Les dirigeables souples, à intermédiaire rigide, comportant l'emploi de matériaux rigides, non pas pour assurer la permanence de la forme, mais uniquement pour permettre la liaison entre la nacelle et le ballon.

Cette classification étant établie, nous allons examiner sommairement les divers organes principaux, communs à tous les ballons.

Tout d'abord, il faut remarquer qu'un dirigeable doit posséder trois sortes de stabilités : *la stabilité en hauteur, la stabilité de route, la stabilité longitudinale.*

La stabilité en hauteur consiste dans la suppression des mouvements suivant la verticale. Or, ces mouvements sont la conséquence de causes extérieures, que l'aéronaute ne connaît pas et qu'il lui est à peu près impossible de prévoir. Les perturbations d'équilibre, qui sont dues le plus souvent à des changements de température, sont incessantes ; mais elles ont une action bien plus grande sur le ballon libre que sur le ballon dirigeable. Celui-ci est, en effet, constamment lavé par le courant d'air de la marche ; il est donc refroidi en permanence et il subit moins l'action des changements de température. Dans ce même but, les aéroliers militaires italiens ont recouvert la surface de leur enveloppe d'une couche infiniment mince de poudre d'aluminium, qui met encore le gaz plus à l'abri des variations extérieures et qui le soustrait assez efficacement à l'action du soleil et du rayonnement. Néanmoins, et malgré tout, le dirigeable se livre, souvent sans motif apparent, à des écarts assez considérables en hauteur. L'aéronaute, qui est impuissant à les prévenir, ne peut que les contrebattre, une fois qu'ils se sont produits. Il dispose, à cet effet, de moyens divers qui sont le lest, l'évacuation du gaz par les soupapes, les plans de profondeur et les hélices sustentatrices. Tous ces

procédés permettent, soit d'alléger, soit d'alourdir le ballon, suivant le sens dans lequel le mouvement se produit. Mais, alors que les deux premiers moyens sont en quelque sorte définitifs, en ce sens que leur action se fait sentir pendant tout le temps que dure l'ascension, les deux autres, au contraire, n'ont qu'un effet passager et ne changent que momentanément l'équilibre du ballon. Admettons qu'un ballon descende, ce qui prouve qu'il s'est alourdi : nous pouvons l'alléger en jetant du lest, mais celui-ci, une fois sacrifié, ne peut plus être récupéré ; de même, si le ballon monte et que, pour l'alourdir, on fasse évacuer du gaz au dehors, on perd irrémédiablement ce gaz expulsé à l'extérieur.

Au contraire, supposons que nous ayons muni le dirigeable de plans mobiles autour d'un axe horizontal. Si, au moment où nous constatons qu'il y a descente, nous faisons tourner les plans de façon à ce qu'ils soient frappés en dessous par le courant d'air résultant de la marche, nous créerons ainsi une force sustentatrice, identique à celle qui soulève les cerfs-volants, et, par suite, le ballon tendra à s'élever. Nous aurons ainsi produit mécaniquement ce que nous avons obtenu statiquement par le lest, avec, toutefois, cette différence considérable que si la cause du mouvement de descente vient à disparaître, il suffira de ramener les plans sur l'horizontale pour que le ballon reste en équilibre, au lieu que, avec le jet de lest, le dirigeable s'élèvera.

On opérerait de même pour contrebattre les tendances à monter ; il suffirait pour cela de tourner les plans de façon qu'ils soient frappés en dessus par le vent. Le procédé de maintien de l'équilibre au moyen du lest et du gaz constitue la *sustentation statique* ; le procédé à l'aide des plans est la *sustentation dynamique*. Cette dernière permet de ménager le lest et le gaz, qui sout les combustibles du ballon, et, en fait, on n'a pu songer à effectuer des ascensions de longue durée que le jour où on s'est précisément affranchi, grâce aux plans de profondeur, de la manœuvre par le gaz et le lest.

De même que les hélices propulsives déterminent la marche en avant, de même les hélices sustentatrices peuvent provoquer des mouvements de montée et de descente, qui s'opposent à ceux que subit le ballon de la part des agents extérieurs. Néanmoins, ce genre de sustentation n'a pas encore été employé en raison du faible rendement des hélices sustentatrices.

Quant aux plans de profondeur, on conçoit qu'ils

puissent occuper par rapport au ballon plusieurs positions différentes.

Placés dans la partie avant, ils ont une action considérable, car la force qu'ils provoquent tend à faire lever la pointe et par conséquent à incliner l'axe du ballon. La partie inférieure de la carène est alors à son tour frappée par le vent et son action s'ajoute à celle des plans de profondeur. L'usage de ces plans ne s'est pas très développé, car, outre leur action très-violente, ils sont un danger pour l'équilibre longitudinal.

Les plans arrière n'ont pas le même inconvénient, bien qu'ils permettent également d'ajouter l'action de la carène à la leur propre. Aussi sont-ils beaucoup plus usités et leur emploi tend même à se généraliser de plus en plus.

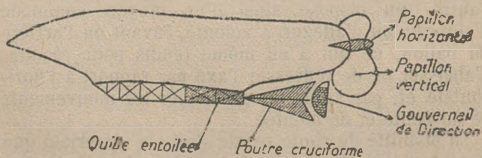
Enfin, si on place les plans de profondeur dans le voisinage du centre de gravité, la carène n'est plus intéressée au mouvement et le ballon monte ou descend en conservant son axe longitudinal suivant l'horizontale, alors que, dans les cas précédents, les mouvements d'ascension et de descente se produisent avec l'axe incliné.

Presque tous les dirigeables actuels sont munis de plans de profondeur, qui ne diffèrent que par leurs formes, leurs dimensions et leurs emplacements. On ne saurait, en effet, concevoir qu'un ballon se prive volontairement de cet organe, qui est maintenant devenu complètement indispensable et sans lequel il aurait fallu renoncer aux voyages de longue durée. Toutefois, dans certains engins, on remplace la manœuvre des plans par celle des ballonnets. C'est le cas du dirigeable allemand *Parseval*, lequel possède deux ballonnets respectivement situés à l'avant et à l'arrière. Grâce à des canalisations spéciales, on peut, à volonté, soit remplir l'un ou l'autre de ces ballonnets, soit faire passer de l'air de l'un dans l'autre. On dispose ainsi d'un moyen commode d'alourdir ou d'alléger, à volonté, l'avant ou l'arrière du ballon, ce qui a en même temps pour résultat d'abaisser ou de redresser l'axe par rapport à l'horizontale et, par suite, de provoquer les mouvements de descente et de montée.

La stabilité de route réside dans la propriété que possède à un degré plus ou moins élevé le navire aérien de se maintenir sur la trajectoire horizontale que veut lui faire décrire le pilote, sans que ce dernier ait besoin d'intervenir pour corriger la direction, au moyen de coups de gouvernail. En un mot,

un ballon dirigeable, stable sur sa route, est un ballon tel, que, lancé sur une certaine direction, il ne tend pas à s'en écarter. On sait depuis longtemps que les bateaux à faible allongement manquent de stabilité de route. Non seulement, ils décrivent autour de leur direction générale de marche d'incessantes oscillations que le pilote est obligé de corriger, mais encore, quand on leur imprime un changement de direction, il est indispensable de ne pas attendre pour ramener le gouvernail à sa position primitive que la conversion soit effectuée. Sinon, le bateau continue à tourner, même quand le gouvernail est revenu en place et on décrit un angle supérieur à celui qu'on désire; si bien qu'il faut donner un coup de barre en sens inverse pour empêcher ce mouvement. Il en est de même pour les dirigeables; ceux auxquels on donne un trop faible allongement sont dépourvus de stabilité de route. D'autre part, la dissymétrie est aussi utile que l'allongement, ainsi que l'ont montré les expériences faites par le colonel Renard sur les petits modèles. En dehors de la forme donnée à l'enveloppe ou à la CARÈNE (*V. ce mot*), on augmente encore la dissymétrie par des quilles et des empennages verticaux de divers systèmes.

Comme leur nom l'indique, les quilles sont des surfaces verticales placées le long et au-dessous de l'enveloppe, dans la partie verticale, et qui sont entoilées de façon à créer une résistance, si le ballon oscille autour de sa position moyenne de route. Dans les dirigeables *Lebaudy*, cette quille fait partie de la plate-forme intermédiaire, et, de plus, on a ajouté à l'arrière même de l'enveloppe une surface verticale, appelée *papillon*, constituée par une armature en tubes d'acier sur laquelle on a tendu de la toile, de façon à constituer une surface rigide. Enfin,

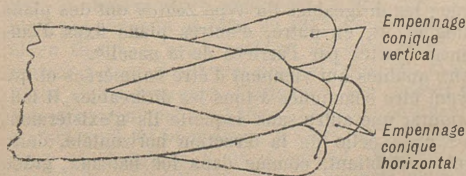


une poutre cruciforme, également entoilée et qui se termine par le gouvernail de direction, prolonge la quille médiane. Toutes ces surfaces formées de tubes métalliques et de toiles sont placées après le

gonflement; elles compliquent beaucoup l'arrimage, en même temps qu'elles alourdissent dans une certaine mesure le ballon. Aussi a-t-on depuis longtemps songé à les remplacer par d'autres dispositifs ne présentant pas les mêmes inconvénients. C'est ainsi que le colonel Renard et M. Hervé sont arrivés simultanément à proposer l'emploi d'*empennages pneumatiques*, qu'on trouve dans les dirigeables de la société Astra et dans quelques types militaires anglais. Le premier de ces systèmes a fait son apparition sur la *Ville de Paris*. L'arrière de l'enveloppe était en forme de cylindre, d'un rayon inférieur à celui du maître couple; sur ce grand cylindre étaient placés d'autres cylindres plus petits, disposés en forme de croix, quatre dans le sens vertical et quatre dans le sens horizontal. L'ensemble de ces huit cylindres communiquait, par des ouvertures aménagées à cet effet, avec l'intérieur du ballon; ils se remplissaient par suite d'hydrogène à la même pression et, de ce fait, ils arrivaient à acquérir une rigidité égale à celle de l'aérostat proprement dit. Ils jouaient donc le même rôle que les empennages fixes rigides avec, toutefois, cet avantage qu'il n'était pas nécessaire de s'en occuper pendant le gonflement et que, faisant partie de l'enveloppe, ils ne constituaient aucun matériel accessoire gênant à transporter à mettre en place.



Ville de Paris



Clément-Bayard I

Vue arrière.

On adressa à ces empennages cylindriques le reproche de créer une assez grande résistance à l'avancement. Aussi furent-ils remplacés, dans les modèles qui suivirent, par des empennages d'une

forme différente, conique au lieu de cylindrique (V. la figure du *Clément-Bayard I*). On ne trouve plus alors que quatre cônes, placés à l'arrière de l'enveloppe, laquelle ne présente pas non plus le changement de forme qui caractérisait la *Ville de Paris*.

Dans les dirigeables allemands *Parseval*, les empennages tiennent des deux systèmes : ils sont formés de deux plans, entre lesquels existe un certain espace dans lequel s'engouffre le vent de la marche, qui tend les toiles dont les plans sont recouverts.

La stabilité longitudinale assure l'horizontalité de l'axe longitudinal et par suite la suppression des mouvements de tangage et de roulis. La première condition à réaliser est de placer, au moins approximativement, le centre de poussée sur la verticale du centre de gravité. Sans cela, les deux forces égales et dirigées en sens contraire que constituent la pesanteur et la force ascensionnelle formeraient un couple qui ferait basculer le ballon.

Quant au tangage, il est dû à un très grand nombre de causes, et peu de ballons en sont complètement dépourvus ; les oscillations sont seulement plus ou moins fréquentes ou plus ou moins accentuées. Le CLOISONNEMENT (V. *ce mot*), qui limite les déplacements du gaz intérieur, empêche le tangage ; de même le cloisonnement du ballonnet à air. Les plans d'empennage horizontaux jouent le même rôle et fonctionnent, au point de vue de la stabilité longitudinale, comme les plans verticaux au point de vue de la stabilité de route ; leur efficacité est d'autant plus grande qu'ils sont plus éloignés du centre de gravité. Aussi les a-t-on dans certains ballons, en particulier les *Lebaudy*, rejetés à la pointe arrière de l'enveloppe même ; les dirigeables du type *Zodiac* ont des plans analogues et, en outre, d'autres plans fixes d'empennage portés par l'arrière de la nacelle.

Aux qualités qui viennent d'être énumérées et qui doivent être communes à tous les dirigeables, il faut en ajouter une autre sans laquelle ils n'existeraient pas : c'est celle de la direction horizontale. Cette dernière s'obtient, comme dans les bateaux, grâce au simple déplacement par rapport au reste de l'appareil d'un plan vertical. Si on fait tourner celui-ci dans un sens déterminé, on crée une réaction nouvelle dans le sens horizontal, qui a pour effet de provoquer le changement de direction cherché. Les gouvernails sont toujours disposés à l'arrière, aussi loin que possible de la partie médiane. Ils sont portés,

soit par la plate-forme intermédiaire (Lebaudy, Gross, Militaire Italien, Nulli Secundus), soit par la nacelle (Astra, Clément-Bayard), soit enfin par l'enveloppe même du ballon (Parseval, Zodiac, Torrès-Quevedo). Le plus souvent, ils sont *compensés*, c'est-à-dire qu'ils tournent autour d'un axe vertical, situé au tiers de leur largeur, de façon à égaliser les pressions et à rendre de ce fait leur manœuvre moins pénible. Ajoutons que, la question de direction étant évidemment primordiale, puisqu'un ballon qui ne se dirige plus cesse d'être utilisable, tous les dirigeables militaires sont munis d'une double commande du gouvernail, de façon à ce qu'on ne soit jamais désemparé, même si la commande habituelle venait, pour une raison quelconque, à ne plus fonctionner.

Il existe à bord des dirigeables un grand nombre d'autres accessoires, qui font, pour la plupart, l'objet d'articles spéciaux : le VENTILATEUR d'insufflation d'air dans le ballonnet, le MOTEUR, les HÉLICES, le GUIDE-ROPE, le SERPENT, sans parler des instruments tels que le BAROMÈTRE, le STATOSCOPE, le MANOMÈTRE, etc.... L'examen sommaire des divers ballons qui ont fonctionné jusqu'à ce jour va permettre de voir comment ont été réalisées pratiquement les considérations théoriques ci-dessus.

Après les essais, en 1884, d'ailleurs très probants, du dirigeable des capitaines Renard et Krebs, une longue période de temps s'écoule, pendant laquelle la locomotion aérienne ne fait aucun progrès. C'est qu'il lui manque le facteur principal du succès, qui est le moteur à la fois léger et puissant. Ce moteur ne lui sera donné qu'en 1896, date à laquelle la science mécanique va se trouver en mesure de livrer à l'industrie, en général, et à l'aéronautique, en particulier, le moteur dit à explosion. A vrai dire, l'idée n'est pas nouvelle et déjà, en 1872, l'ingénieur autrichien Hoenlein avait proposé de faire usage d'un moteur à gaz ; il est vrai que cet ingénieur avait eu l'idée moins heureuse d'alimenter son moteur avec le gaz contenu dans le ballon ! Le projet de Hoenlein, malgré qu'il fût bien conçu, n'avait pas été réalisé et c'est en définitive à un Allemand, Woelfert, que revient l'honneur d'avoir placé, le premier, un moteur à explosion à bord d'un ballon dirigeable. En 1896, il construisit un ballon qui ne fut essayé qu'en 1897 ; la première tentative, faite le 14 juin 1897, se termina par la chute du ballon, qui prit feu à 300 mètres et vint s'abîmer sur le sol, entraînant les deux aéronautes dans la mort. La même année, un

autre Allemand, le docteur Schwartz, réalise, non sans peine, un ballon entièrement rigide, le seul qui ait du reste jamais existé. L'enveloppe elle-même est en tôle d'aluminium, reliée à la nacelle par des poutres également en aluminium. A la première sortie, le ballon n'enlève qu'un seul passager, lequel, n'ayant jamais fait d'ascension, perd la tête aussitôt dans les airs, tire sur la corde de soupape et précipite le ballon sur le sol, où il ne subit que peu d'avaries.

A partir de ce moment, on sort toutefois de la période héroïque, pour s'engager dans une voie où les résultats ne vont pas trop tarder à se faire attendre. Nous allons voir quels ont été les essais effectués, en considérant successivement les divers pays.

*Les dirigeables Santos-Dumont.* — M. Santos-Dumont, Brésilien d'origine, mais Français de cœur, fut le premier sportsman qui appela à nouveau l'attention de ses contemporains sur ce sport un peu négligé, qui était la locomotion aérienne. Son œuvre fut beaucoup plus une œuvre d'audacieux qu'une œuvre d'ingénieur. Il eut tout d'abord le tort immense de paraître ignorer tout ce qui avait été fait avant lui, de sorte qu'il perdit en tâtonnements préliminaires un temps et un argent précieux. Ses premières tentatives paraissent même puériles, quand on les examine sans parti pris, et il est incontestable qu'il serait arrivé du premier coup à des résultats supérieurs à tous ceux qu'il a jamais obtenus, s'il avait voulu faire état de ce qui avait été trouvé avant lui. Nous ne parlerons pas de tous ses ballons, car ce qui caractérise l'œuvre de Santos-Dumont, c'est la multiplicité de ses appareils. Le seul ballon vraiment digne de ce nom qu'il ait réalisé porte le n° VI et c'est avec lui qu'il remporta, le 19 octobre 1901, la première épreuve aéronautique, instituée par M. Deutsch (de la Meurthe). Il s'agissait, pour un ballon dirigeable, de partir du parc de l'Aéro-Club à Saint-Cloud, d'aller contourner la Tour Eiffel et de revenir atterrir au point de départ, la durée totale du voyage ne devant pas excéder 30 minutes. Le *Santos-Dumont n° VI*, avec lequel l'aéronaute se lance à la conquête du prix Deutsch, est un dirigeable du type entièrement souple; son enveloppe, en soie du Japon vernie, a la forme d'un fuseau symétrique de 33 mètres de long et 6 mètres de diamètre. Son volume est de 600 mètres cubes; le ballonnet a un volume de 60 mètres cubes. Le moteur à essence, du type Buchet, développe une puissance de 16 chevaux; il actionne une hélice de 4 mètres de diamètre

placée à l'arrière du ballon. La nacelle est formée par une poutre armée, en bois, à section triangulaire, suspendue au ballon par un réseau de suspentes avec pattes d'oie. La vitesse propre de cet engin est de 30 kilomètres environ à l'heure ; il accomplit le voyage dans le délai strictement fixé par le règlement.

Malgré le succès obtenu avec ce modèle, qu'il aurait suffi de perfectionner, Santos-Dumont fait construire d'autres dirigeables, qui ne donnent aucun résultat, sauf cependant le n° IX, le plus petit dirigeable construit (231 mètres cubes) avec lequel Santos-Dumont exécute quelques voyages, dont un le conduit à son appartement de l'avenue des Champs-Élysées.

En dépit de son audace et de ses nombreux appareils, peut-être à cause de cela, Santos-Dumont n'a pas laissé une œuvre durable. Ses dirigeables sont du domaine de l'histoire et personne ne songe maintenant à les imiter.

*Les dirigeables Severo et de Bradsky.* — A la même époque, d'autres inventeurs construisent aussi des ballons, mais de type très différent. L'ingénieur Severo, Brésilien comme Santos-Dumont, fait réaliser chez Lachambre un dirigeable du type semi-rigide, conçu de telle façon que l'intermédiaire rigide fait corps avec la partie inférieure du ballon. La nacelle et les moteurs sont par suite, au contact même de l'enveloppe. La longueur de cette dernière est de 33 mètres pour un diamètre de 12 mètres ; le volume atteint 2.000 mètres cubes. Deux moteurs Buchet de 16 et 24 HP actionnent des hélices placées aux deux points du ballon, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière. Le 6 mai 1902, le ballon s'élève de Vaugirard ; il monte aussitôt rapidement. Quinze minutes environ après le départ, une explosion, dont on n'a jamais pu déterminer les causes, se fait entendre et le ballon vient s'écraser avec les deux aéronautes dans l'avenue du Maine, non loin de son hangar.

Quelques mois après, un ingénieur autrichien, M. de Bradsky, subit, avec son mécanicien, un sort identique. Partis le 13 septembre 1902 du même hangar que Severo, avec un ballon dépourvu de ballonnet, les aéronautes traversent Paris, entraînés du reste par le vent. Au moment de l'atterrissage, le ballon est flasque ; aussitôt que le moteur est mis en route, une partie des suspentes ont à subir un effort considérable qui occasionne leur rupture. Les autres suivent en peu de temps, si bien que la nacelle vient s'abîmer sur le sol, pendant que le ballon, délesté, monte très rapidement.

*Les dirigeables Lebaudy.* — Dès l'année 1899, MM. Lebaudy frères prirent la résolution de procéder à la construction d'un dirigeable, d'après des plans établis par leur ingénieur, M. Julliot. Depuis cette date, un certain nombre de ballons de ce système ont été construits ; mais tous dérivent du même principe et ont été réalisés d'après la conception primitive, à laquelle il n'a été apporté que quelques modifications de détail suggérées par l'expérience.

Le dirigeable de M. Julliot appartient à la catégorie des ballons souples à intermédiaire rigide, dont ils ont du reste été les premiers représentants. L'enveloppe, terminée à l'avant par une pointe, à l'arrière par une partie arrondie, a une forme sensiblement cylindrique ; elle est en tissu de coton à double caoutchoutage, recouverte extérieurement d'une teinture jaune au chromate de plomb, qui lui donne une couleur caractéristique, et lui fait attribuer, dès son apparition, le nom de le *Jaune*.

Au contact immédiat de la partie inférieure du ballon, se trouve une plate-forme ovale, en tubes d'acier, qui est le support intermédiaire entre la nacelle et le ballon. Suivant l'axe de cette plate-forme et en dessous d'elle, se trouve une quille verticale qui donne de la résistance à l'ensemble, en permettant de constituer une sorte de poutre armée. Cette plate-forme se continue vers l'arrière par une poutre à section cruciale, à l'extrémité de laquelle se trouve le gouvernail de direction. Tout cet ensemble rigide est porté par un flet, qui, à l'aide de pattes d'oie, se relie à des ralingues cousues sur l'enveloppe même du ballon. De la plate-forme et de la poutre partent des suspentes obliques qui viennent se fixer à une nacelle de faible longueur. On a soin d'entrecroiser les suspentes, de façon à réaliser un réseau presque triangulaire qui, pratiquement, offre une assez grande et, en tout cas, suffisante indéformabilité.

La nacelle est entièrement métallique, en tubes d'acier et tôle d'aluminium ; elle a l'aspect extérieur d'un bateau, divisé en un certain nombre de compartiments, parmi lesquels, en allant de l'avant vers l'arrière : celui de l'observateur, celui du pilote, celui du moteur et des mécaniciens, enfin celui des approvisionnements et agrès divers. Les engins d'arrêt (guide-rope et serpent) sont placés dans des logements intermédiaires sans fond, de façon à ce qu'il suffise de couper une simple ficelle de retenue pour les faire tomber, sans autre intervention.

Les moteurs ont toujours été, sauf dans le premier *Lebaudy*, des moteurs Panhard et Levassor. Les ballons primitifs n'avaient à bord qu'un seul moteur, mais, dans les modèles récents (*Morning-Post*, *Capitaine Marchal*), on a introduit deux moteurs actionnant chacun une hélice latérale. Des changements ont été également apportés à la position et à la nature de ces hélices. Jusqu'en 1909, les hélices ont été entièrement métalliques et leur axe se trouvait à hauteur du plancher de la nacelle. A la suite de l'accident survenu à la *République* (septembre 1909), les hélices métalliques ont été supprimées et remplacées par des hélices en bois. De plus, elles ont été surélevées et leur axe rapproché du ballon. A cet effet, la nacelle porte deux pylônes latéraux, aux extrémités desquels sont placées les hélices; le diamètre de ces dernières a, en outre, été augmenté et, par suite, leur vitesse de rotation diminuée.

Le ventilateur du ballonnet est actionné à volonté par l'un ou l'autre des moteurs; il est situé sous la plate-forme. Au-dessous de la nacelle se trouve, dans les anciens modèles, une sorte de pyramide en tubes d'acier appelée *béquille*, qui surélève la nacelle par rapport au sol. Dans les grandes nacelles actuelles, il existe une poutre triangulaire dans l'intérieur de laquelle sont disposés les réservoirs à essence et qui porte à son extrémité avant une petite pyramide jouant le même rôle que la béquille primitive.

Les empennages fixes sont constitués par les plans horizontaux et verticaux entoilés de la quille médiane, de la poutre cruciforme et aussi par les plans fixés à l'arrière de l'enveloppe, auxquels on donne le nom de *papillons*.

Les plans de profondeur, qui permettent la sustentation dynamique, sont au centre de poussée; le *Capitaine Marchal* possède toutefois des plans de profondeur à l'extrémité de la poutre.

Les premiers essais du *Lebaudy* eurent lieu pendant l'hiver de 1902 dans la plaine de Moisson, près de Mantes. Mais c'est surtout en 1903 que commencent les véritables expériences, qui sont, dès le début, suivies avec intérêt par l'autorité militaire. Le premier voyage aérien est celui de Moisson au champ de Mars en 1<sup>h</sup> 42, le 12 novembre. Le 20 novembre, le *Lebaudy* repart et vient à Chalais-Meudon, où il se déchire entièrement à l'atterrissage. Après une première campagne au début de 1904, le *Lebaudy*, qui a été enlevé par un ouragan, à la suite d'un atterrissage forcé, est remanié en vue de le transformer en

un engin spécialement destiné à l'armée. A cet effet, il convenait d'accroître son rayon d'action, c'est-à-dire son lest, son essence et la puissance de son moteur. On augmente alors le volume de 300 mètres cubes et on alèse le moteur, de façon à lui faire fournir un supplément de force de 10 HP. Dans cet état, les essais reprennent sous le contrôle d'une commission militaire, qui décide de procéder à un voyage par étapes entre Moisson et Verdun. A la date du 3 juillet 1905, le *Lebaudy*, à bord duquel a pris place un officier aérostier, quitte Moisson et vient atterrir à Meaux, première escale prévue, après 2<sup>h</sup> 37 de voyage et un parcours de 93<sup>km</sup> 500 à une vitesse moyenne de 35<sup>km</sup> 800 à l'heure. Le lendemain (4 juillet), en dépit d'un vent assez violent, le dirigeable quitte Meaux ; mais, très gêné dans sa marche, il se voit obligé d'atterrir à La Ferté-sous-Jouarre, après avoir accompli un trajet de 17<sup>km</sup> 500 seulement en 47 minutes. Campé en plein air, le dirigeable maintenu par les ouvriers carriers du pays, supporte sans autre dommage que la perte du papillon, une violente bourrasque qui survient durant la nuit. Ravitaillé en hydrogène, par des voitures à tubes militaires, le *Lebaudy* reprend la route des airs le 6 juillet. Il arrive au Camp de Châlons, après un parcours de 96<sup>km</sup> 500 en 3<sup>h</sup> 21. Dans l'après-midi qui suit cette arrivée, le ballon est à nouveau assailli par une tempête et, malgré les efforts des soldats qui tiennent les cordes, jeté sur des arbres où il se déchire complètement. Bien que le dirigeable n'ait pas pu arriver jusqu'au bout du programme qui lui était imposé, il avait néanmoins fait preuve de qualités suffisantes et, désormais, l'utilisation de ces nouveaux engins pour l'art de la guerre apparaissait comme devant être fertile en résultats importants. On résolut alors de faire de nouveaux essais, en se plaçant toutefois dans des conditions différentes, et on décida de chercher quelle pourrait être l'utilité du ballon dans une place forte. Le 8 octobre 1904, le dirigeable commence ses sorties autour de Toul : jusqu'au 24 octobre, il accomplit un très grand nombre de sorties parfaitement réussies et il termine cette campagne par une ascension d'altitude, au cours de laquelle il atteint 1.370 mètres.

A la suite de ces essais, qui avaient montré que le ballon automobile était un engin de reconnaissance de premier ordre, le ministre de la guerre prit la décision de commander à M<sup>l</sup>. Lebaudy un dirigeable spécialement destiné à l'armée. C'est ainsi

que le ballon *Patrie* fut, après la *France*, notre second ballon dirigeable militaire. Les caractéristiques de la *Patrie* étaient les suivantes : longueur 60 mètres, diamètre 10<sup>m</sup> 30, volume 3.150 mètres cubes, moteur de 70 HP. Pour la première fois, on faisait usage de plans de profondeur. Le dirigeable, terminé en octobre 1906, subit avec succès ses essais de recette et les pilotes militaires le conduisent par la voie des airs à Meudon, où il atterrit sans incident le 15 décembre. Regonflé en juin 1907, *Patrie* va devenir un appareil d'instruction, destiné à la formation des pilotes et des mécaniciens militaires ; il exécute, dans ce but, un très grand nombre d'ascensions et, le 14 juillet, il défile, en même temps que les troupes, à la revue de Longchamp. Une nouvelle série de voyages recommence en octobre, et se termine par le voyage resté célèbre de Meudon à Verdun (255 kilomètres en 6<sup>h</sup> 35) malgré le vent contraire et une température très peu élevée. Après quelques circuits décrits autour de Verdun, *Patrie* est obligé, par suite d'une panne, d'atterrir en pleine campagne. Durant vingt-quatre heures, il subit, sans avaries, les assauts d'un vent violent, qui finit par avoir raison des deux cents hommes qui le tiennent et qui emporte le dirigeable dans la direction de l'Angleterre, puis dans la mer du Nord, où il sombra définitivement. *Patrie* fut le premier engin militaire d'une série qui se continue encore de nos jours. Il fut tout d'abord remplacé par la *République* resté célèbre par la terrible catastrophe du 2 septembre 1909, dans laquelle trouvèrent la mort deux officiers et deux adjudants mécaniciens de l'arme du génie. La description de ce dirigeable est, aux détails près, identique à celle qui a été donnée plus haut ; nous signalerons seulement que, dans la série des dirigeables Lebaudy, le volume va sans cesse en augmentant, par suite de la nécessité où on se trouve d'avoir d'autant plus de lest qu'on est obligé de monter plus haut. La carrière du dirigeable la *République*, en dehors des ascensions ordinaires d'instruction, est surtout remarquable par sa participation d'abord à la revue du 14 juillet, en même temps que la *Ville de Nancy*, ensuite et surtout aux grandes manœuvres du Bourbonnais.

Parti de Meudon pour rejoindre par la voie des airs le hangar démontable qui avait été élevé pour le recevoir dans les environs de Lapalisse, le dirigeable, après une première panne qu'il peut réparer, est forcé d'atterrir, son moteur ne fonctionnant plus

qu'imparfaitement. La réparation est assez importante pour qu'on procède au dégonflement et au transport du matériel par chemin de fer. Malgré tout, le dirigeable est prêt à fonctionner au moment voulu. Mis à la disposition des généraux commandant les corps d'armée, le dirigeable exécute trois ascensions, avec, à bord, un officier observateur du service d'état-major. Les renseignements qu'il recueille au cours de ses reconnaissances permettent à l'un des commandants de parti de connaître exactement les dispositions de l'ennemi, de modifier les siennes en conséquence et de s'assurer ainsi une supériorité très marquée. L'importance des renseignements ainsi rapportés était donc considérable; on ne pouvait reprocher à la *République* que son manque de lest, qui ne lui permettait pas d'atteindre les hauteurs auxquelles il eût été invulnérable.

A la *République* succéda la *Liberté*, d'un volume encore plus considérable, avec une force motrice très supérieure (120 HP au lieu de 70 HP), et avec la modification déjà signalée pour les hélices (hélices en bois, surélevées par rapport à la nacelle). La *Liberté* a pris part en 1910 aux grandes manœuvres de Picardie.

A l'heure actuelle, MM. Lebaudy viennent de livrer à l'armée un dirigeable gracieusement offert par eux à l'administration militaire et qui porte le nom de *Capitaine Marchal*, une des glorieuses victimes de l'accident de la *République*. Ce ballon, construit toujours d'après les mêmes principes que les précédents, rentre dans la catégorie des éclaireurs, en raison de son volume de 7.000 mètres cubes; il est muni de deux moteurs de 60 HP.

En dehors des ballons ci-dessus, la maison Lebaudy a fourni à l'Autriche et à la Russie des dirigeables militaires, du modèle de la *République*. Enfin, l'Angleterre a également acheté à MM. Lebaudy un grand croiseur de 10.000 mètres cubes, le *Morning-Post*, qui a été construit dans un ordre d'idées assez différent de celui qui avait guidé jusqu'ici l'ingénieur Julliot. Le ballon a un allongement considérable égal à 8,5 (103 mètres de longueur pour un diamètre de 12<sup>m</sup> 02). La plate-forme est remplacée par une poutre à section carrée, qui est entièrement séparée de l'enveloppe et qui joue le rôle d'intermédiaire. La partie moto-propulsive comporte deux moteurs Panhard-Lcvassor de 135 HP, actionnant chacun une hélice en bois, de 5 mètres de diamètre, surélevée sur la nacelle et à faible vitesse de rotation. Ce ballon a accompli pour ses essais, une performance

remarquable. Parti de Moisson le 26 novembre 1910, il est venu atterrir à Fainsborough (Angleterre), ayant couvert 370 kilomètres au-dessus du continent et des mers, sans aucun accident.

MM. Lebaudy font à l'heure actuelle réceptionner un nouveau croiseur, *Selle de Beauchamps*, destiné à l'armée et d'un modèle analogue à celui sur lequel a été établi le *Capitaine Marchal*.

*Les dirigeables de M. Deutsch (de la Meurthe).* —

Jusque dans ces dernières années, les dirigeables construits par la Société Astra pour le compte de M. Deutsch (de la Meurthe) ont été les seuls engins dont ait fait usage l'administration militaire. Les dirigeables Astra sont d'ailleurs d'un système complètement différent de celui des Lebaudy ; ils appartiennent, en effet, à la catégorie des ballons entièrement souples, dont le premier type a été le ballon la *France*. Il convient d'ailleurs de dire que ce dernier engin a été le modèle pris par les constructeurs pour leurs nouveaux appareils.

On ne peut parler que pour mémoire du premier dirigeable *Ville de Paris*, qui figura en décembre 1902 au Salon de l'automobile et qui ne donna aucun résultat. Le deuxième ballon, également dénommé *Ville de Paris*, était constitué par une enveloppe comprenant deux parties bien distinctes : la première formait le ballon proprement dit, d'une longueur de 49<sup>m</sup> 42 pour un diamètre au maître couple de 10<sup>m</sup> 50 ; la deuxième partie, l'empennage pneumatique avec ses huit cylindres dont nous avons parlé plus haut. La longueur totale est de 60<sup>m</sup> 42, ce qui donne un allongement de 5,7. La nacelle est portée par le ballon au moyen d'un double réseau de suspentes ; les suspentes extérieures partent de la ralingue supérieure et aboutissent directement à la nacelle ; les suspentes intérieures forment un réseau indépendant issu d'une deuxième ralingue placée au-dessous de la première ; elles viennent par groupe se réunir en un même point et former ainsi un certain nombre de nœuds de balancines répartis sur toute la longueur de l'ensemble. Enfin des suspentes obliques achèvent d'assurer l'indéformabilité du système.

Le moteur est placé sensiblement au tiers de la longueur de la nacelle à partir de la pointe avant ; il actionne, au moyen d'une démultiplication et par l'intermédiaire d'un arbre très long, l'hélice de grand diamètre et à faible vitesse de rotation, laquelle est placée à l'avant.

L'arrière de la nacelle porte le gouvernail de di-

rection. La nacelle est entièrement construite en bois.

Après une sortie malheureuse faite le 10 novembre 1906, qui se termine par un atterrissage hors du hangar suivi d'un dégonflement, la *Ville de Paris* recommence une campagne d'été en août 1907 ; au cours de cette période d'essais, il exécute de très nombreuses sorties. Dégonflé en octobre, il est de nouveau prêt à sortir en novembre 1907. Quelque temps après, survient la perte de la *Patrie*. Aussitôt, M. Deutsch (de la Meurthe) fait don du dirigeable au ministre de la Guerre, qui accepte cette offre généreuse et décide que le ballon ira remplacer la *Patrie* dans son hangar de Verdun. Le 15 janvier 1908, la *Ville de Paris* exécute le voyage Sartrouville-Verdun dans la même journée ; toutefois, une panne de moteur l'oblige à atterrir à Valmy d'où il repart, une fois la réparation effectuée. L'ascension avait duré 9<sup>h</sup> 38 au total avec 8<sup>h</sup> 13 de séjour effectif dans l'air. Depuis cette date, la *Ville de Paris* n'a effectué dans les environs de Verdun que des ascensions d'instruction.

Les récents auto-ballons construits par la Société Astra ne comportent absolument que des modifications de détail au type primitif. On a modifié la forme des empennages qui, de cylindriques, sont devenus coniques ; de même, les nacelles sont maintenant construites en tubes d'acier, au lieu d'être en bois comme précédemment. L'administration de la guerre possède un dirigeable de ce modèle, le *Colonel Renard*, qui a figuré aux manœuvres de Picardie et a effectué en particulier le voyage Issy-les-Moulineaux—Grandvilliers, et retour. — En dehors de ces engins, la Société Astra a construit l'*España* qui appartient à l'armée espagnole, le *Clément-Bayard n° 1*, et la *Ville de Pau*, qui, durant l'hiver 1911, a procédé à de très nombreuses sorties, au cours desquelles des officiers ont reçu l'instruction de pilote de ballon dirigeable. Signalons que la Société Astra construit actuellement deux grands croiseurs, qui différeront de leurs prédécesseurs par ce fait qu'ils seront à deux moteurs et à trois hélices, l'hélice principale, à grand diamètre, restant toujours placée à l'avant, les deux autres, latérales, surélevées par rapport à la nacelle.

La Société Astra a terminé en octobre 1911 un nouveau croiseur, l'*Adjudant Réau*, qui a effectué un remarquable voyage d'une durée de vingt et une heures, partant d'Issy-les-Moulineaux avec retour en ce point après être passé à Verdun, Toul, Épinal et Vesoul.

L'*Adjudant Réau* se distingue de ses devanciers par la suppression des empennages pneumatiques, lesquels sont remplacés par une cellule rigide fixée à l'arrière du ballon.

Enfin, la Société Astra procède également à des essais sur un petit dirigeable d'un type créé par l'ingénieur espagnol Torrès-Quevedo. Cet ingénieur a cherché à réunir dans son ballon les avantages combinés des systèmes entièrement souples et à intermédiaire rigide. Les premiers sont faciles à gonfler et à transporter; leur arrimage se fait sans grande complication et exige un temps assez court; par contre, ils ont, en général, une nacelle longue, par suite lourde et encombrante. Les dirigeables à intermédiaire fixe ont au contraire une petite nacelle; par contre, la présence de la plate-forme ou de la quille complique le gonflement, l'arrimage et le dégonflement; elle alourdit le ballon et, en cas d'atterrissage imprévu, cet intermédiaire rigide constitue un danger pour les aéronautes sur lesquels elle peut s'affaisser à un moment donné. Le problème, au point de vue militaire, acquiert en outre une importance considérable: il importe en effet d'avoir un engin aussi peu compliqué que possible, facile à transporter, à gonfler, à arrimer et à dégonfler. Les Allemands l'ont résolu, au prix de certains inconvénients, avec les dirigeables Parseval. M. Torrès a donné une autre solution, très originale et qui paraît, en même temps, présenter une assez grande supériorité sur la précédente, en ce sens que le dirigeable est rendu plus rigide et en même temps plus démontable.

Ce qui différencie nettement le ballon de M. Torrès de tous ceux qui ont été construits jusqu'à ce jour, c'est, surtout en apparence extérieure, la forme de sa section droite. Alors, en effet, que toutes les enveloppes de dirigeables existants sont des surfaces de révolution, dont la section droite est par suite circulaire, le dirigeable Torrès, au contraire, a une section formée de trois cercles de rayons inégaux et tangents, qui lui donnent l'aspect d'un trèfle à trois feuilles. Il est bien évident qu'une semblable surface, abandonnée à elle-même, ne conserverait pas, une fois gonflée, la forme qui lui a été donnée par la construction. Il est indispensable d'assurer la rigidité de l'ensemble et d'empêcher les trois intersections de s'éloigner du centre sous l'action de la pression intérieure. A cet effet, le long des coutures de raccordement, on a disposé des cordeaux en chanvre, qui jouent en quelque sorte le rôle de ralingues. Sur la

ralingue inférieure, on a choisi l'emplacement d'un certain nombre de points nodaux, desquels partent en éventail des cordaux qui viennent aboutir aux ralingues supérieures. Si, aux points nodaux inférieurs, on fixe les suspentes qui portent elles-mêmes la nacelle, le poids de cette dernière se trouvera réparti à l'intérieur du ballon par le système des éventails, jusqu'aux ralingues supérieures, absolument de la même façon que s'il s'agissait d'un système de mailles et de pattes d'oie.

Grâce à ce procédé, tout le réseau de cordages formant la suspension, qu'on aperçoit généralement à l'extérieur, est au contraire renfermé tout entier dans l'enveloppe. Il n'offre par suite absolument aucune résistance à l'avancement; de plus, comme il est exclusivement constitué par des ficelles et cordaux, il est souple et ne pèse qu'un poids assez faible. Enfin, grâce au petit nombre de points nodaux, le nombre des suspentes est très réduit; par conséquent, le montage et l'arrimage se font en accrochant seulement quelques cabillots aux suspentes. La nacelle peut être séparée du ballon aussi facilement que s'il s'agissait de celle d'un ballon sphérique, et il n'est pas impossible de penser que le ballon pourrait ainsi être campé sans difficultés. En tout cas, le ballon de M. Torrès est facilement démontable; son gonflement s'effectue comme celui d'un sphérique; quant à l'arrimage, il ne nécessite aucun réglage et comporte seulement des opérations de la plus grande simplicité.

L'enveloppe de ce ballon est nécessairement dissymétrique, trapue à l'avant, effilée vers l'arrière; au-dessous se trouve une quille verticale, prolongée par les gouvernails de direction et les plans de profondeur, qui sont directement suspendus à l'enveloppe du ballon. Comme on le voit, le dirigeable Torrès présente de grandes qualités militaires, par sa mobilité, sa facilité de transport et sa grande simplicité.

*Les dirigeables Zodiac.* — La Société Zodiac a également cherché à établir un type de ballon remplissant les conditions précédentes et elle a créé dans ce but un dirigeable dont l'armée va posséder sous peu un exemplaire. Les Zodiac se rattachent à la catégorie des dirigeables entièrement souples, à longue nacelle. Leur allure générale est d'ailleurs celle de la *France* et des ballons *Astra*. La nacelle, en bois, est démontable en plusieurs tronçons; l'hélice est à l'arrière, tout au moins dans les premiers ballons construits; actuellement, pour la vedette

militaire le *Temps*, on a fait usage de deux hélices latérales, surélevées, supportées par des pylônes en bois. A l'arrière et au contact immédiat de l'enveloppe, se trouve une quille verticale prolongée par le gouvernail de profondeur. Des plans d'empennage fixes sont fixés à l'extrémité arrière de la nacelle, et en outre, l'enveloppe porte un papillon horizontal. Les plans de profondeur sont installés au centre de poussée.

Il n'y a à bord qu'un seul pilote ; les deux volants qui commandent, l'un le gouvernail de direction, l'autre le gouvernail de profondeur, sont concentriques et sous la main même du pilote unique.

La Société Zodiac vient de terminer pour le compte de l'armée un grand croiseur de 9.000 mètres cubes, le *Capitaine Ferber*, qui a commencé ses essais en décembre 1911.

*Les dirigeables Clément-Bayard.* — Après s'être rendu acquéreur du dirigeable *Clément-Bayard n° I*, construit par la société Astra, M. Clément se décida à construire avec ses seuls moyens un ballon d'un système sensiblement différent. Le *Clément-Bayard II* est constitué par une carène dissymétrique, à avant trapu et à arrière effilé, rappelant par sa forme celle du dirigeable militaire italien (*V. plus loin*). La longueur est de 76<sup>m</sup> 50, pour un diamètre de 13<sup>m</sup> 22. Le volume est de 7.000 mètres cubes. Le ballon appartient à la catégorie des dirigeables entièrement souples. La nacelle, qui a 45 mètres de longueur, est divisée en trois parties : la partie centrale, qui constitue la nacelle proprement dite, renferme les pilotes, le lest et les moteurs ; la partie arrière sert de support au stabilisateur et au gouvernail ; quant à la pointe avant, elle sert surtout à fixer les suspentes de la pointe. Les deux moteurs développent chacun une puissance de 125 HP ; ils actionnent deux hélices en bois de 6 mètres de diamètre, latérales et surélevées. Un embrayage spécial permet du reste, en cas de panne d'un moteur, de faire marcher les deux hélices à vitesse réduite par le moteur restant. A l'arrière, se trouvent les organes de direction et de stabilisation réunis dans un gouvernail cellulaire, à plans horizontaux et verticaux. Après une première campagne en 1910, le *Clément-Bayard II* prend part aux manœuvres de Picardie, durant lesquelles il fait le trajet Grandvilliers—Issy-les-Moulineaux, puis le retour par un orage, qui, grâce à l'habileté du pilote, lieutenant Tixier, ne l'empêche pas d'arriver au but. Enfin, le 16 octobre, le ballon quitte

son hangar de Lamotte-Breuil à 6<sup>h</sup> 55 et arrive à Londres à 1<sup>h</sup> 51, effectuant le trajet complet en six heures seize minutes sans escale. Le *Clément-Bayard II* est maintenant la propriété de l'armée anglaise.

La maison Clément-Bayard a livré à l'autorité militaire, en septembre 1911, un croiseur, l'*Adjudant Vincenot*, qui a brillamment accompli ses essais de réception, exécuté de nombreux voyages, en particulier un circuit de dix-huit heures à une altitude égale à 1.300 mètres pendant les deux tiers de l'ascension. Ce dirigeable est du même type que les précédents.

Tels sont les principaux types de dirigeables qui ont évolué en France. Il n'est pas inutile de remarquer que, en définitive, les seules applications qu'aient reçues des engins de cette nature sont des applications militaires. On a bien songé à faire des applications commerciales en se servant des dirigeables comme moyens de transport; mais jusqu'ici, aussi bien du reste en France qu'à l'étranger, les sociétés qui ont fait de semblables tentatives ont essuyé un échec complet. Aussi pensons-nous que le ballon automobile ne sortira jamais de son utilisation actuelle à l'art de la guerre, en attendant même, qu'il soit, dans un avenir plus ou moins lointain, remplacé par un engin plus rapide, moins encombrant, moins coûteux et moins vulnérable. Toutefois, l'heure n'est pas encore venue où il faut abandonner ces appareils, qui sont, malgré tout, appelés à rendre de très grands services. Aussi bien, les efforts et les recherches faites dans ce sens hors de nos frontières montrent qu'il serait au moins prématuré de renoncer maintenant d'une façon définitive aux ballons.

L'Allemagne s'est préoccupée, dès l'année 1899, du nouveau mode de locomotion. Mais, dès l'origine, elle a été orientée dans une voie complètement différente de celle où la France s'était engagée. Alors que, chez nous, les premiers essais donnèrent naissance à des ballons de volume assez faible et d'une simplicité aussi grande que possible, les Allemands, à la suite du général comte Zeppelin, se lancèrent, dès les débuts mêmes, dans la construction d'unités aériennes colossales, rigides et présentant certains défauts dont ils mirent très longtemps à s'apercevoir.

*Les dirigeables du comte Zeppelin.* — L'idée maîtresse qui a toujours guidé le comte Zeppelin dans la construction des ballons de son système, a été la réalisation d'une carcasse entièrement rigide, assurant, par sa rigidité même, l'indéformabilité de

l'ensemble et transformant les ballons intérieurs en simples supports, dont il n'est, pour ainsi dire, pas fait état, au cours de l'ascension. L'accumulation de matériaux rigides, même quand on fait usage d'aluminium, entraîne la création d'un grand poids, et, pour soulever ce dernier, il faut faire appel à d'énormes volumes d'hydrogène, lesquels ont donné naissance à des ballons gigantesques, auxquels on a donné le nom de « transatlantiques aériens ».

S'il faut en croire ses historiens, le comte Zeppelin aurait pour la première fois songé au dirigeable, alors qu'il se trouvait, en 1870, dans les rangs de l'armée allemande, devant Paris assiégé. C'est là, que, voyant les efforts tentés pour faire communiquer par ballons libres la capitale avec le reste du pays, il s'est rendu compte de l'importance militaire de cet engin. Mais c'est seulement vingt ans plus tard, en 1890, qu'il commença ses études, lesquelles aboutirent en 1900 à la construction du plus grand navire aérien réalisé jusqu'à ce jour.

Le système tout entier peut se diviser en deux parties nettement distinctes : la *carcasse métallique*, qui donne la rigidité et l'indéformabilité nécessaires, et les *ballons souples en étoffe* qui jouent simplement le rôle de sustentateurs et qui, contrairement à ce qui a lieu dans les dirigeables souples, peuvent être partiellement dégonflés sans qu'il en résulte aucun inconvénient.

La carcasse est entièrement construite en aluminium ; elle a la forme d'un cylindre de 128 mètres de long, terminé à ses deux extrémités par une pointe ogivale. La section droite est un polygone régulier ayant 24 ou 16 côtés, inscrit dans un cercle de 11<sup>m</sup> 70 de diamètre. Ce long cylindre est divisé en compartiments par des sections transversales, qui le décomposent ainsi en cylindres élémentaires, séparés par des cloisons dont l'aspect rappelle celui d'une gigantesque roue de bicyclette et dont la rigidité est obtenue au moyen de rayons en câbles d'acier. Les sommets de ces polygones sont réunis par des poutres en treillis, formant les panues de cette immense construction. Les divers compartiments ont une largeur de 8 mètres, sauf deux d'entre eux qui ont seulement 4 mètres et correspondent aux emplacements des nacelles. Dans chacun de ces casiers est contenu un ballon en étoffe double caoutchoutée, qui a la forme du logement cylindrique ou ogival qu'il occupe. Il y a donc dix-sept ballons indépendants les uns des autres et dont le volume total a varié, avec les diffé-

rents modèles, de 11.000 à 18.000 mètres cubes, les dimensions de la carcasse ayant elles-mêmes atteint des valeurs de 136 mètres pour la longueur et de 13 mètres pour le diamètre. On peut dire, en somme, que la carcasse n'est autre qu'un véritable hangar à ballons; elle est recouverte intérieurement d'un filet en ramie qui répartit l'effort de sustentation sur l'ensemble de la construction. Extérieurement, afin de diminuer la résistance à l'avancement, on a caché la carcasse sous une enveloppe en étoffe, qui protège les ballons des intempéries et atténue en même temps l'effet des variations de température. Une quille triangulaire, qui court le long de la génératrice inférieure du cylindre, donne de la rigidité à la poutre.

Les nacelles, au nombre de deux, sont en forme de canots; elles occupent des positions symétriques par rapport à l'axe médian et contiennent, avec l'emplacement des pilotes, le logement des moteurs, qui actionnent chacun deux hélices latérales, placées un peu au-dessous de l'équateur. Les gouvernails ont subi d'incessantes variations de forme et de position; placés, tantôt à l'avant, tantôt à l'arrière, soit dans le prolongement de l'axe, soit au-dessous ou même au-dessus, ils ont toujours paru manquer un peu d'action pour mettre en mouvement un appareil aussi volumineux.

Les plans de profondeur et les empenrages fixes ont, eux aussi, été l'objet de nombreuses modifications. On semble s'être arrêté maintenant à l'emploi de seize plans de profondeur, groupés par huit à l'avant et à l'arrière, chaque groupe divisé lui-même en deux autres comprenant quatre plans placés de part et d'autre du ballon.

Quant aux empenrages fixes, ils se réduisent à deux plans horizontaux, fixés à l'extrémité arrière de la carcasse. Les moteurs ne développaient primitivement qu'une puissance de 16 HP chacun, laquelle était manifestement insuffisante. Aussi est-elle allée en augmentant pour atteindre celle de 170 HP par moteur. Il est d'ailleurs permis de dire que les dirigeables Zeppelin n'ont jamais été entièrement semblables eux-mêmes, car, au cours des essais, d'importantes modifications étaient souvent apportées à un ballon ayant déjà fonctionné.

Les divers Zeppelin construits de 1900 à nos jours ont effectué de très nombreuses ascensions, dont un certain nombre firent sensation à l'époque où elles eurent lieu. Ces voyages furent marqués par de fréquents accidents ou incidents, au point que,

même en Allemagne, où le Zeppelin était considéré comme une propriété nationale, on finit par douter jusqu'à un certain point de la valeur de cette sorte d'engin. On ne peut que donner l'énumération de quelques-uns des principaux voyages.

Le premier raid sensationnel fut celui exécuté avec le Zeppelin IV pendant les journées des 4 et 5 août 1908. Parti de Friedrichshafen, le dirigeable remonte le Rhin, passe au-dessus de Strasbourg, atteint Nierstein, au sud de Cologne, repart quatre heures après, vient tourner à Cologne et reprend le chemin du hangar. Mais il est obligé à nouveau d'atterrir à Echterdingen, où il est détruit par une explosion suivie d'incendie. Le dirigeable était resté trente et une heures quinze minutes hors de son hangar ; il avait tenu l'air pendant vingt heures quarante-cinq minutes et effectué un parcours de 606 kilomètres.

Le Zeppelin V quitte son hangar le 1<sup>er</sup> avril 1909 se dirigeant sur Munich ; le vent est tellement violent que le dirigeable est obligé de lui faire face et de se laisser ainsi emporter à reculons. Il peut néanmoins atterrir après une ascension d'une durée de onze heures. Il repart le lendemain, 2 avril, s'arrête quelque temps à Munich et revient définitivement à Friedrichshafen, après une absence totale de trente-neuf heures. Dans ce voyage, l'équipage est entièrement militaire, exception faite pour le comte Zeppelin et deux mécaniciens. Le Zeppelin V est du reste acheté par l'armée, qui lui donne le n<sup>o</sup> 1 et l'affecte ultérieurement à la place de Metz.

Le voyage le plus sensationnel qu'aient exécuté les Zeppelin, est, sans contredit, celui des 29, 30 et 31 mai 1909, qui fut fertile en incidents et qui mit en lumière, en même temps que l'endurance remarquable de ses pilotes, une des propriétés du ballon, assez inattendue, de pouvoir être utilisé avec un nombre de compartiments inférieur à celui de sa construction.

Le 29 mai, le Zeppelin V s'élève au-dessus du lac de Constance et prend la route du nord, ayant l'intention de pousser jusqu'à Berlin, où l'attend l'Empereur. Après une nuit assez mouvementée dans l'obscurité, le vent et l'orage, le dirigeable, ayant encore navigué toute la journée, fait demi-tour, alors qu'il n'est plus qu'à 150 kilomètres au sud de Berlin. Il est forcé d'atterrir trente-sept heures trente minutes après avoir quitté son hangar ; au contact du sol, la partie avant est défoncée, quatre compartiments sont entièrement démolis. On sectionne la partie

brisée et le dirigeable, ainsi amputé, repart le 30 mai pour atterrir, cinq heures après, à Biberach : ravitaillé en essence, il s'élève à nouveau à minuit et regagne enfin son hangar à 5<sup>h</sup>50 du matin. Il s'agit là, comme on vient de le voir, d'une performance tout à fait remarquable et exceptionnelle. De plus, le fait pour un ballon d'avoir pu, malgré une avarie aussi importante que la perte des quatre cellules avant, revenir à son point de départ, montre que, si la construction Zeppelin offre des inconvénients, elle a, en revanche, des avantages que ne possèdent les dirigeables d'aucun autre système.

Le même ballon, accepté par l'armée, se dispose à quitter Friedrichshafen le 29 juin, afin de gagner Metz, son nouveau port d'attache militaire. Monté exclusivement par des aéroliers militaires, le Zeppelin quitte le lac de Constance le 29 juin, à minuit et demi. Il fut, tout d'abord, gêné dans sa marche par un orage ; de plus, il fut contraint d'atterrir à 5 heures du matin. Au cours de cet arrêt forcé, le ballon eut à subir le vent et la pluie, et il fut souvent en danger de destruction. On parvint néanmoins à le sauver et le 3 juillet, à 11 heures du soir, il repartait de Biberach pour venir atterrir à Metz à 8<sup>h</sup>20 du matin.

Le voyage du 29 mai, qui avait Berlin pour objectif, ayant échoué, le comte Zeppelin voulut faire une nouvelle tentative. Le 27 août, il partait à 4<sup>h</sup>53 du matin et, après deux atterrissages forcés, ne parvint à Berlin que le 30 août à midi et demi.

Le jour même, à 11 heures du soir, il reprenait la route du sud et rentrait au hangar de Friedrichshafen, le 2 septembre, ayant navigué, en dernier lieu, vingt-trois heures de suite sans reprendre contact avec le sol. La distance entre le point de départ et le point d'arrivée est d'environ 700 kilomètres.

Un dirigeable du type Zeppelin a pris part, en octobre 1909 et en avril 1910, à de grandes manœuvres aéronautiques qui eurent lieu autour de Cologne. Au cours de la dernière série, les trois dirigeables qui prenaient part aux manœuvres s'étaient rendus de Cologne à Hombourg. Le Zeppelin quitta cette dernière ville le 24 avril ; mais, en raison de la vitesse du vent, il fut contraint d'atterrir en cours de route. Bien que très solidement campé et fortement maintenu par des soldats, le Zeppelin fut emporté par un ouragan et vint s'écraser 20 kilomètres plus loin sur des arbres et le toit d'un hôtel.

Enfin, il faut citer la tentative faite par le comte Zeppelin pour créer le tourisme aérien. Le ballon

*Deutschland*, du type Zeppelin (148 mètres de long, 14 mètres de diamètre, 19.500 mètres cubes de gaz et trois moteurs de 140 HP) partait le 28 juin 1910 avec dix passagers. A peine sorti, il doit lutter contre un ouragan qui dure six heures trente minutes, au bout desquelles le ballon vient se jeter dans une forêt, où il est détruit après une carrière de huit jours seulement.

D'après les derniers renseignements que l'on possède, le comte Zeppelin renoncerait, au moins pour l'armée, aux grands volumes et aurait construit un nouvel engin, de dimensions plus modestes (10.000 mètres cubes), qui a effectué des sorties en mars 1911, s'adjudgeant même le record de la hauteur (1.800 mètres) au lieu de 1.400, détenu alors par le Clément-Bayard II. Mais depuis cette époque, le Clément-Bayard a repris, avec un modèle de 9.000 mètres cubes, le record de la hauteur, en atteignant 2.000 mètres.

Quelle valeur faut-il attacher à ce système de ballon ? Mérite-t-il l'engouement manifesté à son sujet par les Allemands, ou bien, au contraire, convient-il de le tenir pour médiocre, ainsi qu'on a affecté de le faire dans notre pays ? Quoiqu'on en dise, le Zeppelin possède de très grandes qualités, qu'il a d'ailleurs mises en évidence au cours de ses nombreux voyages. Aucun dirigeable actuel d'un autre type ne possède à son actif des états de service aussi beaux que les siens ; sa vitesse propre, qui, pour certains numéros, en particulier le *Deutschland*, a atteint 16 mètres par seconde, est supérieure à celle de tous les engins analogues existants. On lui a beaucoup reproché les accidents. Il est incontestable que l'on a eu à déplorer beaucoup de pertes et de destructions ; mais, au lieu de les imputer à l'engin, peut-être serait-il plus équitable d'en faire remonter l'origine aux aéronautes. Ceux-ci ne paraissent pas toujours s'être rendu un compte bien exact de ce que l'aérostat pouvait fournir exactement. A voir les raids qu'ils ont essayé d'accomplir, on est tenté de croire que, sans s'en douter, ils ont demandé à leur ballon plus que ce qu'il était capable de faire ; d'où des accidents obligés. Ainsi, on est étonné de voir qu'un Zeppelin ait pu être obligé d'atterrir à cause du manque d'essence ; un calcul simple aurait dû cependant renseigner à ce sujet les pilotes. Il n'est pas douteux que si ceux-ci avaient été plus prudents, s'ils n'avaient pas, en toute circonstance, cherché à réaliser le « kolossal »

qui est la caractéristique de l'esprit allemand, ils auraient obtenu des succès, au lieu et place des accidents qui se sont produits. Grâce à son système de cloisonnement, le Zeppelin est, au point de vue de la guerre, moins vulnérable que les autres engins ; dans tous les cas, une atteinte qui se produit dans un ballon élémentaire n'entraîne pas la chute rapide et par suite la perte de la totalité de l'engin ; bien plus, il a pu rentrer à son port d'attache, malgré une blessure grave, et qui, pour d'autres, eût été mortelle. On lui a reproché de ne pouvoir atterrir par ses propres moyens sans se détériorer. C'est là un défaut qu'il partage avec tous les dirigeables ; car il est peu vraisemblable qu'un appareil de ce genre, à quelque catégorie qu'il appartienne, puisse, sans dommages, reprendre le contact avec le sol, uniquement par ses propres moyens. Ce qu'il est permis de considérer comme défectueux dans le Zeppelin, c'est son encombrement qui est aussi considérable, que le ballon soit ou non gonflé, et aussi son volume, qui, à rendement égal, est plus grand que celui d'un dirigeable souple. Mais, en dehors de ces inconvénients, le Zeppelin, bien conduit, constitue un excellent engin de reconnaissance militaire, que nous n'avons aucunement le droit de négliger.

*Les dirigeables Parseval.* — Si le Zeppelin est le type parfait du dirigeable rigide, par contre, le Parseval, qui, comme lui, est allemand, est le terme extrême du dirigeable souple. Le major Parseval s'est proposé, ainsi que l'ont fait également après lui, la Société Zodiac et M. Torrès-Quevedo, de créer un dirigeable entièrement démontable, qui puisse être gonflé et arrimé en pleine campagne et qui soit transportable sur deux fourgons. Les difficultés étaient d'autant plus grandes que le major Parseval n'a adopté, ni la longue nacelle des Zodiac, ni la suspension funiculaire intérieure de M. Torrès : il a tout simplement pris une enveloppe et il a suspendu à cette dernière une nacelle de très petites dimensions. De sorte que, pour ne pas avoir toute la charge concentrée sur le milieu du ballon, il a été obligé de donner une grande longueur à ses suspentes et aussi de faire usage de ralingues placées perpendiculairement à la direction qu'on a l'habitude de leur donner.

La carène, après diverses modifications, est maintenant ovoïde à l'avant, effilée à l'arrière ; la partie médiane est constituée par un cylindre. Elle renferme

deux ballonnets à air, dont le fonctionnement a été donné plus haut. La nacelle, placée très bas au-dessous du ballon, est reliée à l'enveloppe par une suspension d'un système particulier. Des suspentes parallèles la relient à la partie médiane du ballon et se combinent avec d'autres câbles plus obliques qui passent sur des poulies, de sorte que la nacelle peut se déplacer par rapport au ballon, tout en conservant son axe parallèle à celui de la carène. Toutefois, ce dispositif, qui était appliqué dans les premiers ballons paraît maintenant abandonné, et la suspension semble être rigide, constituée par des câbles avec pattes d'oie, qui se fixent à une ralingue méridienne et à deux autres ralingues, comme suivant des parallèles. En fait, le dirigeable ne reste indéformable qu'à la condition d'être entièrement plein de gaz. Quand il y a de l'air dans les ballonnets, ce qui se produit forcément à la fin des ascensions, la partie centrale, qui supporte la presque totalité de l'effort, s'affaisse pendant que les pointes se relèvent ; le dirigeable est alors *ensellé*.

L'hélice est placée au-dessus de la nacelle ; elle est à quatre branches et, à l'état de repos, elle est flasque, les ailes en tissus lâche retombant sur les supports. Dès que la rotation commence, les pales de l'hélice, convenablement lestées, se raidissent, grâce à des poids convenablement placés. Dans les nouveaux dirigeables à grand volume, les hélices sont au nombre de deux, et actionnées par des moteurs distincts. Il n'y a pas de plans de profondeur, les ballonnets à air en tenant lieu ; quant aux empennages fixes, ils sont réduits à leur plus simple expression : deux plans horizontaux rectangulaires à l'arrière de l'enveloppe, pour la stabilisation longitudinale ; un plan vertical fixe, suivi du gouvernail de direction, au contact même de la carène.

Le premier Parseval a été essayé le 26 mai 1906 ; il avait 2.300 mètres cubes et un moteur de 90 HP. Depuis cette date, l'armée allemande a possédé au moins quatre engins de ce genre, dont les derniers ont des volumes de 6.000 à 7.000 mètres, avec une force motrice allant jusqu'à 300 HP. Aussi, malgré que le Parseval soit loin d'être parfait au point de vue forme et construction, il n'en a pas moins donné de bons résultats, en ce qui concerne la vitesse (qui a atteint 15 mètres par seconde), l'endurance, la robustesse et la simplicité qui ont permis de l'employer dans des cas où on aurait hésité à faire usage de ballons d'un système différent.

Bien que le Parseval n'ait pas à son actif des performances aussi sensationnelles que celles des Zeppelin, il a néanmoins exécuté quelques grandes ascensions ; enfin, il est surtout remarquable par le nombre de sorties faites dans un temps donné, ce qui est une qualité très appréciable pour un dirigeable militaire. Ainsi, du 26 août au 21 septembre 1907, il exécute quinze sorties ; du 13 août au 16 septembre 1908, il sort dix-sept fois, et du 5 mai au 15 juin 1909, quatorze fois.

Parmi les voyages, citons celui du 15 septembre 1908, pendant lequel le Parseval, parti de Tegel, revient à son point de départ, ayant parcouru 255 kilomètres en onze heures quinze minutes. Le Parseval est le seul des trois ballons militaires qui, ayant pris part aux manœuvres d'avril 1910, ait terminé cette campagne sans accident. Le 23 avril, il rentrait seul à Cologne, venant de Hombourg, après une lutte très dure de six heures contre un vent violent.

*Les dirigeables Gross.* — Entre le Zeppelin rigide et le Parseval entièrement souple, les Allemands possèdent un dirigeable souple à intermédiaire rigide, qui, suivant toute vraisemblance, a été inspiré par les dirigeables Lebaudy-Julliot. L'allure générale de ces deux sortes de ballons est en effet identique. Toutefois, la plate-forme a été remplacée par une longue quille, divisée en trois parties et qui est complètement détachée de l'enveloppe, ce qui rappelle la disposition du *Morning-Post*. La quille est prolongée par un empennage cruciforme, à l'extrémité duquel est le gouvernail de direction. Dans les premiers ballons, c'était la plate-forme qui portait les hélices, lesquelles étaient mises en mouvement au moyen de câbles passant sur des poulies à gorge. Ce système de transmission a été conservé ; mais, actuellement, les hélices font partie de la nacelle. A l'avant de la quille se trouve un plan stabilisateur de tête et, au milieu, des plans de profondeur mobiles. Le papiillon horizontal de l'arrière a seul été conservé. Enfin, la forme de l'enveloppe n'est pas non plus identique ; elle est trapue à l'avant et effilée à l'arrière. La nacelle est courte, entièrement métallique ; il y a deux ballonnets, comme dans le Parseval : l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Le nombre des moteurs a varié avec le volume du ballon. Il n'y en avait primitivement que deux ; mais, au fur et à mesure qu'on est allé en augmentant le volume du ballon, le nombre et la puissance des moteurs se

sont accrus. Dans les derniers Gross, qui atteignent 7.000 mètres cubes, on dispose de quatre moteurs de 75 HP, soit au total 300 HP.

Le *Militaire III* possède, comme disposition originale, une manœuvre de hauteur par changement de l'équilibre longitudinal, au moyen du déplacement d'une masse liquide, allant de l'avant vers l'arrière ou inversement. La vitesse propre de ce dernier ballon serait de 16 mètres par seconde. Les essais des dirigeables Gross remontent à l'année 1906 ; mais il y eut au début beaucoup de tâtonnements, d'autant plus que le premier ballon construit avait un volume très faible de 1.800 mètres cubes. Depuis cette date, les Gross ont exécuté de très nombreuses ascensions. Dès le 23 juillet 1907, le Gross II fait une sortie de trois heures trente minutes ; le 28 octobre, un voyage de huit heures dix minutes. Le 5 août 1909, le Gross accomplit un raid de 500 kilomètres en seize heures. Les dirigeables militaires ont en outre pris part aux grandes manœuvres aéronautiques allemandes (*V. plus loin*).

Le 31 janvier 1911, le dirigeable *Militaire III*, qui se trouvait à Berlin, quittait son hangar pour gagner Metz, son port d'attache. Parti à 8<sup>h</sup>15, il parvenait à Gotha (300 kilomètres) à 1<sup>h</sup>45.

Le 7 février 1911, il repartait de Gotha à 10<sup>h</sup>05 du matin, et, après être passé à Hanau, venait atterrir à 6<sup>h</sup>45 à Metz, terme de son voyage.

Signalons enfin que les Allemands ont fait à bord de leurs dirigeables de nombreux essais de télégraphie sans fil et de lancement de projectiles.

En dehors des dirigeables Zeppelin, Parseval et Gross, qui sont militarisés, l'Allemagne possède un assez grand nombre de dirigeables d'autres systèmes, qui n'ont encore pas été essayés par l'armée (Clouth, Ruthenberg, Leichlingen, Schütte, Ersblöh, etc...). Nous ne parlerons que de l'un d'entre eux, le *Siemens-Schukert*, qui a été essayé en février 1911, parce que ce nouveau ballon dépasse en grandeur les Zeppelin eux-mêmes. Son enveloppe a une longueur de 145 mètres, et environ 18 mètres de diamètre. Cette immense carène a la forme d'un cylindre terminé à l'avant par une partie renflée et à l'arrière par une pointe effilée. Elle serait divisée en six compartiments et se trouverait réunie aux trois nacelles par une quille recouverte d'étoffe. Les deux nacelles extrêmes contiennent les moteurs qui actionnent les hélices ; ces dernières, au nombre de six, peuvent ne pas fonctionner simultanément, mais

au contraire être mises en mouvement en nombre quelconque. La force motrice nécessaire est fournie par quatre moteurs Daimler de 120 HP chacun. La nacelle centrale est réservée aux pilotes. Les constructeurs auraient, paraît-il, l'intention de transporter avec cet engin toute une compagnie, ce qui ne laisse pas de paraître un peu exagéré.

*Les dirigeables militaires italiens.* — Le sport aéronautique a eu des adeptes en Italie, depuis l'année 1905, qui voit évoluer le dirigeable *Italia* du comte Almerico da Schio, puis, en 1909, le ballon Forlanini. Mais les essais les plus intéressants ont été faits au point de vue militaire et exclusivement par les officiers aéroliers de la brigade spécialiste. Ceux-ci, qui déclarent du reste être les élèves du colonel Renard, ont poursuivi pendant plusieurs années des études minutieuses et méthodiques, qui leur ont permis de construire un dirigeable d'une indiscutable originalité et d'une supériorité très marquée sur presque tous les autres engins existants.

L'enveloppe a une forme caractéristique, qui a été déterminée par l'expérience comme étant celle qui offre la moindre résistance à l'avancement : l'avant est très trapu, tandis que l'arrière est très effilé, sans aucune interposition de partie cylindrique. La carène rappelle ainsi celle des torpilles et la forme des poissons à grande vitesse, qui fendent l'eau sans peine, grâce à leur avant trapu. L'étoffe qui sert à fabriquer l'enveloppe est un tissu de soie, très léger et très résistant, teint en jaune par une teinture végétale et recouvert après vernissage d'une couche mince de poudre d'aluminium. Si l'on jugeait le ballon par l'apparence extérieure, on le classerait dans la catégorie des dirigeables entièrement souples, à côté du Parseval et du Torrès. En réalité, il est de la catégorie des engins à intermédiaire rigide. Toutefois, ce dernier n'est pas apparent ; il est en entier renfermé par la carène dont il épouse la forme et dont il occupe la partie inférieure. Cette sorte de carcasse n'est pas rigide ; elle est constituée par des panneaux articulés, de sorte que cette plate-forme peut, en définitive, suivre le ballon dans toutes ses déformations. Elle repose sur la paroi inférieure de l'enveloppe, qui la cache aux vues et qui est percée de trous convenables, par où passent les suspentes qui se fixent, d'une part à la plate-forme, d'autre part à la nacelle.

Le ballon comprend un ballonnet et il est de plus

divisé en six compartiments indépendants munis de soupapes, qui s'ouvrent automatiquement, lorsque la pression intérieure devient trop considérable.

La nacelle est en tubes d'acier ; elle est étanche, de façon à pouvoir se tenir sur l'eau en cas de besoin. Elle a des dimensions très faibles (7 à 8 mètres) ; elle contient un moteur Bayard-Clément de 100 HP actionnant deux hélices latérales surélevées et à pas variable, ce qui permet la marche arrière si utile à l'atterrissage.

Au-dessous du ballon, sous la partie arrière, se trouve une quille entoilée. Des plans mobiles d'empannage horizontaux, au nombre de trois, sont portés par la plate-forme. Ils font office de stabilisateur automatique ; dès que le ballon s'incline et annonce un mouvement de tangage, les plans prennent automatiquement une inclinaison de même sens, mais amplifiée par un dispositif spécial. Ils ont par suite une action considérable et, de fait, la stabilité du ballon est à peu près parfaite. Des gouvernails verticaux peuvent venir ajouter leur action à celle du gouvernail placé après la quille, toutes les fois que le besoin s'en fait sentir.

Les résultats obtenus par ce dirigeable ont été, dès le début même, très satisfaisants. Quelques modifications peu importantes ont été faites, qui ont consisté surtout à arrondir la pointe arrière de façon à augmenter le volume qui était un peu insuffisant. On en a profité pour cloisonner et pour rendre articulée la plate-forme, qui, dans le premier type, était entièrement rigide.

Les dirigeables militaires italiens ont été entièrement construits dans les ateliers de la *Brigata Specialisti*, d'après les idées de deux savants officiers du génie, les capitaines Crocco et Riccaldoni, sous la haute direction du colonel Morris. Les remarquables expériences qui ont abouti à la construction du dirigeable militaire ont été faites à Bracciano, situé à peu de distance au nord de Rome. Jusqu'ici, les aéroliers militaires n'ont expérimenté qu'un seul ballon, le *Militaire I*, qui, après quelques modifications, a été appelé le *M. 1<sup>bis</sup>*. Deux autres dirigeables seraient, dit-on, en construction et prendraient part aux grandes manœuvres.

Le plus beau voyage effectué par le Militaire italien *I<sup>bis</sup>* est le voyage Bracciano-Naples et retour, sans escale.

La vitesse propre du dirigeable est de 50 kilomètres à l'heure.

A l'heure actuelle, toutes les grandes puissances ont envisagé l'éventualité de se servir des dirigeables comme engins de reconnaissance militaire. Mais toutes n'ont pas fait les mêmes efforts, ni obtenu les mêmes succès.

En Angleterre, les aérostiers militaires ont construit deux ballons dirigeables : le *Nulli Secundus* et le *Baby*, qui avaient comme seule particularité remarquable d'avoir une enveloppe en baudruche, mais qui n'ont donné aucun résultat. L'armée anglaise possède maintenant deux ballons achetés en France, le *Morning-Post* et le *Clément-Bayard II*. En outre, il y aurait en construction un auto-ballon portant le nom de *Beta*.

L'Autriche a acheté un dirigeable à MM. Lebaudy et un deuxième au major Parseval. Elle vient d'acquérir un dirigeable du système Kœrting, de 3,600 mètres cubes avec deux moteurs de 75 HP.

La Russie, après avoir essayé de construire par ses propres moyens, s'est également décidée à faire l'acquisition d'un ballon Lebaudy et d'un Zodiac.

Enfin, l'Espagne a pris possession du dirigeable *Espana*, construit par la Société Astra.

*Utilisation et mode d'emploi des dirigeables militaires.* — Avant de chercher quel est le mode d'utilisation des dirigeables, il convient tout d'abord de voir dans quelles conditions ils peuvent être utilisés. Or, bien que le secret des expériences de tir contre les ballons faites en France et à l'étranger n'ait pas été entièrement percé, il n'est pas douteux que les résultats auxquels on a abouti, sont les mêmes. Si les dirigeables n'ont rien à craindre de l'artillerie de campagne, à la condition, toutefois, de naviguer à une hauteur qui ne doit pas être inférieure à 600 mètres, il n'en est pas moins vrai que ces engins seraient, suivant toute vraisemblance, détruits assez rapidement par une artillerie spéciale permettant le tir rapide sous de grands angles. Le ballon automobile ne dispose que d'un seul moyen pour échapper aux projectiles ennemis : ce moyen consiste à s'élever assez haut pour ne pas être atteint. L'altitude minimum au-dessous de laquelle il ne doit pas descendre, semble être de 1.500 mètres. Comme, d'autre part, il y a intérêt à ce que les dirigeables parcourent le moins possible de chemin en territoire ami, ils devront gagner cette hauteur très rapidement, et s'y maintenir durant la plus grande partie de leur voyage. On s'explique ainsi les conditions imposées

aux constructeurs de dirigeables militaires, à savoir : de fournir des engins susceptibles de naviguer 15 heures, en restant pendant les deux tiers de l'ascension à une altitude supérieure à 1.500 mètres. Tout dirigeable qui ne serait pas capable d'un tel effort, n'aurait par cela même qu'une valeur militaire très faible, et ne pourrait être considéré comme susceptible de rendre de réels services. Il en résulte immédiatement que, pour s'élever, le ballon devra avoir du lest ; si, en outre, on lui impose encore la condition de faire des voyages à grande distance, la quantité de lest nécessaire devra être augmentée et on arrive ainsi logiquement — on devrait dire, fatalement — à cette obligation qui avait échappé au premier abord, d'avoir des dirigeables militaires à très grand volume, toute diminution de ce dernier entraînant, de façon irrémédiable, une diminution correspondante de la distance qu'il sera possible de parcourir. Aussi ne doit-on pas s'étonner de voir toutes les grandes puissances militaires se lancer de nos jours dans la construction d'unités aériennes d'un tonnage d'autant plus élevé, qu'on exige d'elles la possibilité de raids à plus longue portée. Il est donc possible d'établir une classification sur le volume, parce qu'elle renseigne immédiatement sur ce qu'on peut exiger du ballon.

En France, on a divisé les auto-ballons militaires en trois catégories, qui sont : les *vedettes*, les *éclaireurs* et les *croiseurs*.

Les *vedettes* sont des ballons de 2.000 à 4.000 mètres cubes, susceptibles d'emporter trois aéronautes. Leur rayon d'action est assez limité ; il ne semble pas qu'on puisse exiger d'elles des voyages d'une durée supérieure à quatre heures, ce qui représente une distance parcourue de 150 kilomètres environ, si on adopte comme vitesse moyenne la valeur de 35 kilomètres, qui, en circuit fermé, n'a guère été dépassée. Les vedettes devront se tenir aussi près que possible de l'ennemi, de manière à avoir le minimum de chemin à parcourir pour arriver jusqu'à lui ; elles marcheront, par suite, avec les armées en campagne, et il sera nécessaire de leur donner une grande mobilité, de même qu'il faudra réduire au minimum le temps nécessaire au gonflement et à l'arrimage. C'est à des préoccupations de ce genre qu'a obéi le major Parseval, qui, comme on l'a vu plus haut, a créé un matériel répondant à ces conditions ; il en est de même des dirigeables Zodiac et Torrès-Quevedo. De tels engins pourront suivre le mouvement de l'armée,

se gonfler très vite sur un ordre donné et exécuter aussitôt une reconnaissance à courte distance. On les emploiera quand les deux partis seront au contact et que la distance à franchir sera faible. Peut-être même, pourra-t-on en faire un usage utile pendant la bataille même, si, comme l'exemple de la guerre de Mandchourie conduit à le penser, cette dernière acquiert une certaine durée.

Les *éclaireurs aériens*, d'un volume de 6.000 à 7.000 mètres cubes, auront un rayon d'action plus considérable et ils seront, en conséquence, susceptibles d'être envoyés plus loin pendant plus longtemps. Ils ne sont pas nécessairement d'une extrême mobilité, et, en raison de leur cube, ils auront besoin d'un hangar pour être à l'abri, alors que, au contraire, les vedettes pourront être laissées en plein air et au besoin, en cas de danger, être dégonflées. Les éclaireurs entreront en jeu pendant la période où les armées, assez éloignées l'une de l'autre, exécuteront leurs marches d'approche, afin d'arriver au contact.

Quant aux *croiseurs*, pour lesquels on prévoit dans tous les pays des volumes énormes, dépassant 10.000 mètres cubes, ils seront les *dreadnoughts* des flottes aériennes, et, comme tels, en raison de leur résistance, on leur confiera des missions importantes, à grande distance et de longue durée. Les reconnaissances qu'ils exécuteront seront vraisemblablement des reconnaissances stratégiques, qui les conduiront, au début des hostilités, en plein cœur du pays ennemi, dans les régions où on pourra prévoir que s'effectue la concentration des troupes. Ils devront donc se trouver dès le temps de paix assez près de la frontière, dans des points convenablement choisis, où il faudra les gonfler et les arrimer, sans retard, de manière qu'ils soient prêts à partir au premier signal. Les Allemands ont déjà réalisé plusieurs installations de ce genre : à Metz, où se trouvent des hangars qui abritent le Zeppelin I et le Militaire III ; à Strasbourg, où ils vont avoir également un Zeppelin et un Militaire, sans parler des Parseval de plus faible volume qui, en raison du peu de chemin à parcourir entre Metz et la frontière française, pourraient, si on ne les en empêche pas, tenter de faire des excursions au-dessus de notre pays. Tel est, semble-t-il, dans ses très grandes lignes, le rôle que les dirigeables auront à remplir. Mais, queiles que soient la nature ou l'importance de la mission dont ils sont chargés, ils ne peuvent être

réellement utiles que si les renseignements recueillis par eux parviennent en temps voulu. Or, est-il possible d'affirmer qu'un dirigeable reviendra toujours à son point de départ, rapporter lui-même les indications recueillis ? Évidemment, non.

Il pourra arriver que le ballon descende, malgré lui, plus bas qu'il ne l'aurait fallu, et qu'il soit à ce moment-là blessé à mort par des projectiles ennemis. Peut-on penser que rien de ce qu'il aura vu auparavant ne parviendra à destination ? Ce serait illogique et en même temps, ce serait méconnaître les résultats obtenus avec la télégraphie sans fil. Celle-ci permettra aux aéronautes de se tenir en relations constantes avec le commandement, dont ils pourront recevoir les ordres et, en tout cas, auxquels ils auront toute facilité pour transmettre leurs renseignements. Cette question, de première importance, a fait l'objet d'études dans divers pays. Les résultats n'en sont pas connus ; mais on n'ignore pas que des expériences de télégraphie sans fil ont été faites à bord des dirigeables militaires allemands, en particulier pendant les manœuvres d'octobre-novembre 1909 et avril 1910. De même, en France, on procéda à des essais de transmission sur le Bayard-Clément n° II, au cours des manœuvres de Picardie. Quoi qu'il en soit, la télégraphie sans fil est indispensable à bord des auto-ballons ; seule, elle leur permettra non seulement de renseigner à l'instant même où on verra, mais encore elle enlèvera aux aéronautes la préoccupation du retour, ce qui leur permettra de faire plus allègrement le sacrifice de leur vie, en pensant que leur rôle n'aura pas été inutile et que tout ne périra pas avec eux.

Ce qui précède constitue les prévisions ; mais, on est en droit de se demander si ces dernières ont un fondement. Incontestablement, puisqu'il a été procédé à des manœuvres auxquelles participèrent des dirigeables. En France, tout le monde le sait, ces engins ont pris part aux manœuvres du Bourbonnais, en 1909, et à celles de Picardie, en 1910 : c'est dire que les ballons y furent en liaison avec les autres armes. En Allemagne, au contraire, on n'a procédé jusqu'ici qu'à des manœuvres spéciales, en octobre-novembre 1909 et en avril 1910, auxquelles les dirigeables seuls prirent part.

*Manœuvres de 1909.* — Un seul dirigeable, la *République*, coopéra aux manœuvres du Bourbonnais. Le 13 septembre, il se trouvait prêt dans son

hangar de Lapalisse et il effectuait la première sortie. Au cours des manœuvres, le ballon fut mis alternativement à la disposition des généraux commandants des corps d'armée et, sans entrer dans le détail des reconnaissances qu'il accomplit, son rôle se résume dans l'appréciation portée par le général Goiran, qui, profitant d'une journée de beau temps, fut mieux renseigné que son adversaire et reconnu, au cours de la critique, que les renseignements fournis par la *République* lui avaient dévoilé les projets de l'ennemi et lui avaient permis de prendre des dispositions, qui lui assurèrent une supériorité très marquée. Malheureusement, le volume assez faible du dirigeable et la nécessité où on a été d'économiser le gaz, ne lui permirent pas de naviguer à de grandes hauteurs, puisqu'il ne dépassa jamais 800 mètres.

Néanmoins, cette première tentative avait été fertile en résultats et elle devait encourager à tenter d'autres essais.

*Manœuvres allemandes de 1909.* — Ces manœuvres, exclusivement aéronautiques, avaient surtout pour but de comparer les trois systèmes de ballons existants en Allemagne. Elles réunirent quatre engins de trois types différents : le Zeppelin II, le Gross II, le Parseval I et le Parseval III. Les trois premiers ballons étaient garés à Cologne ; le dernier à Leichlingen. Du 28 octobre au 6 novembre eurent lieu les évolutions. Les divers engins recevaient les ordres, qui consistaient en reconnaissances, ou en luttes de vitesse, ou en recherche de la hauteur. De très nombreuses ascensions, dont quelques-unes de longue durée, furent faites ; le 30 octobre, à 11<sup>h</sup> 20 du soir, on procéda au départ des ballons de Cologne. L'excursion devait durer dix heures ; elle fut en réalité de 8<sup>h</sup> 30, pour le Zeppelin, de 10<sup>h</sup> 30 pour le Parseval, et de 12<sup>h</sup> 30 pour le Gross. Dans la nuit du 2 au 3 novembre, nouvelle ascension, comprenant un parcours moyen de 250 kilomètres et une durée de neuf heures. Les altitudes atteintes ne paraissent pas avoir dépassé 1.200 mètres ; elles le furent seulement par le Gross et le Parseval.

*Manœuvres allemandes de 1910.* — C'est encore autour de Cologne qu'ont lieu, à partir du 17 avril 1910, de nouvelles manœuvres, qui eurent moins de succès que les précédentes, lesquelles s'étaient, en définitive, passées sans incidents. Elles associèrent les Militaires I et III, le Parseval III et le Zeppelin II. A la date du 18 avril, le général Lyncken passe une

grande revue, à l'issue de laquelle le Militaire I et le Parseval III font une sortie d'une durée de trois heures, pendant que le Zeppelin II, qui reçoit le baptême de l'air, évolue de 11<sup>h</sup> 30 à 6<sup>h</sup> 20, soit pendant sept heures, avec une parfaite aisance. Le 22 avril, le Militaire III procède à des essais réussis de lancement de projectiles. Le même jour, l'empereur Guillaume, qui est à Hombourg, envoie aux trois dirigeables l'ordre de venir le retrouver dans cette ville. Les navires aériens s'échelonnent sur la route dans l'ordre suivant : le Parseval III quitte Cologne à 11 heures, le Militaire I à 11<sup>h</sup> 20 et le Zeppelin II à 11<sup>h</sup> 30. Ils arrivent à destination vers 4 heures et ils continuent leurs évolutions jusqu'à 6 heures. Cette journée devait terminer les manœuvres proprement dites. En effet, le 23 avril, on est dans l'obligation de dégonfler le Gross, qui a subi des avaries ; le Zeppelin II, qui tente de revenir à Cologne, est contraint d'atterrir en route et est emporté par un ouragan. Seul, le Parseval peut, non sans peine, réintégrer Cologne. C'est encore ce ballon qui, le 29 avril, part, à 6 heures du matin, pour Dusseldorf, revient à 11<sup>h</sup> 30, repart à midi et atterrit définitivement à 2 heures de l'après-midi.

Cet exploit clôture cette deuxième série de manœuvres.

*Grandes manœuvres de Picardie.* — Les grandes manœuvres françaises de 1910 ont été un événement de plus haut intérêt au point de vue aéronautique, car elles ont eu pour résultat d'associer en même temps les dirigeables et les aéroplanes, ceux-ci paraissant pour la première fois en liaison avec les autres armes. Par suite, nous ne séparerons pas ces deux sortes d'engins et nous examinerons les manœuvres dans leur ensemble, en ce qui concerne les dirigeables, aussi bien que les aéroplanes.

Les engins de locomotion aérienne étaient répartis en trois groupes. Le premier était à la disposition du général directeur des manœuvres ; il comprenait quatre aéroplanes (deux biplans et deux monoplans) et tous les dirigeables au nombre de trois. Les hangars étaient installés à Briot, près de Grandvilliers.

Le deuxième groupe, formé de trois biplans et un monoplan, était stationné à Poix, à la disposition du général commandant le 2<sup>e</sup> corps d'armée. Enfin le troisième groupe, avec, également, trois biplans, et un monoplan, se trouvait à Formerie, aux ordres du général commandant le 3<sup>e</sup> corps d'armée. Un quatrième

dirigeable, le *Colonel Renard*, était tenu en réserve à Issy-les-Moulineaux ; de plus, les troupes en manœuvre devaient pouvoir rester en relations avec une armée évoluant en Normandie.

La concentration de tous les appareils se fit en partie par la voie des airs et en partie par transports ferrés. Parmi les voyages les plus remarquables, il faut citer celui du lieutenant Bellenger, qui, parti d'Issy-les-Moulineaux, sur monoplan Blériot, à 5<sup>h</sup> 30, arrivait à Grandvilliers à 6<sup>h</sup> 45, malgré le brouillard. Cet aviateur s'élevait à nouveau à 8<sup>h</sup> 33 pour atterrir définitivement à Formerie, à 8<sup>h</sup> 40. Hubert Latham, sur monoplan Antoinette, Caillet sur biplan Farman, gagnèrent également Briot, mais après quelques incidents et des atterrissages obligés.

Louis Bréguet, ayant comme passager le capitaine Madiot, sur biplan Bréguet, parcourait la distance entre Douai et Briot (118 kilomètres) en 1<sup>h</sup> 20. Le dirigeable *Clément-Bayard II* quittait, le 11 septembre, son hangar de la Motte-Breuil, à 8<sup>h</sup> 50, et, piloté par le lieutenant Tixier, atterrissait à Briot à 11<sup>h</sup> 11. Durant ce voyage, le ballon, qui avait à son bord le commandant Ferrière, put, grâce aux appareils de télégraphie sans fil, rester constamment en relations avec la tour Eiffel et l'aérodrome de Briot. La *Liberté*, escorté sur une partie du parcours par le *Colonel Renard*, arrive également à Briot le 14 septembre, malgré une escale à Beauvais. Quant au *Zodiac III*, il fut transporté par voie ferrée.

Les véritables manœuvres ne commencent que le 12 septembre. Du reste, pendant les journées des 9 et 10 septembre, le vent est peu favorable et, de plus, la concentration des appareils aériens n'est pas complètement terminée.

Dans la journée du 12 septembre, deux reconnaissances sont effectuées, dont l'une par le lieutenant Bellenger, qui rapporte au 3<sup>e</sup> corps des renseignements utiles sur les positions des troupes ennemies. — Le lieutenant Acquaviva et l'adjudant Ménard font deux voyages pour le compte du 3<sup>e</sup> corps ; mais les troupes sont au repos et le résultat se trouve, par suite, diminué d'importance. Le 14 septembre, le lieutenant Bellenger et l'adjudant Ménard vont à nouveau voler au-dessus des troupes ennemies ; en particulier, ce dernier aviateur, ayant le lieutenant Sido comme observateur, reconnaît successivement des compagnies d'infanterie, une brigade, deux groupes d'artillerie, et signale la présence à terre, aux avant-postes du 3<sup>e</sup> corps, d'un monoplan Blériot, qui n'est

autre que celui du lieutenant Bellenger. Le 14 septembre, jour où le Président de la République vient visiter les installations, est peu favorable aux évolutions, au moins dans la matinée. Néanmoins, quelques aéroplanes et le *Clément-Bayard* effectuent plutôt des sorties que des reconnaissances. Dans l'après-midi, le temps étant plus favorable, on donne l'ordre au lieutenant de Caumont d'aller porter un message au général commandant l'armée de Normandie, qui est supposé avoir son quartier général à Rouen. Cet officier quitte aussitôt le terrain des manœuvres et atterrit à Rouen, ayant ainsi accompli sa mission. En même temps le *Clément-Bayard II* est dirigé sur Issy-les-Moulineaux, pour y maintenir les relations avec Paris. Parti à 3<sup>h</sup> 20, il atterrissait à 5<sup>h</sup> 27 (120 kilomètres en 2<sup>h</sup> 17).

Le 16 septembre devait être marqué par une brillante reconnaissance du lieutenant Bellenger, lequel, avant que la bataille ait été engagée, avait procédé à deux voyages, représentant un parcours de 150 kilomètres. Grâce aux indications qui furent ainsi fournies au général commandant le 3<sup>e</sup> corps, celui-ci put grouper ses forces sur les points qui étaient plus spécialement menacés par son adversaire. Ce dernier, du reste, fut, lui aussi, très bien renseigné, grâce aux vols de l'adjudant Ménard et du lieutenant Sido, lesquels, partis dès 6 heures du matin, purent ainsi donner des renseignements de la plus rigoureuse exactitude. Durant cette journée, les deux dirigeables présents sur le théâtre des opérations, la *Liberté* et le *Zodiac*, tentèrent également des sorties; mais, alors que les aéroplanes avaient pu évoluer, les dirigeables, au contraire, ne purent que difficilement lutter contre le vent et se virent, de ce fait, contraints de rentrer trois quarts d'heure seulement après leur départ. Le même jour, le *Clément-Bayard*, qui se trouvait à Issy-les-Moulineaux, tentait de regagner Briot; mais, malgré l'habileté du pilote, celui-ci ne put mettre son projet à exécution et, bien que s'étant mis en route, il fut dans la nécessité de rebrousser chemin et de revenir à Issy. Le 17 septembre fut une journée de repos occasionnée par la vitesse du vent. Au contraire, le 18 septembre, date de clôture des manœuvres, constitua une véritable apothéose; car on put voir, dans le ciel, évoluer en même temps quatre dirigeables et huit aéroplanes. Mais le plus beau résultat de la journée fut celui qu'obtint le général commandant le 3<sup>e</sup> corps, grâce à un renseignement du lieutenant

Bellenger. Cet officier, parti en reconnaissance sur son monoplan Blériot, remarqua qu'une division de cavalerie ennemie, arrêtée aux environs d'un bois et d'un carrefour, avait mis pied à terre sans s'inquiéter autrement de la présence de l'adversaire, et en attendant le retour du général commandant la division, qui se trouvait en avant. Sans hésiter, le lieutenant Bellenger note le renseignement, indique l'endroit précis où se trouve la division, et vient voler au-dessus d'une division amie. Il laisse tomber ses notes, qui sont portées au général, lequel se met à la recherche de la division ennemie, qu'il parvient à cerner, avant que les hommes aient eu le temps de mettre le pied à l'étrier. Dans la réalité, la division eût été anéantie.

Au moment même où les manœuvres allaient prendre fin, le *Clément-Bayard II* et le *Colonel Renard* atterrissaient à Briot, ayant accompli tous deux, sans incident, le voyage d'Issy-les-Moulineaux à Grandvilliers. Il y avait à ce moment sur le terrain quatre dirigeables, alors qu'il existait seulement trois hangars pour les abriter. Aussi donne-t-on l'ordre au *Zodiac III* de rentrer à Issy-les-Moulineaux où il arrive le jour même sans incident.

Dès le lendemain, 19 septembre, le *Colonel Renard* revient également à Issy, après avoir effectué une mission de reconnaissance d'une durée de cinq heures, au cours de laquelle il parcourut 250 kilomètres. Le *Clément-Bayard* regagne son hangar de la Motte-Breuil, après avoir traversé un violent orage, qui est encore rendu plus dangereux par la présence de l'antenne des appareils de télégraphie sans fil. Moins heureux que les précédents, le dirigeable la *Liberté*, qui se dirige sur Meudon, doit faire une escale et passer la nuit à Serre, en butte à un ouragan. Il repart le lendemain et arrive à Meudon, malgré un vent violent. Deux aviateurs seulement rentrent par la voie des airs : le lieutenant Bellenger va de Briot à Vincennes, et l'adjudant Ménard de Paris à Mourmelon.

Quels sont les enseignements qui se dégagent de cette première expérience tentée en grand de l'emploi des appareils aériens aux manœuvres ? Un fait brutal, résultant d'une simple constatation statistique, se dégage dès le premier abord, à savoir que les aéroplanes effectuèrent plus de sorties que les dirigeables, à des moments où ceux-ci étaient dans l'impossibilité de s'élever. En effet, si l'on excepte la journée du 17 septembre, durant laquelle tous les

appareils restèrent dans les hangars par excès de prudence, on peut dire que les aéroplanes s'en volèrent aux instants précis où l'ordre leur en fut donné. Les dirigeables, au contraire, d'ailleurs peu favorisés par le temps, ne purent sortir qu'à certaines heures, qui furent presque toujours celles où la manœuvre était arrêtée. Il en résulta que les renseignements fournis par les dirigeables furent très peu nombreux et très peu importants, alors que ceux des aéroplanes furent des plus précieux. Que doit-on conclure de cette remarque, en toute impartialité ? Faut-il aller jusqu'à dire que les dirigeables sont impuissants et qu'il faut les abandonner dès maintenant pour les aéroplanes ? Nous ne le croyons pas. En effet, on ne doit jamais oublier que les grandes manœuvres, si près qu'elles soient de la réalité, n'en sont, malgré tout, qu'une image assez imparfaite. Les divers engagements qui se déroulèrent autour de Grandvilliers eurent comme cadre un terrain très peu étendu, circonstance favorable aux aéroplanes, dont le rayon d'action est encore limité. De plus, la durée de ces mêmes engagements fut faible, si on la compare à ce qu'elle aurait été en cas de guerre, où les mouvements sont lents et les opérations longues à se produire ; or, plus on dispose de temps, plus on augmente évidemment les chances de sortie des dirigeables. Enfin, et c'est là-dessus surtout qu'il convient d'insister, si ces derniers engins ne sortirent que très rarement à une heure fixée à l'avance, ils purent néanmoins effectuer des sorties à d'autres heures de la journée. Ces sorties, durant les manœuvres, ne donnèrent aucun résultat, car elles eurent lieu à la fin de la journée, c'est-à-dire au moment où les troupes rentrées au cantonnement se trouvaient au repos. En campagne, il n'en aurait pas été ainsi ; le repos obligé est inconnu et un dirigeable qui sortirait à un instant quelconque, remplirait toujours un but utile. Trois dirigeables sont venus à Briot par leurs propres moyens ; quatre ont regagné de même leurs ports d'attache habituels. Croit-on que ces voyages, s'ils avaient été effectués au-dessus des lignes ennemies, auraient été sans résultats ? Évidemment, non ; car si, pendant ces manœuvres, il y a des heures de la journée où il est inutile de sortir parce qu'on ne voit rien, en campagne il n'en est pas ainsi, car il y a toujours quelque chose à voir. Enfin, dans les cinq heures que dura le voyage du *Colonel Renard* pendant son retour du 19 septembre, il parcourut 250 kilomètres sans arrêt, alors que le raid le plus long,

accompli par les aéroplanes fut de 150 kilomètres, avec atterrissage intermédiaire. La conclusion s'impose : les deux sortes d'engins, dirigeables et aéroplanes, sont susceptibles de rendre des services et on n'est pas encore autorisé à proclamer la faillite du dirigeable, qui n'a peut-être pas dit son dernier mot.

Les manœuvres de 1910 avaient été le premier essai officiel de l'emploi de l'aéroplane aux armées. Il n'existait encore à ce moment-là aucune organisation du service de l'aviation militaire. Le but poursuivi avait été de faire une tentative en vue d'avoir des indications pour l'avenir. Durant l'année 1911, l'aviation militaire s'est développée ; elle a pris même une extension considérable. Des centres d'aviation ont été créés ; l'armée possède de nombreux pilotes et aussi de nombreux appareils. Le nouveau service prend part pendant l'année à plusieurs exercices ou manœuvres. Mais, étant donné qu'il s'agit d'une innovation complète, on manque de renseignements sur la constitution à donner aux sections d'aviation, ainsi que sur les services définitifs que les aéroplanes sont appelés à rendre. Aussi y a-t-il lieu de faire, au cours des manœuvres, une application dans les conditions mêmes de la réalité. La participation, dans la plus large mesure, du service de l'aéronautique est donc décidée pour les grandes manœuvres et tout est prévu pour celles qui vont se dérouler dans le Nord avec le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> corps d'armée. Mais, au dernier moment, ces dernières doivent être contremandées et des dispositions sont prises d'urgence pour permettre l'emploi des aéroplanes aux manœuvres du 7<sup>e</sup> corps, dans la région de Vesoul, et du 6<sup>e</sup> corps dans la région de Bar-le-Duc. Bien que prise à la dernière heure cette décision ne donne lieu à aucun retard, et grâce au dévouement et à l'habileté des officiers du service de l'aéronautique, celui-ci est prêt à entrer en ligne au moment voulu.

Le but de ces manœuvres était de préciser certains points d'organisation et de fixer les détails d'exécution. Pour atteindre ce résultat, il fallait ne pas se renfermer dans un système unique, mais, au contraire, en mettre plusieurs à l'essai, de façon à pouvoir établir une comparaison et apprécier les avantages ou les inconvénients de chacun d'eux. C'est pour ce motif que nous voyons aux manœuvres un grand nombre de types d'appareils d'abord et des sections de constitutions différentes ensuite. Des théories diverses étaient d'ailleurs en présence. Les

divergences les plus notables existaient surtout en ce qui concerne les appareils. La question irritante était de savoir s'il fallait adopter des « monoplans » ou des « biplans ». Partisans et adversaires de chacun des genres d'appareils faisaient valoir leurs arguments : les monoplans, plus légers, plus facilement transportables, tenant mieux le vent, apparaissaient à certains et pour ces motifs, comme les engins militaires par excellence. Pour les autres, les « biplans », évidemment plus lourds et plus encombrants, rachetaient ces défauts par la présence à leur bord d'un observateur, qui, débarrassé de la préoccupation du pilotage, se trouvait par suite dans de bien meilleures conditions que le seul pilote du monoplan pour recueillir les renseignements.

Relativement à la constitution même des sections, on retrouvait des divergences d'opinions aussi notables. Certains praticiens émettaient l'avis qu'il était nécessaire que les aéroplanes puissent suivre les unités auxquelles ils étaient rattachés et cela dans tous leurs déplacements. Point n'est besoin pour cela d'avoir des véhicules rapides ; des voitures à traction animale suffisent. C'est ainsi qu'avait été constituée la section d'aviation commandée par le capitaine Bellenger, laquelle était rattachée à un régiment d'artillerie et comprenait trois « monoplans » portés par des voitures à avant-train traînées par des chevaux. Au contraire, la section placée à Vesoul sous les ordres du capitaine Félix comprenait des « monoplans » et des « biplans » remorqués par des automobiles, avec voiture-camion servant d'atelier. En un mot, d'un côté, section légère, mais à allure lente sur terre ; de l'autre, section soit légère, soit lourde, mais à allure rapide grâce à des véhicules automobiles.

On ne saurait entrer dans le détail des vols exécutés. Ce qu'il est permis de dire, c'est la différence énorme constatée dans les conditions où ces vols se sont effectués. Alors qu'en 1910 les aviateurs ne recevaient, pour ainsi dire, aucun ordre, mais étaient, au contraire, laissés libres de régler leur départ à leur volonté, en 1911, au contraire, les chefs militaires qui disposaient des engins aériens leur faisaient parvenir des ordres précis et le plus souvent ceux-ci étaient immédiatement suivis d'exécution. À ce point de vue un très grand progrès était réalisé ; les aviateurs militaires, aussi bien, du reste, que les aviateurs civils convoqués pour accomplir une période, ont très souvent volé au reçu même des ordres qui

leur étaient donnés. On conçoit que cette confiance des aviateurs en eux-mêmes et en leurs appareils ait donné les meilleurs résultats, puisqu'elle a permis aux premiers d'aller chercher les renseignements au moment précis où le besoin s'en faisait ressentir.

Les aéroplanes mis à la disposition de l'artillerie permirent le réglage du tir dans les meilleures conditions, par suite des indications d'une exactitude rigoureuse qu'ils apportaient sur l'emplacement des objectifs.

Quant aux aéroplanes de reconnaissance, ils furent également à la hauteur de leur mission, et tous les chefs qui les employèrent proclamèrent les immenses services rendus.

Ainsi donc, la preuve était faite; l'aviation s'affirmait comme une nécessité, et son organisation définitive, d'après les enseignements qui ont été recueillis au cours des manœuvres, sera bientôt un fait accompli.

Nous signalons aussi que des essais d'organisation improvisée ont été faits au cours des manœuvres; une section d'aviation était invitée à se transporter d'un point à un autre avec, non seulement, ses appareils, mais encore tout son matériel et ses hangars. Tous ces essais ont d'ailleurs parfaitement réussi.

On ne saurait terminer sans parler des accidents malheureux, mais pour ainsi dire inévitables, qu'a entraînés cette mobilisation. Alors qu'ils se rendaient aux manœuvres du 7<sup>e</sup> corps, le capitaine du génie Camine et le lieutenant de cavalerie de Grailly tombèrent, le 2 septembre, à quelques kilomètres l'un de l'autre, aux environs de Provins. Enfin, le 15 septembre, l'aviateur et en même temps ingénieur bien connu, Nieuport, après avoir accompli un voyage magnifique de Mourmelon à Verdun, par un temps peu favorable, s'était élevé une seconde fois pour démontrer les merveilleuses qualités de son appareil. Au moment de l'atterrissage, celui-ci était précipité sur le sol, et Nieuport succombait le lendemain des suites de ses blessures.

**BALLONS sphériques.** — Les ballons sphériques sont uniquement destinés aux ascensions libres et captives. En France, on les emploie dans ce but, à l'exclusion de tout autre système, en particulier du DRACHEN-BALLON (*V. ce mot*), qui est réglementaire en Allemagne. Les enveloppes sont en tissu souple et elles sont formées en cousant les unes à

côté des autres des bandes d'étoffe. Suivant la façon dont est fait l'assemblage, on obtient les ballons construits soit par *fuseaux* soit par *panneaux*. Les premiers sont formés de bandes d'étoffes cousues le long des méridiens, sans aucune couture transversale. Les ballons que l'on obtient ainsi ressemblent à des oranges dépourvues de leur peau ; ils ont l'inconvénient de permettre la propagation des déchirures, quand il y en a une d'amorcée. Pour ce motif, ils ont été abandonnés, bien que, jusque dans ces dernières années, on n'ait fait usage dans l'aérostation militaire que de ballons obtenus par ce procédé. Les ballons par *panneaux* sont fabriqués comme les précédents, mais en y ajoutant des coutures transversales, suivant les parallèles ; le ballon a ainsi l'aspect d'un échiquier, en raison de la présence des deux sortes de coutures, qui sont perpendiculaires l'une à l'autre.

Les tissus qu'on emploie pour la fabrication des BALLONS sont de plusieurs sortes. Actuellement, les ballons libres de 980 et 1.600 mètres cubes sont en calicot. Ils sont vernis après construction, au moyen d'un vernis spécial à base d'huile de lin. Les ballons captifs sont en étoffe double caoutchoutée ; ils présentent sur les anciens ballons en soie plusieurs avantages : ils n'exigent aucun vernissage après confection, ce qui permet leur utilisation immédiate ; ils sont plus étanches ; leur durée est plus grande et ils se conservent plus facilement. Ils ont une couleur jaune caractéristique, car ils sont recouverts d'une couche de teinture au chromate de plomb, ou à l'aniline, destinée à préserver la couche de caoutchouc intérieure contre les effets du soleil.

Au point de vue du volume, les ballons militaires français sont classés comme il suit :

*Gazomètre.* — 60 mètres cubes, servant de réservoir de gaz.

*Auxiliaire.* — 320 mètres cubes, destiné aux expéditions coloniales.

*Normal.* — 560 mètres cubes, ballon captif de campagne.

*De siège.* — 750 mètres cubes, ballon de place forte à ballonnet.

*De place.* — 980 mètres cubes, ballon réservé aux ascensions libres.

*De place.* — 1.600 mètres cubes, ballon réservé aux ascensions libres.

Tous ces ballons sont gonflés à l'hydrogène, à l'exception du ballon de 1.600 mètres cubes, pour lequel on fait usage de gaz d'éclairage.

Il est d'usage dans le service de l'aérostation militaire de distinguer, dans l'enveloppe d'un ballon, trois régions, qui portent le nom de points ou courbes remarquables de la sphère. La partie voisine du pôle supérieur s'appelle la *soupage*, celle qui se trouve au contact du pôle inférieur s'appelle l'*appendice*; enfin la partie médiane est dénommée *équateur*, du nom du grand cercle de part et d'autre duquel elle est située.

**BAROMÈTRE.** — Qu'il s'agisse de ballons libres, captifs, dirigeables, ou d'aéroplanes, le seul instrument qui soit susceptible d'indiquer à tout instant l'altitude où l'on se trouve et en même temps de signaler les mouvements de descente ou de montée, est le baromètre. L'emploi de cet appareil est absolument indispensable et vouloir essayer de s'en passer, c'est courir au-devant d'un accident presque certain. Au point de vue militaire, l'usage du baromètre est en outre commandé par la nécessité impérieuse de connaître en permanence la hauteur de la zone de navigation. Si, en effet, on admet qu'un ballon, à quelque catégorie qu'il appartienne, ne peut pas descendre au voisinage de l'ennemi au-dessous d'une altitude de 1.500 mètres, il faut que le pilote puisse, d'une façon constante, vérifier qu'il navigue à une hauteur supérieure à 1.500 mètres. Le baromètre, seul, est capable de donner cette certitude, car l'œil, même le plus exercé, est impuissant à apprécier les distances verticales; les erreurs que l'on commettrait peuvent avoir un ordre de grandeur égal à celui de la hauteur cherchée.

Les baromètres utilisés en aéronautique sont dits « altimétriques ». Ils comportent le plus souvent deux sortes de graduations. La première n'est autre que l'indication de la pression atmosphérique exprimée en millimètres de mercure; la deuxième donne immédiatement la hauteur par une simple lecture. Le baromètre d'ascension se présente sous la forme d'une grosse montre.

D'autres instruments plus précis et plus perfectionnés servent en même temps de *STATOSCOPES* (*V. ce mot*). Tel est, par exemple, le baromètre utilisé à bord des dirigeables militaires français, qui est construit par l'ingénieur Bordé. Il suffit, pour que l'appareil fasse fonction de *statoscope*, d'amener sous l'aiguille un trait rouge porté par un cadran mobile que l'on déplace au moyen d'un bouton molleté. Le cadran porte les indications : « Descente », « Montée. » Si,

après avoir amené le repère rouge sous l'aiguille, on constate que l'aiguille s'est déplacée vers le mot « Descente », on sait immédiatement, par la seule inspection de l'appareil, que le ballon s'est abaissé.

Il est bon, au cours de l'ascension, de taper avec le doigt sur le verre extérieur du baromètre; on amorce ainsi les déplacements de l'aiguille, et le baromètre donne immédiatement l'indication de la hauteur, alors que, sans cette précaution, il ne l'indiquerait qu'avec un certain retard, dû à l'inertie des organes intérieurs.

La règle absolue doit être qu'il ne faut jamais monter dans un engin, quel qu'il soit, de la locomotion aérienne, sans emporter un baromètre, et l'on ne s'étonnera pas que cet instrument soit strictement réglementaire à bord de tous les aéronefs militaires.

Enfin, pour le contrôle de certaines épreuves, en particulier du brevet d'aviateur militaire, les pilotes emportent avec eux des baromètres enregistreurs, qui, comme leur nom l'indique, enregistrent automatiquement la courbe des altitudes atteintes par l'appareil, et servent ainsi de témoins pour l'altitude réellement atteinte par l'aviateur.

**BÉQUILLE d'atterrissage.** — Dans les dirigeables Lebaudy, construits par l'ingénieur Julliot, on désigne, sous ce nom, une sorte de pyramide renversée, à sommet tourné vers le sol, et placée au-dessous de la nacelle. Cette béquille sert à surélever la nacelle par rapport au terrain et, par suite, à éloigner en même temps les hélices, qu'elle préserve ainsi de tout contact dangereux. L'intérieur de la pyramide, qui est vide, est utilisé pour le passage du tuyau d'échappement et aussi pour l'installation d'organes accessoires, tels que réservoirs à essence et radiateurs.

**BIPLAN.** — On désigne sous ce nom, et par abréviation de *aéroplane biplan*, les appareils à sustentation dynamique qui se soutiennent par la réaction de l'air sur deux plans superposés. Ces plans peuvent se trouver exactement l'un au-dessus de l'autre (appareils Henri Farman, Maurice Farman, Sommer, Gaudron, Wright, etc...), ou bien décalés l'un par rapport à l'autre (appareils Goupy, capitaine Dorand), le plan inférieur étant en arrière du plan supérieur. D'après des expériences de Sellers, cette dernière disposition est avantageuse au point de vue de la sustentation (V. **Aéroplanes**).

**BLÉRIOT (Aéroplanes).** — Parmi tous les constructeurs d'appareils d'aviation, M. Blériot est l'un des plus connus, aussi bien par la réputation qu'ont acquise ses monoplans, que par les performances aériennes remarquables qu'il a accomplies en tant qu'aviateur. L'ingénieur Blériot, qui fut un des précurseurs de l'aviation, est aussi le premier pilote qui ait effectué la traversée de la Manche en aéroplane. Parti de Sangatte, près de Calais, il atterriissait à Douvres après une traversée de trente-cinq minutes. Le nom de Blériot est resté attaché à ses appareils, dont la réputation est universelle. L'école Blériot fonctionne à Pau, pendant la saison d'hiver, et à Étampes pendant l'été (V. **Aéroplanes**).

**BRÉGUET (Aéroplanes).** — M. Bréguet est un constructeur d'appareils d'aviation, qu'il a appelés « doubles monoplans » (V. **Aéroplanes**). L'aérodrome sur lequel évoluent les appareils Bréguet est installé à La Brayelle, près de Douai.

Les biplans Bréguet ont pris la deuxième et la quatrième place au concours d'appareils militaires de Reims (octobre 1911).

**BREVET d'aéronaute, d'aviateur, de pilote.** — Le pilotage des appareils de locomotion aérienne exige de la part de ceux qui les conduisent, à la fois de l'habileté, du sang-froid, de l'endurance et des connaissances spéciales.

Il est indispensable de reconnaître officiellement toutes ces qualités et de donner aux officiers qui les possèdent des diplômes constatant leurs aptitudes spéciales.

C'est pour ce motif que l'administration militaire a créé un certain nombre de brevets correspondant aux différents appareils.

Les aéronefs comprennent les ballons libres, les ballons dirigeables et les appareils d'aviation.

Les brevets délivrés au personnel affecté à la conduite des aéronefs sont :

A. *Pour les appareils de première catégorie, ballons libres :*

- a) Le brevet d'aéronaute ;
- b) Le brevet supérieur d'aéronaute militaire.

B. *Pour les appareils de deuxième catégorie, ballons dirigeables :*

- c) Le brevet de pilote de ballon dirigeable.

C. *Pour les appareils de troisième catégorie, appareils d'aviation :*

d) Le brevet de pilote aviateur ;

e) Le brevet d'aviateur militaire.

Ces brevets sont délivrés, savoir :

1° Le brevet d'aéronaute, par une commission d'examen ;

2° Le brevet supérieur d'aéronaute militaire, le brevet de pilote de ballon dirigeable, le brevet d'aviateur militaire, par le général inspecteur permanent de l'aéronautique militaire, sur la proposition d'une commission d'examen.

*Brevet d'aéronaute.* — Le brevet d'aéronaute est délivré aux officiers et sous-officiers de l'armée active, de la réserve ou de l'armée territoriale, reconnus aptes à conduire des ballons libres à la suite d'un certain nombre d'ascensions exécutées, au moins en partie et à titre de contrôle, sous la direction d'officiers pourvus du brevet supérieur d'aéronaute militaire.

Les candidats doivent en outre passer avec succès un examen sur certaines matières qui sont : la lecture des cartes, des notions de géographie, des principes de météorologie, des principes d'aéronautique, des notions de force ascensionnelle des gaz, de construction des différents agrès aérostatiques et de pratique des ascensions libres.

Dans le cas de notoriété établie et constatée par un vote unanime de la commission, le candidat peut être dispensé des ascensions de contrôle, ainsi que de l'examen.

*Brevet supérieur d'aéronaute militaire.* — Le brevet supérieur d'aéronaute militaire est délivré par le général inspecteur permanent de l'aéronautique militaire aux officiers qui remplissent les trois conditions suivantes :

1° Avoir servi pendant une année au moins dans les troupes ou services d'aéronautique, quelle que soit l'arme d'origine des officiers ;

2° Posséder une instruction théorique et pratique complète, et avoir été reconnus aptes, à la suite d'un certain nombre d'ascensions, non seulement à conduire des ballons libres, mais encore à former des élèves aéronautes ;

3° Avoir fait preuve dans le service de qualités particulières de calme, de sang-froid et de décision.

De plus, les officiers candidats subissent un examen devant une commission chargée de l'examen des titres des candidats. Le programme des connaissances exigées est celui qui figure aux pages 56 et suivantes

du Règlement du 10 octobre 1904 sur l'instruction du bataillon de sapeurs-aérostiers.

*Brevet de pilote de ballon dirigeable.* — Le brevet de pilote de ballon dirigeable est délivré aux officiers de l'armée active, de la réserve ou de l'armée territoriale qui remplissent les conditions suivantes :

1° Être titulaire du brevet d'aéronaute ou du brevet supérieur d'aéronaute militaire ;

2° Posséder une instruction théorique et pratique complète en ce qui concerne l'arrimage, la manœuvre et la conduite des ballons dirigeables ;

3° Avoir une connaissance suffisante des moteurs employés à bord des ballons dirigeables pour diriger et surveiller le travail des mécaniciens ;

4° Avoir effectué plusieurs ascensions en ballon dirigeable, au cours desquelles ils auront pris le commandement du ballon sous la responsabilité du pilote commandant du bord et manié personnellement tous les organes de manœuvre ;

5° Avoir fait preuve pendant ces ascensions, non seulement de l'habileté nécessaire, mais surtout des qualités de calme, de sang-froid, de décision indispensables pour le commandement d'un ballon dirigeable.

*Brevet de pilote aviateur.* — Le brevet est celui de pilote aviateur délivré par l'Aéro-Club de France, conformément au règlement de la Fédération aéronautique internationale.

*Brevet d'aviateur militaire.* — Le brevet d'aviateur militaire est délivré aux officiers, sous-officiers, caporaux et soldats de l'armée active, de la réserve et de l'armée territoriale, qui, étant en possession du brevet de pilote aviateur délivré par l'Aéro-Club de France, ont exécuté une série d'épreuves déterminées dans un programme arrêté chaque année par le général inspecteur suivant les progrès de l'aviation.

Ils doivent, en outre, subir avec succès, devant une commission spéciale, un examen théorique sur les moteurs d'aviation.

Toutefois, peuvent être dispensés des épreuves et de l'examen les pilotes aviateurs pourvus du brevet de l'Aéro-Club et qui auraient d'autre part accompli comme pilotes des performances de notoriété publique, supérieures en nombre et en qualité à celles exigées pour le brevet.

La commission, après examen des titres du candidat, émet un avis qui est soumis à l'approbation du général inspecteur permanent de l'aéronautique militaire.

*Composition de la commission.* — L'examen des titres des candidats aux divers brevets relatifs à la conduite des aéronefs est confié à une commission spéciale comprenant trois membres de droit, désignés par leurs fonctions mêmes, et deux membres choisis comme particulièrement idoines pour chacune des spécialités, savoir :

Membres de droit	}	1 <sup>o</sup> le colonel commandant les troupes d'aéronautique, président;	
		2 <sup>o</sup> le chef de l'établissement central du matériel aéronautique militaire;	
		3 <sup>o</sup> le commandant du bataillon, du groupe ou de l'école sous les ordres duquel se trouve le candidat (ou un officier le représentant).	
Membres idoines	}	pour le brevet d'aéronaute et le brevet supérieur d'aéronaute militaire . . . . .	2 officiers pourvus du brevet supérieur d'aéronaute militaire.
		pour le brevet de pilote de ballon dirigeable. . . . .	2 officiers pourvus du brevet de pilote de ballon dirigeable.
		pour le brevet d'aviateur militaire . . . . .	1 officier pourvu du brevet d'aviateur militaire, et 1 officier ayant des connaissances spéciales sur les moteurs utilisés dans les appareils d'aviation.
		(Le moins ancien des membres remplit les fonctions de secrétaire.)	

Le général inspecteur permanent de l'aéronautique militaire désigne chaque année les membres idoines, savoir :

2 officiers pourvus du brevet supérieur d'aéronaute militaire;

2 officiers pourvus du brevet de pilote de ballon dirigeable;

1 officier pourvu du brevet d'aviateur militaire;

1 officier ayant des connaissances spéciales sur les moteurs.

*Épreuves relatives au brevet d'aviateur militaire.* — Pour 1911, les candidats doivent effectuer, étant seuls à bord, trois circuits fermés, sans contact avec le sol, et à une altitude supérieure à 300 mètres, chaque circuit comportant un aller et retour entre deux points distants de 50 kilomètres, et l'atterrissage étant effectué sur le terrain de départ.

L'appareil qui servira à effectuer les épreuves du brevet sera un appareil militaire avec surcharge correspondant au type de l'appareil.

**CABILLOT.** — Pièce de buis ou de métal, que l'on passe dans une boucle faite à l'extrémité d'un cordage et qui sert ainsi à assurer très simplement

et très solidement la liaison entre le cordage et l'agrès aéronautique qui porte le cabillot.

Le cabillot remplace en somme les nœuds ordinaires, sur lesquels il présente l'avantage de pouvoir se faire et se défaire sans aucune difficulté ou perte de temps.

**CAMPEMENT.** — Les engins de la locomotion aérienne, qu'il s'agisse de ballons dirigeables ou d'aéroplanes, ne sont pas d'une sûreté de marche absolue. Il leur arrive parfois d'être en détresse et de se trouver alors dans l'obligation d'atterrir en des points où il n'existe rien pour les abriter. Au point de vue militaire, il peut également être utile d'avoir des appareils susceptibles de stationner en plein air. On dit alors dans ce cas que les ballons ou aéroplanes sont *campés*.

En ce qui concerne les ballons sphériques captifs, les règlements ont de tous temps prévu cette éventualité comme essentiellement normale. Un ballon captif qui suit les armées en campagne ne trouve jamais aucun abri et force lui est, par conséquent, de rester en pleine campagne, où il est alors campé par des procédés particuliers. Tout d'abord, le lieu du campement est choisi de façon à être aussi à l'abri que possible du vent. De plus, on dispose autour du ballon les voitures du parc qui forment ainsi écran. Quant au ballon lui-même, il est aplati sur le sol, préalablement recouvert d'une bâche, et est fixé par des cordes dites équatoriales, appartenant au flet, à des piquets en fer enfoncés dans le terrain suivant un cercle d'assez grand rayon. Un ballon ainsi campé peut résister à des vents assez violents. Néanmoins, la sécurité n'est pas absolue et il existe des exemples de ballons sphériques emportés, malgré toutes les précautions prises pour éviter cet accident.

Relativement aux dirigeables, il n'existe aucun procédé réglementaire et uniforme pour le campement. Chaque modèle d'engin nécessite une disposition spéciale; en outre, les difficultés sont beaucoup plus grandes qu'avec les ballons sphériques, par suite de la masse considérable qui s'offre au vent, surtout quand celui-ci prend le dirigeable de travers. La première précaution à prendre est d'ailleurs de chercher un endroit aussi abrité que possible; puis on lestera la nacelle et on tiendra le ballon pointe au vent, de façon que ce dernier ne puisse jamais le prendre par le travers. Cette dernière obligation nécessite d'incessantes manœuvres, car le vent ne

conserve jamais la même direction. Il en résulte qu'il est difficile, sinon impossible de fixer à demeure le ballon dirigeable au sol, puisque cette façon de procéder lui donnerait une orientation invariable qu'on ne pourrait changer qu'au prix de manœuvres longues et pénibles. Aussi, lorsqu'on est dans l'obligation de laisser un dirigeable en plein air, est-on dans la nécessité de le faire maintenir par des hommes, qu'on déplace alors à volonté. En Allemagne, où les Zeppelin ont été souvent contraints de rester de longues heures dans la campagne, hors de tout abri, on fixait la nacelle à l'avant, par une forte corde, à un corps mort (charrette dépourvue de roues) profondément enfoncé dans le sol. C'était d'ailleurs là le seul point fixe autour duquel pouvait pivoter le ballon. L'expérience montre que le campement d'un ballon dirigeable constitue toujours un danger et qu'il est toujours très pénible de lutter contre le vent avec des engins de ce genre. Les exemples du *Patrie*, du *Zeppelin*, du *Nulli-Secundus* sont là pour prouver qu'un dirigeable est mal armé pour résister au vent. Si, au cours d'un campement forcé, le vent augmente et commence à devenir un danger, mieux vaut dégonfler le ballon. On évite ainsi des accidents de personnes et la perte du matériel. En Allemagne, on a même construit un matériel militaire, qui constitue le *Parseval*, lequel, en cas d'atterrissage loin du hangar, peut être dégonflé sans aucune difficulté et transporté en chemin de fer comme un ballon sphérique. En France, les dirigeables de faible volume du type VEDETTE (*V. ce mot*), construits par la Société Zodiac, sont également démontables, malgré la longueur de la nacelle. Celle-ci, entièrement en bois, peut se diviser en plusieurs tronçons, susceptibles d'être chargés sur des voitures.

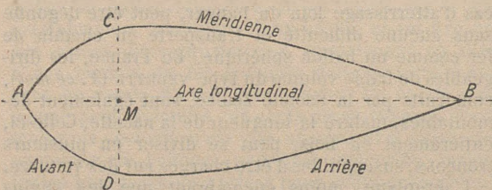
L'aéroplane, moins encombrant que les engins précédents, pourra être mis à l'abri beaucoup plus facilement, surtout lorsqu'on sera arrivé à ce résultat, essentiellement désirable pour un engin militaire, de rendre les ailes démontables à volonté. Dans ces conditions, il sera toujours possible de trouver, à proximité immédiate du lieu d'atterrissage, un abri couvert dans lequel l'aéroplane pourra trouver place, après avoir été démonté. S'il ne peut en être ainsi, l'appareil sera placé dans un endroit protégé contre le vent par des obstacles naturels. Il faut signaler que des essais de tentes démontables légères sont faits actuellement par la maison Bessonneau, pour recevoir précisément des aéroplanes en détresse.

**CARCASSE des ballons.** — Dans les ballons dirigeables du *système rigide* (V. **Ballons dirigeables**) l'indéformabilité est obtenue par l'emploi de matériaux solides, dont l'ensemble constitue la carcasse de l'aérostat. La nature des matériaux varie avec les constructeurs ; la carcasse du *Zeppelin* (V. **Ballons dirigeables**) est entièrement en aluminium ; celle du dirigeable Spiess est en bois. La carcasse est constituée par la juxtaposition d'un certain nombre d'éléments ovoïdes ou cylindriques formant compartiments et dans lesquels se trouvent logés les ballons sustentateurs en étoffe. Cette construction est utilisée pour servir de support aux organes accessoires : nacelles, hélices, gouvernails, plans de profondeur, etc..., qui se fixent sans peine à la charpente en bois ou en métal.

**CARÈNE de ballon.** — On donne le nom de *carène* à l'enveloppe d'un ballon dirigeable, par analogie avec les carènes des bateaux.

Les carènes de dirigeable sont des surfaces de révolution allongées engendrées par la rotation autour du grand axe longitudinal d'une méridienne dont la forme varie avec chaque système de ballon.

L'expérience a montré que, pour obtenir la moindre résistance à l'avancement, il faut avoir un avant trapu et, au contraire, un arrière assez effilé, ce qui



donne aux ballons ainsi constitués une ressemblance prononcée avec les poissons tels que la baleine ou le cachalot, lesquels sont susceptibles de fournir de très grandes vitesses. On dit alors que la carène est pisciforme.

La conception ci-dessus, en quelque sorte théorique, offre quelques inconvénients. en particulier celui de donner au ballon une assez faible force ascensionnelle. Aussi constitue-t-on très souvent les carènes par la juxtaposition d'un avant trapu, suivi d'une partie cylindrique, terminée elle-même par une pointe arrière effilée.

Quelques dirigeables comme le *Zeppelin*, le *Nulli-Secundus* et d'autres, d'ailleurs peu nombreux, sont cylindriques avec deux pointes symétriques avant et arrière.

La condition de dissymétrie est à peu près indispensable si l'on veut assurer au ballon une bonne STABILITÉ DE ROUTE (*V. ce mot*). Le parallèle CD de plus grand diamètre, auquel on donne le nom de MAITRE COUPLE (*V. aussi ce mot*) est toujours reporté vers l'avant. Le colonel Renard a montré que, pour des solides de même longueur, tombant verticalement dans l'eau de la même hauteur, la meilleure position du maître couple, celle pour laquelle il y a le moins de mouvements de lacet et par suite le plus de stabilité, est au quart environ de la longueur, à partir de l'avant.

Quand on fait usage de carènes entièrement symétriques, on crée une dissymétrie artificielle en ajoutant à l'arrière du ballon des EMPENNAGES (*V. ce mot*) qui assurent la stabilité.

On serait tenté de croire, au premier abord, que, dans un dirigeable, c'est la carène qui entre pour la plus large part dans la résistance totale offerte à l'avancement. Il n'en est cependant rien, la résistance de la carène est relativement peu importante, eu égard à celle que présentent les agrès tels que cordages, tubes, manches, nacelle, réservoirs, etc..., qui font partie du ballon sans entrer dans la constitution de l'enveloppe. Dupuy de Lôme a montré que, si on désigne par l'unité la résistance totale, celle partielle de la carène est représentée par un tiers, alors que celle des autres agrès est le double de la précédente et égale à deux tiers.

Il y a donc intérêt à avoir le moins d'organes possible apparents ; c'est ce que les aéroliers militaires italiens ont réalisé en enfermant la PLATE-FORME (*V. ce mot*) de leur ballon à l'intérieur même de l'enveloppe et en supprimant tous les agrès qu'il n'était pas indispensable de conserver apparents.

C'est également ce que l'on cherche à obtenir par l'ENTOILAGE (*V. ce mot*).

**CARTES aéronautiques.** — Il est à peine besoin de signaler la nécessité absolue qui s'impose aux divers pilotes de la locomotion aérienne d'avoir à leur disposition des cartes leur permettant de reconnaître, à tout moment, l'endroit précis où ils se trouvent.

En ballon libre, l'aéronaute ne choisit pas sa route.

Il subit l'action du vent et il ne peut, en aucune façon, s'écarter de la direction de ce dernier. L'attention du pilote ne se porte, par suite, que sur la recherche du chemin parcouru.

En dirigeable, au contraire, les aéronautes ont un point de direction déterminé, d'où résulte la route à suivre pendant le voyage. Au lieu de reporter sur la carte le chemin réellement effectué sur le sol, ainsi que cela a lieu en ballon libre, en dirigeable, on règle la direction de marche sur le sol d'après l'itinéraire tracé sur la carte. Il en est de même pour l'aéroplane. Dans ces deux derniers cas, du reste, la connaissance exacte de l'endroit du terrain au-dessus duquel se trouve l'engin aérien est plus essentielle qu'en ballon libre, car c'est d'elle que dépend la réussite ou l'insuccès de la mission confiée à un officier.

Jusqu'à ces derniers temps, le besoin d'une carte, destinée spécialement à l'aéronautique, ne s'était pas fait sentir. Les aéronautes militaires utilisaient de préférence la carte au 1/80000° et accessoirement la carte au 1/200000°. Mais, avec les grandes vitesses réalisées par les aéroplanes, est apparue la nécessité de créer une carte aéronautique spéciale, portant certaines indications qui n'existent pas sur les cartes du service courant.

On s'est d'abord demandé quelle devait être l'échelle de cette carte. Dans les deux essais faits jusqu'à ce jour, on s'est arrêté à l'échelle du 1/120000°. Ce choix a été déterminé par l'obligation d'avoir une carte suffisamment détaillée, et en même temps aussi peu encombrante que possible. Il est bien certain que l'échelle dont il s'agit remplit les conditions demandées. Toutefois, elle ne nous paraît pas devoir suffire pour les reconnaissances militaires. En effet, si cette carte permet de suivre sans aucune difficulté sa route, quand on va d'un point à un autre, si elle fournit aux pilotes tous les renseignements particuliers dont il a besoin (points d'atterrissages, aérodromes, endroits dangereux, etc.), elle semble ne pas être à une échelle assez grande pour permettre de reporter le résultat des observations militaires, faites, soit sur les troupes, soit sur les ouvrages de l'ennemi. La carte au 1/80000° peut seule être employée dans ce cas. Si bien que, dans une mission confiée à un aéroplane, il y aura lieu d'emporter deux catégories de cartes bien distinctes. La première catégorie comprendra les cartes aéronautiques proprement dites au 1/200000° qui seront utilisées

par le pilote pour se rendre du point de départ à la région où doit se faire la reconnaissance ; la deuxième catégorie sera constituée par les cartes au 1/80000° de la zone sur laquelle auront lieu les observations. L'officier observateur reportera sur ces dernières le résultat de ses recherches et de ses constatations. Il lui sera possible, grâce à l'échelle, de noter tous les détails et de figurer sans difficulté tout ce qu'il verra sur le sol.

En ce qui concerne les cartes au 1/200000° dites « aéronautiques », il en existe à l'heure actuelle deux systèmes différents.

Tout d'abord, le Service géographique de l'armée a, depuis plus d'un an, cherché à réaliser une carte répondant aux desiderata des aéronautes et des aviateurs. Le commandant Polacchi a, dans ce but et après plusieurs essais, mis à jour une carte du camp de Châlons, et les quatre feuilles de la région Nord-Est. Le but que le commandant Polacchi s'est proposé d'atteindre a été de mettre sous les yeux de l'aviateur une carte donnant l'image exacte du terrain qui fuit au-dessous de lui. Dans cette vue, la carte est en couleurs avec un fond légèrement teinté en bistre, sur lequel les routes se détachent nettement en blanc. Tous les villages sont reportés avec leurs formes et leurs contours, tels qu'ils figurent dans la carte au 1/80000°. C'est là une nécessité presque absolue, car il n'est rien qui guide mieux les pilotes que les formes souvent caractéristiques des localités avec les croisements de routes à l'intérieur. Les chemins de fer sont en noir, les cours d'eau en bleu renforcé.

La carte porte, en outre des côtes, un relief du terrain et enfin des indications conventionnelles qui sont les suivantes : parcs d'aviation, dépôts d'hydrogène, hangars de dirigeables, hangars d'aéroplanes, clochers, gares, moulins à vent, cheminées d'usine, arbres isolés, forts, châteaux, pyramides, colonnes, lacs, étangs, marais, lignes à haute tension ; des hachures rouges signalent les endroits dangereux.

Le deuxième système de carte est dû au commandant en retraite Talon ; il est édité par les soins de l'Aéro-Club de France. Le fond de cette carte est en blanc, avec routes également en blanc, voies ferrées en noir et cours d'eau en bleu. Seuls les villages importants sont figurés avec leurs contours réels ; les petits villages sont simplement indiqués par une circonférence. On trouve les mêmes renseignements que dans la carte du Service géographique de l'ar-

mée, mais avec des signes conventionnels différents. Des hachures rouges sont tracées sur les grandes carrières, les roches escarpées; des hachures vertes signalent les vignes, vergers, houblonnières, petites carrières et haies. Quatre feuilles ont déjà paru : Amiens, Laon, Mézières et Paris S.-O.

**CELLULE.** — Dans un aéroplane biplan, l'ensemble formé par les deux surfaces portantes, les montants verticaux et les haubans, constitue la *cellule* principale. D'une façon plus générale, l'ensemble formé par deux plans superposés et reliés entre eux est appelé : *Cellule*. Dans les cerfs-volants, les cellules sont des parallépipèdes dont les côtés seuls sont entoilés.

**CENTRES d'aviation. V. Sapeurs-aéros-tiers.**

**CERCLE DE SUSPENSION.** — Ce mot est exclusivement en usage dans l'aérostation militaire; l'aérostation civile, en effet, donne, à cet agrès le nom de « cercle de charge ». Mais, quelle que soit son appellation, le rôle qu'il joue reste le même : le *cercle de suspension* est un organe de liaison entre le filet et la nacelle.

D'une part, il se fixe au moyen de CABILLOTS (*V. ce mot*) aux SUSPENTES (*V. aussi ce mot*) du filet; d'autre part, il fait partie de la suspension libre ou captive, qui s'accroche elle-même à la nacelle.

Le cercle de suspension est généralement en bois tourné, plus rarement en métal.

**CERF-VOLANT.** — Le cerf-volant, dont il est inutile de donner ici la description, n'est pas seulement un jouet d'enfant, mais aussi un appareil susceptible, dans certains cas, de rendre des services, par la propriété qu'il acquiert de soulever des fardeaux d'autant plus lourds que le vent est lui-même plus fort. Le cerf-volant, de même que l'aéroplane, emprunte sa faculté de sustentation au déplacement de l'air dû au vent. Suivant une expression heureuse, le cerf-volant est un *aéroplane captif*. Il en résulte que, pour pouvoir faire monter un cerf-volant, il est nécessaire qu'il fasse du vent. Cet engin nous apparaît donc comme une suite naturelle du ballon captif. Lorsque celui-ci sera empêché de monter par la violence du vent, le cerf-volant prendra naturellement sa place et permettra de continuer l'observation qui,

sans cela, se trouverait interrompue. On conçoit que la pensée soit venue de créer un matériel militaire de ce genre. Du reste l'idée d'exécuter des ascensions en cerf-volant n'est pas nouvelle. Il faudrait remonter à vingt siècles en arrière pour trouver le premier récit d'une ascension de cette nature faite par un Chinois du nom de Quang-Dan.

Depuis ce moment, on relate un assez grand nombre de faits de cette nature. Un inventeur français, M. Maillot, fut un des premiers à s'intéresser à la question ; mais c'est un Anglais, le capitaine Baden-Powell, qui doit être considéré comme le créateur du train de cerfs-volants, seul employé de nos jours pour réaliser les ascensions. Un Australien, M. Lawrence Hargrave, parvint un jour à se faire enlever par quatre cerfs-volants dont la surface totale était seulement de 22 mètres carrés.

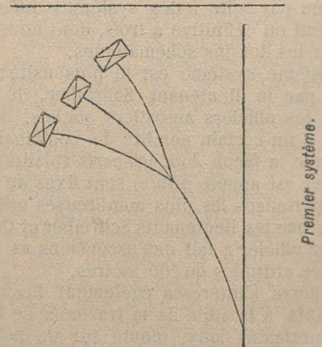
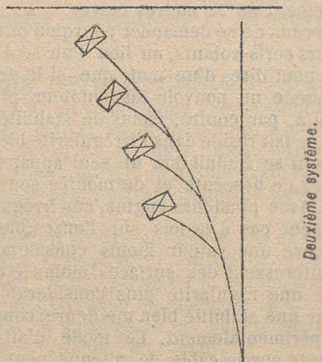
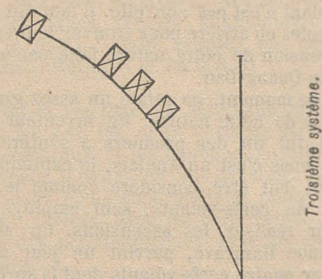
Il est permis de se demander pourquoi on fait usage de plusieurs cerfs-volants, au lieu d'un seul à grande taille. On peut dire, d'un mot, que si le grand cerf-volant possède un pouvoir sustentateur plus considérable, il a, par contre, moins de stabilité. L'explication de ce fait réside dans l'irrégularité bien connue du vent, qui se traduit sur un seul appareil par des alternatives de descente et de montée souvent assez brusques. Avec plusieurs engins, ces irrégularités ne se produisent pas à la fois sur l'ensemble et elles ont en outre une valeur moins considérable puisqu'elles intéressent des surfaces moins étendues. Il en résulte une régularité plus considérable, qui se traduit par une stabilité bien meilleure, constatée, du reste, expérimentalement. Le mode d'attache des cerfs-volants sur le câble de retenue peut varier et donner lieu par suite à des systèmes différents, qui se réduisent en définitive à trois, dont nous donnons ci-dessous les dessins schématiques.

Le troisième système est le plus usité ; il a été employé par le lieutenant Schreiber, le capitaine Madiot et les officiers aéroliers anglais. Il se prête d'ailleurs à un certain nombre de combinaisons, qui varient avec la façon dont les cerfs-volants inférieurs (le premier est appelé *pilote*) sont fixés au câble.

Les expériences les plus nombreuses ont été faites en Russie par les lieutenants Schreiber et Ouliourine. Ce dernier officier a fait des ascensions assez suivies jusqu'à des altitudes de 200 mètres.

L'Angleterre s'intéressa également beaucoup aux cerfs-volants, à la suite de la traversée de la Manche par un américain, Cody, monté sur un petit bateau

remorqué par un cerf-volant. C'est certainement en Angleterre que l'on s'est adonné avec le plus d'ar-



deur à la recherche de l'utilisation militaire de ces engins. Les Anglais sont ainsi arrivés à constituer un matériel complet, qui comprend trois types variant par la surface et la densité (pilotes, cerfs-volants d'attelage, remorqueurs).

En France, le capitaine Dorand et le lieutenant Bois furent également des premiers à étudier cette question. Plus tard, le capitaine Madiot créa un type qui a donné de bons résultats et se distingue surtout par sa légèreté.

Enfin, le capitaine Saconney, après un voyage en Angleterre où il étudia le dispositif anglais, a établi un autre genre de matériel, qui ne diffère de celui des Anglais que par des modifications de détails.

Quels services peut-on attendre au point de vue militaire des cerfs-volants? A vrai dire, il semble qu'il ne faudrait pas les exagérer. Jusqu'ici les ascensions en cerfs-volants sont restées, malgré tout, assez peu nombreuses; en outre, s'il est possible d'enlever assez facilement un observateur à des hauteurs voisines de 200 mètres, on n'arrive qu'à grand-peine à atteindre des altitudes de 700 et 800 mètres qui sont indispensables aux reconnaissances et à l'observation, aussi bien dans la guerre de campagne que dans la guerre de siège.

Mais, si l'avenir du cerf-volant paraît assez limité comme engin de sustentation pour des poids élevés, en revanche, on pourra l'utiliser pour faire de la photographie (systèmes du capitaine Dorand et du lieutenant Dinocheau) et aussi comme support d'antenne de télégraphie sans fil. Les cerfs-volants à employer dans ces deux derniers cas n'ont alors pas besoin de présenter les complications des cerfs-volants destinés aux ascensions.

Il convient enfin de remarquer qu'il n'a pas été fait jusqu'ici usage de cerfs-volants, soit dans des guerres, soit dans des manœuvres. On ne sera définitivement fixé qu'après des essais réels, qui permettront de se rendre compte des services qu'on peut attendre de cette sorte d'engins au point de vue militaire.

**CLÉMENT-BAYARD (Dirigeables, aéroplanes et moteurs).** — La maison de constructions mécaniques Clément-Bayard s'était exclusivement occupée jusqu'en 1910 de la fabrication de bicyclettes et d'automobiles. Depuis, son industrie s'est accrue par un atelier spécial consacré aux engins de la locomotion aérienne. Deux dirigeables

ont été réalisés ; le *Clément-Bayard* n° 2, qui a été acquis par l'Angleterre, et le croiseur français *Adjudant-Vincenot*. Les aéroplanes métalliques de cette marque n'ont encore à leur actif aucune performance qui les ait signalés à l'attention du public.

Enfin, les moteurs Clément-Bayard jouissent d'une réputation méritée ; ils sont employés à bord des dirigeables militaires italiens (*V. Ballons dirigeables et Aéroplanes*).

**CLOISONNEMENT.** — Le cloisonnement est l'opération qui consiste à compartimenter la masse gazeuse contenue à l'intérieur de l'enveloppe d'un ballon dirigeable, de façon à décomposer cette dernière en un certain nombre de petits ballons élémentaires, séparés les uns des autres par des cloisons en étoffe et, par suite, indépendants dans la mesure de l'étanchéité des cloisons. La question du cloisonnement s'est posée à l'origine même des ballons dirigeables ; elle trouvait, à ce moment-là, sa raison d'être dans le fait que les déplacements brusques de la masse gazeuse, dus à l'inertie, étaient quelquefois susceptibles de compromettre l'équilibre longitudinal du ballon en accentuant les mouvements de tangage. Grâce aux cloisons intérieures, on opposait un obstacle aux vagues intérieures ; on limitait les déplacements gazeux et on améliorait ainsi l'équilibre.

L'accident survenu le 2 septembre 1909 au dirigeable militaire la *République* conduisit à envisager la question à un autre point de vue, qui était celui de la sécurité des aéronautes. La cause originelle de l'accident fut la rupture d'une pale d'hélice ; mais la catastrophe elle-même eut pour cause l'évacuation complète et instantanée du gaz intérieur par l'ouverture béante occasionnée par cette pale et agrandie par la pression intérieure. On ne put pas s'empêcher de penser à cette époque que la mort des quatre aéronautes aurait peut-être été évitée, si la perte de gaz avait elle-même été limitée grâce à un procédé quelconque de cloisonnement.

Enfin, au point de vue militaire, il importe d'empêcher par tous les moyens possibles la mise hors de service totale d'engins aussi coûteux que les dirigeables. Or, ceux-ci seront évidemment très exposés au tir des batteries ennemies et des canons spéciaux dirigés contre eux. Si un projectile atteint l'enveloppe et y détermine une déchirure, il est certain que, dans les dirigeables non cloisonnés, le gaz intérieur s'évacuera en entier par l'ouverture et d'autant plus

vite que cette dernière sera plus grande. Dans certains cas, on pourra même avoir la chute, comme pour la *République*. Il est donc essentiel de chercher à limiter les dégâts; on y arrive par le cloisonnement. Si un projectile vient à entamer l'enveloppe d'un ballon cloisonné, le gaz contenu dans le compartiment atteint sera seul évacué à l'extérieur, et le dirigeable, bien que blessé et affaibli, pourra peut-être continuer sa route encore quelque temps et en tout cas chercher à atterrir en un point convenable. Chaque accident n'entraînera donc plus la perte totale d'une unité importante de la flotte aérienne.

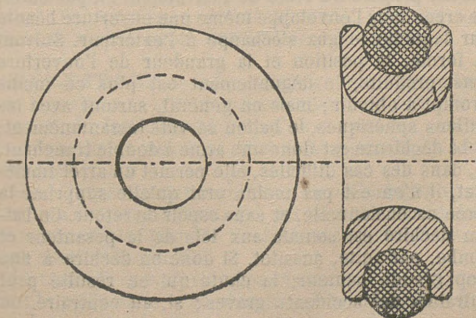
A l'heure actuelle, malgré les avantages de ce dispositif, un très petit nombre de ballons militaires sont cloisonnés. Le premier en date est le Zeppelin, chez lequel le cloisonnement est une conséquence même du mode de construction de la carcasse rigide (*V. Ballons dirigeables*). De leur côté, les aéroliers militaires italiens, après avoir négligé de cloisonner leur premier dirigeable, lui ont fait subir par la suite cette modification.

En France, il n'a encore été construit aucun dirigeable cloisonné: le premier sera le dirigeable rigide généreusement offert par M. Spiess à l'administration militaire et qui, comme le Zeppelin, se trouvera cloisonné du fait même de sa constitution.

Avant peu, tous les dirigeables militaires seront établis avec compartimentage intérieur, condition essentielle de stabilité d'abord, de sécurité ensuite.

#### CONCOURS militaire d'appareils d'aviation. V. Aéroplanes.

**COSSES.** — Les *cosses* sont des pièces en bois



ou en métal, qui ont généralement la forme d'un tore sectionné suivant le cercle moyen (V. la figure ci-contre). Le cordage, le câble ou la corde à piano passent dans la gorge de cette sorte de poulie.

Il existe des cosses doubles, qui permettent de raccourcir ou d'allonger à volonté un cordage; pour ce motif, on les appelle également des cosses de réglage.

**CROISEUR aérien.** — Les aéroliers militaires dénomment *croiseurs aériens* les ballons dirigeables de grand volume, d'environ 9.000 mètres cubes, destinés aux reconnaissances lointaines. Le *Morning-Post*, l'*Adjudant-Vincenot*, le *Zeppelin*, sont des croiseurs aériens militaires (V. **Ballons dirigeables**).

**CURTISS (Biplan).** — Nom d'un aéroplane biplan, remarquable par sa grande légèreté et qui a figuré au meeting d'Héliopolis en 1910 (V. **Aéroplanes**).

**DÉCHIRURE.** — La déchirure constitue, dans les ballons sphériques et dirigeables, l'engin d'arrêt définitif, qui permet, par suite du dégonflement, sinon instantané, du moins très rapide, du ballon proprement dit, de terminer une ascension en quelques instants.

Afin d'obtenir ce résultat, un fuseau du ballon est spécialement agencé de façon à pouvoir être arraché sans trop de peine, par simple traction d'une corde particulière, qui aboutit dans la nacelle, à la portée de la main du pilote. Le fait de tirer sur la corde dont il s'agit a comme conséquence de séparer le fuseau préparé du reste de l'enveloppe et, par suite, de créer dans l'enveloppe même une ouverture béante par laquelle le gaz s'échappe à l'extérieur. Suivant la forme, la position et la grandeur de l'ouverture ainsi produite, le dégonflement est plus ou moins prompt à obtenir; mais en général, surtout avec les ballons sphériques, le ballon se vide instantanément.

La déchirure est donc une arme à double tranchant. Si, dans des cas difficiles, elle permet un arrêt immédiat, il n'en est pas moins vrai qu'elle supprime la force ascensionnelle, et sans espoir de retour. Un ballon déchiré est soumis aux lois de la pesanteur et tombe, par suite, aussitôt. Si donc on déchire à une trop grande hauteur, la chute qui en résulte peut entraîner des accidents graves; si, au contraire, on

déchire trop tard, on risque des trainages désagréables. Il y a donc un certain doigté à acquérir que l'expérience seule permet d'obtenir,

En général, avant de pouvoir déchirer, il faut tirer assez fortement sur la corde de déchirure et produire un effort assez considérable pour arracher un dispositif spécial de sécurité. Ce n'est qu'après avoir volontairement fait fonctionner ce dispositif que la déchirure peut être amorcée. De plus, comme autre garantie et afin qu'il ne soit pas possible de confondre la corde de déchirure avec une autre corde quelconque, on la constitue par une sangle plate, à laquelle on donne en outre la couleur rouge.

Maniée avec habileté et précaution, la déchirure est l'organe d'arrêt, en quelque sorte parfait, qui, à l'heure actuelle, est préféré à l'ancre, même dans les cas où celle-ci pourrait suffire à déterminer l'arrêt du ballon.

Le procédé d'atterrissage à la déchirure s'est beaucoup généralisé dans ces derniers temps et un grand nombre d'aéronautes l'utilisent de préférence à tout autre procédé. En dehors de l'avantage qu'il présente d'arrêter instantanément le ballon, il en permet, en outre, le dégonflement dans un temps très court et sans que l'aéronaute ait à intervenir pour hâter la sortie du gaz. Les opérations de remplissage du matériel sont ainsi moins longues et, de plus, il n'y a aucune manipulation à faire subir à l'enveloppe, ce qui évite les déchirures accidentelles.

Aussi est-il devenu réglementaire, chez les aéroliers militaires, de toujours se servir de ce moyen pour dégonfler le ballon, même si on n'a pas fait usage du panneau pour atterrir. Afin, d'ailleurs, de bien préciser ce but, on a modifié l'ancienne appellation de « panneau de déchirure », laquelle est devenue « panneau de dégonflement instantané ».

**DÉLESTAGE.** — Le délestage est l'opération par laquelle on jette par-dessus bord une certaine quantité du lest emporté pour l'ascension. Par extension, on donne aussi ce nom à la quantité de lest projetée.

Dans l'aéronautique militaire, les délestages sont soumis à des règles fixes, qui ont pour but de réduire au minimum la quantité de lest consommée en vue d'un résultat à obtenir.

Le **LEST** (*V. ce mot*) est approvisionné en sacs tarés, dont le poids varie avec chaque nature de ballon. En

règle générale, les délestages à effectuer normalement correspondent à la projection de la moitié du poids de lest contenu dans un sac.

Ainsi, pour le ballon normal, dont les sacs ont un poids de 5 kilos, le délestage réglementaire est de 2<sup>kg</sup> 500; pour les ballons de place, qui disposent de sacs de 10 kilos, le délestage est de 5 kilos.

Lorsqu'un délestage ne suffit pas pour obtenir le résultat voulu, on en effectue plusieurs successifs. Admettons, par exemple, qu'un ballon descende et qu'on veuille arrêter, ou, suivant l'expression consacrée, enrayer la descente, on procédera de la façon suivante : lorsque, à partir du début du mouvement, on sera descendu de 50 mètres, on effectuera un délestage; s'il suffit à enrayer, on s'en tiendra là. Dans le cas où il n'en serait pas ainsi, on attendra que le ballon soit encore descendu de 50 mètres et on fera, à ce moment-là, un nouveau délestage. On recommencera l'opération jusqu'à ce qu'on soit arrivé au résultat.

• **DEPERDUSSIN (Aéroplane).** — La Maison Deperdussin construit un monoplan très rapide. Les aérodromes de cette Maison sont installés à Reims et à Pau (*V. Aéroplane*).

La maison Deperdussin a pris part au concours militaire de Reims et a obtenu la troisième place au classement final.

**DÉPÔTS de matériel aéronautique militaire.** — Les troupes de sapeurs-aérostiers utilisent, pour leur instruction et pour les manœuvres, du matériel de diverses natures, qui est entreposé soit dans les magasins des compagnies, soit dans des magasins généraux pour l'ensemble du corps. Le matériel que les compagnies détiennent normalement est laissé à leur disposition et les capitaines commandants ont la responsabilité de l'entretien et de l'emploi des différents agrès. Quant au matériel général, il est entretenu et géré par un organe spécial qui porte le nom de dépôt de matériel aéronautique.

La circulaire ministérielle n° 23, du 28 avril 1910, insérée au *Bulletin officiel* (partie réglementaire, page 701), crée deux dépôts, l'un à Versailles, l'autre au camp de Châlons. Enfin, un troisième dépôt a été créé à Reims, par la circulaire ministérielle en date du 28 septembre 1911. Ces dépôts fonctionnent, depuis le 15 juin 1910, comme les Écoles du génie auprès des régiments de cette arme. Ils ont pour rôle de

gérer et d'entretenir les matériels de mobilisation ou d'instruction technique mis à la disposition des sapeurs-aérostiers. Ils règlent les dépenses et traitent les questions administratives afférentes à ce matériel ou à l'instruction. Les divers centres d'aviation sont, à ce même point de vue, rattachés aux dits dépôts.

Chaque dépôt est commandé par un chef de bataillon ou capitaine désigné par le commandant des sapeurs-aérostiers. Le chef du dépôt a sous ses ordres un ou plusieurs officiers d'administration faisant fonctions de gérant et de comptable-matières.

L'ensemble des dépôts est dirigé par le colonel commandant les sapeurs-aérostiers, qui prend le titre de « directeur des dépôts du matériel aéronautique ». Cet officier supérieur a, vis-à-vis des chefs de dépôts, les attributions des directeurs du génie à l'égard des chefferies.

**DÉSARRIMAGE.** — C'est l'opération inverse de l'arrimage et qui consiste à séparer un ballon qui vient d'effectuer des ascensions captives ou une ascension libre, de tous les agrès autres que le filet (*V. Arrimage*).

Les ballons sphériques, seuls, subissent plusieurs opérations d'arrimage et de désarrimage, en général toutes les fois qu'on veut les utiliser à des ascensions ou qu'on les rentre dans les hangars. Au contraire, les dirigeables, qui nécessitent un arrimage plus délicat et plus long, sont arrimés une seule fois, aussitôt après le gonflement. Il restent ainsi pendant tout le temps de leur mise en service et ils séjournent, entièrement arrimés, dans les hangars, le désarrimage n'étant fait que lors du dégonflement définitif.

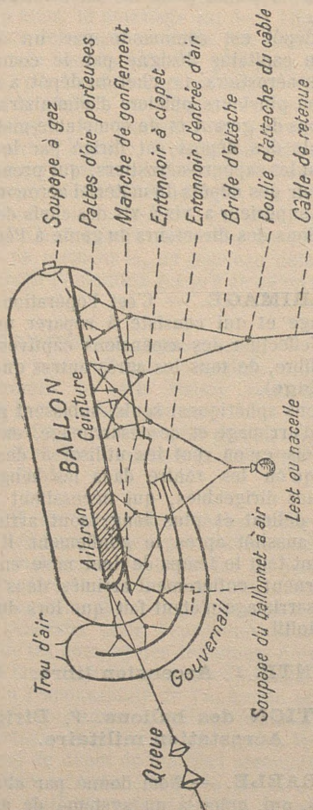
**DESCENTE.** *V. Ascension libre.*

**DIRECTION des ballons.** *V. Dirigeables (Ballons) et Aérostation militaire.*

**DIRIGEABLE.** — Nom donné par abréviation aux ballons, qui, grâce à un système de moto-propulsion installé dans la nacelle, sont susceptibles de se déplacer par rapport au vent et de se rendre ainsi d'un point à un autre déterminé à l'avance (*V. Ballons dirigeables*).

**DORAND (Aéroplane).** *V. Aéroplane.*

**DRACHEN-BALLON.** — Le seul ballon réglementaire des armées allemande et autrichienne est le *Drachen-Ballon* (Ballon cerf-volant) qui a été imaginé par le major von Parseval. Le ballon sphérique ne résiste pas bien aux coups de vent ; entre des



vitesses de vent égales à 8 et 12 mètres, les observations sont très fatigantes ; au-dessus de 12 mètres, elles sont impossibles. Le major von Parseval a eu l'idée de créer un ballon, qui tint en même temps du cerf-volant. Dans ces conditions, le vent, au lieu

d'être gênant, doit au contraire donner de la sustentation, et le *Drachen-Ballon* doit être d'autant plus stable que le vent est plus violent, tout au moins dans la limite de résistance des divers agrès.

Le ballon cerf-volant est formé par une partie cylindrique allongée, terminée à ses deux extrémités par une calotte hémisphérique (*V. la figure ci-contre*).

A l'arrière du ballon se trouve un gouvernail de forme torique, qui porte, d'une part, un entonnoir de rentrée de l'air et, d'autre part, un trou d'air opposé à l'entonnoir. A l'intérieur du ballon proprement dit, se trouve un ballonnet destiné à conserver au ballon une forme invariable et dans lequel l'air peut pénétrer par un entonnoir à clapet. A l'arrière, se trouve une queue constituée par une série de petits parachutes qui se tendent sous l'action du vent. Une ceinture formant RALINGUE (*V. ce mot*) est reliée au câble de retenue par des pattes d'oie et une bride d'attache disposées à l'avant; le ballon n'a aucun filet. La nacelle est portée par des pattes d'oie fixées à l'arrière.

Le fonctionnement général du système est le suivant : dès que le ballon est abandonné à lui-même, il s'oriente de façon que le grand axe du cylindre se trouve dans le plan du vent; de plus, cet axe fait avec l'horizontale un certain angle, ce qui a pour effet d'incliner le ballon. Le vent pénètre dans le gouvernail par l'entonnoir d'entrée d'air; le gouvernail se gonfle et c'est lui qui donne l'orientation, ainsi d'ailleurs que les parachutes renversés de la queue, qui tirent sur l'arrière du ballon. En outre, l'air pénètre par un entonnoir à clapet dans le ballonnet intérieur, qui se remplit, ce qui permet au ballon de conserver sa forme; le clapet de l'entonnoir s'oppose à la sortie de l'air quand la pression dans ce ballonnet devient trop grande, l'air s'échappe dans le gouvernail par la soupape du ballonnet. La manche de gonflement est toujours fermée. Des ailerons rectangulaires latéraux augmentent encore l'effort de sustentation dû au vent et servent à diminuer l'inclinaison du ballon quand le vent augmente. Enfin, si la pression du gaz de gonflement croît dans le ballon proprement dit au delà d'une certaine limite, la paroi intérieure du ballonnet s'applique contre la paroi extérieure de l'enveloppe du ballon et, à ce moment-là, cette paroi tend une corde qui, aboutissant à la soupape à gaz, force automatiquement cette dernière à s'ouvrir. Il n'y donc pas à craindre d'éclatement dû à un excès de pression.

Le *Drachen-Ballon* en usage dans l'armée allemande a un volume de 750 mètres cubes, c'est-à-dire un volume identique à celui du ballon de siège français. Il n'est supérieur à ce dernier à aucun point de vue ; il s'élève même moins haut que lui pour une même longueur de câble déroulé. De plus, l'observation est aussi difficile dans l'un que dans l'autre, dès que le vent atteint 12 mètres. Mais, le *Drachen* a, au point de vue militaire, l'inconvénient d'être, sinon intransportable, tout au moins très peu transportable, ce qui oblige à faire les ascensions sur le lieu même du gonflement. Au contraire, le ballon sphérique se déplace sans trop de difficultés. Enfin la manœuvre du *Drachen* est plus pénible et plus délicate que celle du ballon sphérique.

Des essais comparatifs ont été faits en France entre le *Drachen-Ballon* et le ballon de siège à ballonnet de 750 mètres cubes. Les résultats obtenus ont montré que ce dernier ballon n'était pas inférieur au *Drachen*, au point de vue des ascensions, mais que, par contre, il lui était supérieur pour la facilité des manœuvres. Aussi n'a-t-on pas jugé utile d'adopter ce genre d'aérostats.

La Russie, l'Autriche, la Norvège et la Suisse possèdent des *Drachen-Ballons* militaires. Les Italiens ont fait en octobre 1907, devant Messine et à bord du croiseur « Elba », des expériences d'aérostation maritime avec un *Drachen*.

En France, on n'emploie ce genre d'aérostats que sous forme de *Drachen* de 100 mètres cubes, faisant fonction de porte-antenne de télégraphie sans fil. On remplace alors la nacelle par un sac de lest de cinq kilos.

**ÉCLAIREUR.** — On désigne sous le nom d'*éclaireurs* des ballons dirigeables militaires dont le volume varie entre 6.000 et 7.000 mètres cubes. Le *Capitaine-Marchal* est un éclaireur militaire (V. *Ballons dirigeables*).

**EMPENNAGES.** — On désigne sous le nom d'*empennages* des dispositifs fixes placés sur les aéronefs, en vue d'assurer leur stabilité (V. *Aéronefs et Stabilité*).

**ENTOILAGE.** — C'est l'opération qui consiste à recouvrir d'une toile un agrès aéronautique quelconque.

Dans les dirigeables rigides, la carcasse en bois ou en métal est soigneusement entoilée, de façon à diminuer la résistance à l'avancement.

Dans les dirigeables souples, les nacelles, les quilles et en général tous les organes accessoires formés de tubes ou montants en bois verticaux ou horizontaux, sont entoilés pour la même raison que précédemment.

Dans les aéroplanes, l'entoilage des ailes, qui, à l'extérieur, présente une surface aussi lisse que possible, recouvre entièrement l'armature intérieure ; on entoure également de toile le fuselage et la carcasse, de manière à ne pas gêner l'écoulement des filets d'air le long des parois.

La toile employée est recouverte de vernis. Pour les dirigeables, cette toile est ignifugée ; en outre, par mesure de précaution, dans les parties voisines des moteurs, la toile est remplacée par de la tôle métallique, généralement en aluminium.

**ENVELOPPE.** — L'enveloppe d'un ballon est la poche en étoffe dans laquelle on introduit et on enferme le gaz de gonflement. Les ballons, une fois gonflés, ont toujours la forme de surfaces de révolution, sauf cependant lorsqu'on les astreint à épouser les contours d'une carcasse rigide (comme dans le *Zeppelin*). Ces surfaces sont formées par la juxtaposition d'éléments plans, qui portent le nom de *panneaux* ou *fuseaux*. Ces divers éléments sont réunis entre eux au moyen de coutures.

Au point de vue de la nature des enveloppes, les ballons peuvent se classer en deux grandes catégories : 1° les ballons vernis ; 2° les ballons en étoffe double caoutchoutée.

Les ballons vernis sont en général fabriqués avec l'étoffe à l'état écru. C'est seulement lorsqu'ils sont confectionnés qu'on les rend imperméables en leur passant un certain nombre de couches de vernis. Jusqu'en 1905, tous les ballons militaires français étaient en étoffe vernie (soie pour les ballons captifs, calicot pour les ballons libres). L'apparition des étoffes caoutchoutées a permis de fabriquer des ballons en général plus étanches que les précédents sur lesquels ils présentent de plus l'avantage de pouvoir être utilisés aussitôt après confection. Ces ballons ont une couleur jaune caractéristique, qui leur est donnée par de l'aniline ou du chromate de plomb et qui a pour but, grâce à ses propriétés inactiniques, de protéger le caoutchouc intérieur

contre l'action du soleil, qui tend à le rendre cassant et par suite à lui faire perdre son imperméabilité.

En Italie, les ballons militaires, même les dirigeables, jusqu'ici en soie spéciale, sont jaunis par une teinture végétale particulière ; en outre, on les recouvre d'une mince pellicule de poudre d'aluminium. Cette dernière, par le rayonnement qu'elle détermine empêche l'échauffement du gaz intérieur, ce qui donne de la stabilité au ballon libre.

Des expériences très récentes ont montré que, si on incorpore de la poudre d'aluminium à la pellicule de gomme intérieure d'une étoffe double caoutchoutée, la conservation de cette dernière est notablement accrue.

Il n'est pas sans intérêt de signaler que les ballons militaires anglais, en particulier ceux qui ont été utilisés pendant la guerre du Transvaal, sont en baudruche. Ce produit est formé par des intestins de bœuf ; il se soude à lui-même et possède une remarquable étanchéité sous un faible poids. Malheureusement, comme tous les corps organiques, la baudruche est très altérable et devient rapidement cassante. En outre, elle a l'inconvénient de coûter très cher. Les Anglais fabriquent avec la baudruche leurs ballons militaires captifs et aussi certains de leurs dirigeables (*Nulli-Secundus* — *Alpha* — *Bêta*).

**ENVERGURE.** — Cette expression, autrefois employée pour désigner la largeur des ailes d'un oiseau, est maintenant également usitée en aéronautique, où elle sert à caractériser le développement en largeur des ailes d'un aéroplane.

L'envergure des divers appareils, tant militaires que sportifs, construits jusqu'ici, varie dans d'assez notables proportions suivant les modèles et aussi suivant la destination des engins.

Dans les monoplans à une place, l'envergure varie de 6 à 10 mètres ; dans les monoplans à deux places et dans les biplans, la valeur de cette dimension oscille entre 14 et 16 mètres, exception faite toutefois pour le biplan Goupy, qui est tout à fait remarquable, à ce point de vue, avec 6 mètres seulement d'envergure.

Il n'est pas difficile de prévoir que, avec les nouvelles exigences de la guerre, l'envergure ira en augmentant, certains constructeurs ayant déjà adopté des chiffres de 18 et même 20 mètres. C'est en effet de l'envergure que dépend la force sustentatrice, et

par conséquent le poids transporté, qui va lui-même sans cesse en croissant, par suite de la nécessité où on se trouve d'avoir un pilote, un observateur, des appareils de télégraphie sans fil et aussi des projectiles. Les aéroplanes militaires de l'avenir seront, par suite, notablement plus grands que ceux actuels. Mais, d'autre part, cet accroissement de grandeur ne va pas sans inconvénients ; il conduit à avoir des hangars plus vastes, des installations plus coûteuses et enfin il augmente les difficultés de transport. Aussi a-t-on cherché dès maintenant à remédier à ces inconvénients ; on y est parvenu dans une certaine mesure, en opérant comme l'ont fait Henri Farman, les frères Voisin et Sommer. Le procédé consiste à ne prolonger que le plan supérieur et à rendre ce prolongement mobile autour d'un axe horizontal. Quand l'appareil est au repos, les prolongements des plans sont rabattus ; quand on veut se servir de l'appareil, on les relève et on les consolide par des dispositifs spéciaux à chaque constructeur.

M. Bréguet a établi des aéroplanes dont les ailes tout entières peuvent être rabattues, de manière à constituer ainsi le minimum d'encombrement.

**ESSENCE.** — L'essence de pétrole est le seul combustible employé actuellement à bord des AÉRONEFS (*V. ce mot*). Mélangée à l'air, la vapeur ou mieux l'essence finement pulvérisée, constitue un mélange, qui, comprimé, détonne violemment sous l'action d'une flamme ou d'une étincelle électrique. La force propulsive déterminée par l'explosion est utilisée pour déplacer un piston et, par suite, à produire un travail moteur. L'essence s'achète dans le commerce dans des bidons en fer-blanc et plombés. Sa densité est de 0,700 à 0,750.

**ÉTRICH (Monoplan).** — Le monoplan Étrich est un des rares aéroplanes fabriqués à l'étranger qui puisse être comparé, au point de vue de la sûreté du fonctionnement, aux aéroplanes construits dans notre pays. Il a été adopté par l'armée autrichienne, et l'Allemagne a aussi pris livraison d'un certain nombre de ces appareils. Il est caractérisé par la forme tout à fait particulière des ailes, qui ressemblent à celles d'un pigeon. Le moteur est du type Daimler, qui a donné toute satisfaction. En dehors de la forme des ailes, qui lui est particulière, le monoplan Étrich est maintenu rigide par une poutre en tubes d'acier placée longitudinalement sous l'aile et

dans la partie médiane, disposition empruntée au biplan.

Le monoplan Étrich est lourd et a par suite l'inconvénient de s'envoler difficilement.

### EXPLOSIONS (Moteur à). V. Moteur

**FARMAN (Aéroplanes).** — Henri Farman, constructeur français d'appareils d'aviation, a été l'un des premiers à établir des aéroplanes susceptibles de faire de grands voyages. Les appareils Henri Farman sont jusqu'ici des biplans; des essais avaient été faits en 1910 sur un monoplan, qui ne paraît pas avoir donné entière satisfaction. Les écoles Henri Farman sont installées au Camp de Châlons (Mourmelon) et à Étampes.

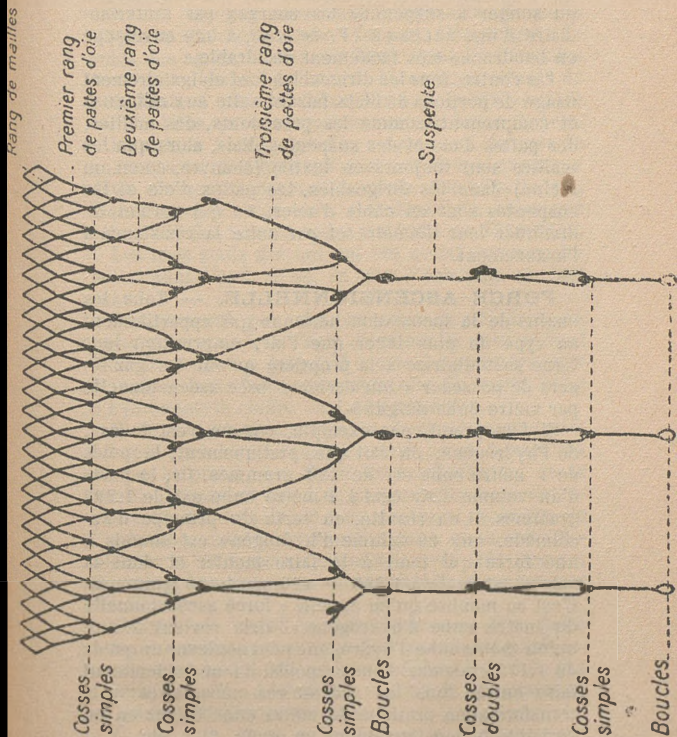
L'armée française possède un grand nombre de biplans de cette marque; les pilotes les plus connus qui ont conduit des engins de ce modèle sont le lieutenant du génie Camerman, le sous-lieutenant du génie Ménard, l'enseigne de vaisseau Delage, le lieutenant du génie Rémy.

Maurice Farman, frère du précédent, construit aussi des aéroplanes qui ont rapidement acquis une grande renommée. Ses appareils sont aussi du genre biplan, à ossature en bois. L'école Maurice Farman est installée à Buc, près de Versailles. Le service de l'aéronautique militaire a acquis un certain nombre de ces biplans qui se font surtout remarquer par la solidité de leur construction (V. **Aéroplanes**).

Les frères Farman ont actuellement associé leurs maisons. Ils ont pris part au concours militaire de Reims, où les appareils Henri Farman ont pris au classement final la cinquième place et les appareils Maurice Farman la sixième et la septième.

**FILET.** — Le filet est un agrès auquel sont suspendus, dans les ballons sphériques, les poids et les charges à supporter. Il enveloppe complètement le ballon, sauf à la partie inférieure et, par suite, il assure la répartition des efforts sur toute la surface. Le filet est constitué par un tissu formé d'un fil continu, qui se raccorde lui-même à un certain nombre de points ou nœuds, de manière à présenter la configuration d'une sorte de treillage, dont les éléments portent le nom de *mailles*. La grandeur des dimensions, ainsi que les fils des mailles, sont variables avec les positions qu'elles occupent dans le filet et en raison des efforts qu'elles ont à sup-

porter, eu égard à leur emplacement. Quand le filet recouvre un ballon gonflé, les nœuds sont disposés suivant les parallèles de la surface, et il y a 144 mailles ou nœuds sur le même parallèle. Ce grand nombre d'éléments assure une bonne répartition des charges; mais, par contre, il n'est pas possible de songer à conserver ce chiffre de 144 pour raccorder à la suspension. Il est de toute nécessité d'opérer une réduction. On a alors recours aux pattes



d'oie. Comme le montre le dessin ci-dessus, les pattes d'oie sont des figures qui réduisent de moitié le nombre des nœuds. Grâce au premier rang de pattes d'oie, on n'a plus que 72 nœuds, puis, successivement 36, puis 18, qui est le nombre définitif des suspentes.

Ce sont ces dernières qui, grâce aux boucles dont elles sont munies, se relieront aux 18 CABILLOTS du cercle de la SUSPENSION (*V. ces mots*).

Les ballons sphériques, seuls, ont des filets complets, les recouvrant entièrement; les *Drachen-Balloons* allemands en sont dépourvus. Les dirigeables ne comportent pas non plus l'emploi d'un filet, dont les cordages faisant saillie offriraient une trop grande résistance à l'avancement. Seul le dirigeable anglais *Nulli Secundus* en était muni, car on n'avait pas pu songer à suspendre les charges par l'intermédiaire d'une RALINGUE (*V. ce mot*), à une enveloppe en baudruche très facilement déchirable.

Par contre, tous les dirigeables font obligatoirement usage de portions de filets faisant suite aux ralingues et comprenant, comme les précédents, des mailles, des pattes d'oie et des suspentes. Mais, alors que les mailles sont toujours en textile (chanvre, coton ou racine) dans les dirigeables, les pattes d'oie et les suspentes sont en câble d'acier, ce qui permet de diminuer leur diamètre et par suite la résistance à l'avancement.

**FORCE ASCENSIONNELLE.** — Tous les engins de la locomotion aérienne qui appartiennent au type du plus léger que l'air, empruntent leur force sustentatrice à la propriété qu'ont les gaz légers de posséder « une certaine force ascensionnelle par mètre cube de gaz ».

Si l'on prend, par exemple, comme c'est le cas, de l'hydrogène, on sait que, pratiquement, le poids de 1 mètre cube est de 120 grammes. Or, le poids d'un volume d'air égal à 1 mètre cube est de 1.293 grammes. Il en résulte, en vertu du principe d'Archimède, que ce volume d'hydrogène est soumis à une force qui tend à le faire monter et dont la valeur est égale à  $1.293 - 120 = 1.173$  grammes. C'est ce nombre qu'on appelle « force ascensionnelle du mètre cube d'hydrogène ». Cela revient à dire qu'un mètre cube d'hydrogène peut soulever un poids de 1.173 grammes. Dans ce poids, il faut évidemment faire entrer tous les accessoires nécessaires à la transformation pratique du mètre cube de gaz en un véritable ballon (enveloppe en étoffe, filet, etc...).

Soit un ballon normal militaire de 560 mètres cubes, gonflé à l'hydrogène. Sa « force ascensionnelle totale » est, d'après ce qui vient d'être dit,  $560 \times 1.173$ , c'est-à-dire environ 615 kilos. Le poids des organes obligés (enveloppe, filet, nacelle, ancre,

suspension) est de 250 kilos ; si le ballon est monté par deux aéronautes, soit 150 kilos, le poids total soulevé est  $250 + 150 = 400$  kilos. Il reste donc de disponible  $615 - 400 = 215$  kilos, qui sont utilisés pour transformer le ballon en observatoire captif.

Considérons maintenant un ballon dit « de place », ( $980\text{m}^3$ ), lequel, gonflé au gaz d'éclairage, sert, en temps de paix, aux ascensions libres. La force ascensionnelle totale est de  $980 \times 650$  grammes = 637 kilos (650 grammes étant la force ascensionnelle moyenne du mètre cube de gaz d'éclairage). Le poids des agrès d'ascension libre étant de 310 kilos environ et celui de deux aéronautes étant de 150 kilos, il restera disponible  $637 - (310 + 150) = 177$  kilos qu'on emportera sous la forme de lest.

Le même ballon, gonflé, comme en temps de guerre, avec de l'hydrogène et monté également par deux aéronautes, pourrait emporter 690 kilos de lest, lequel comprendrait alors des dépêches, ainsi que cela a été fait lors du siège de Paris en 1870-1871.

Les trois seuls gaz qui ont été utilisés en aérostation sont l'hydrogène, le gaz d'éclairage et l'air chaud.

Pratiquement, pour ne pas avoir de déboires, en particulier quand il s'agit d'évaluer le lest restant d'un dirigeable en projet, il convient de prendre pour la valeur de la force ascensionnelle du mètre cube d'hydrogène le chiffre de 1.100 grammes.

Quant au gaz d'éclairage, sa force ascensionnelle est très variable, suivant l'instant de sa fabrication où on le prend. Au début de la distillation de la houille, le gaz est lourd et, par suite, la force ascensionnelle est très faible ; au contraire, à la fin de l'opération, quand on recueille des « queues de distillation », la force ascensionnelle est très grande. En valeur moyenne, on admettra 600 grammes par mètre cube.

Enfin, l'air chaud a, théoriquement, une force ascensionnelle maximum de 220 grammes ; pratiquement, comme il est toujours mélangé à des gaz légers, on arrive à avoir des valeurs de 500 grammes et même 600 par mètre cube.

**GAUCHISSEMENT.** — Dans divers aéroplanes, en particulier les monoplans, les extrémités des ailes possèdent une certaine souplesse, qui permet, par une manœuvre appropriée du pilote, d'effacer plus ou moins la partie souple et, par suite, d'offrir une

plus ou moins grande résistance à l'air, de façon à rétablir l'équilibre transversal, lorsqu'il est momentanément compromis. La manœuvre du gauchissement est identique à celle des AILERONS (*V. ce mot*).

**GAZ d'éclairage.** — Le gaz d'éclairage (formène ou méthane) est très employé dans l'aérostation civile en raison de son prix de revient peu élevé (12 à 20 centimes le mètre cube, suivant les usines). On s'en sert beaucoup moins dans l'aérostation militaire, où on l'utilise seulement pour les ascensions libres du temps de paix. La FORCE ASCENSIONNELLE (*V. ce mot*) du gaz d'éclairage varie énormément avec le moment où on recueille ce gaz, provenant, comme on sait, de la distillation de la houille en vase clos. C'est à la fin de l'opération, entre la quatrième et la sixième heure, que le gaz a la plus faible densité et qu'il est préférable, par suite, de le recueillir pour les besoins de l'aérostation.

**GAZ LÉGERS.** — On désigne sous le nom de *gaz légers* tous les gaz qui ont une densité inférieure à l'unité ou, ce qui revient au même, un poids par mètre cube inférieur au poids du mètre cube de l'air atmosphérique, placé dans les mêmes conditions de température et de pression. Les gaz légers sont les seuls qui possèdent une certaine FORCE ASCENSIONNELLE (*V. ce mot*) ; ce sont par suite les seuls qu'on puisse utiliser en aérostation pour le gonflement des ballons.

Les gaz légers sont au nombre de quatorze, qui, théoriquement, seraient susceptibles d'être utilisés ; ce sont : le vide, l'air raréfié, l'hydrogène, le formène, l'acide fluorhydrique, l'ammoniaque, l'hélium, l'acide cyanhydrique, l'air chaud, l'azote, la vapeur d'eau, l'éthylène, l'acétylène, l'oxyde de carbone. Au point de vue pratique, deux seulement satisfont à des degrés divers à toutes les conditions d'emploi. Il ne suffit pas, en effet, pour qu'un gaz soit *aérostatique*, qu'il soit seulement léger. Il faut d'abord qu'il soit assez léger pour s'enlever lui-même et enlever, en outre, les poids accessoires (enveloppes, filet, agrès divers, aéronautes et lest) qui constituent l'ensemble appelé ballon.

On ne saurait évidemment faire usage, ni de l'acide cyanhydrique, qui est un poison violent, ni de l'ammoniaque ou de l'acide fluorhydrique, qui rongeraient les tissus, ni de l'hélium, dont le prix de revient (1.500 francs le mètre cube) est prohibitif,

ni du vide ou de l'air raréfié qui exigeraient des ballons rigides absolument inutilisables. Toutes les éliminations étant faites, il ne reste, ainsi qu'il vient d'être dit, que deux gaz, qui sont l'hydrogène et le gaz d'éclairage.

Les aéroliers militaires n'emploient ce dernier qu'en temps de paix et uniquement pour le gonflement des ballons dits « de place » destinés aux ascensions libres (*V. ci-dessus Gaz d'éclairage*).

L'hydrogène est seul utilisé pour gonfler les dirigeables, les ballons captifs et les ballons libres du temps de guerre (*V. Hydrogène*).

L'air chaud, plus ou moins mélangé d'hydrocarbures légers, a été, avant la découverte de l'hydrogène, employé au gonflement des montgolfières. Certains constructeurs ont eu, de nos jours, l'idée de l'utiliser pour gonfler des ballons militaires captifs servant à l'instruction. Le ballon est gonflé au moment du besoin par une série de lampes à pétrole. Une fois les ascensions effectuées, on laisse le ballon se dégonfler et on le rentre en paquet dans le hangar. Cette manière de faire est économique, mais les ballons captifs ainsi gonflés ne peuvent monter que par des vents très faibles (5 à 6 mètres au maximum). Leur emploi se trouve donc limité et ce genre de ballons n'a pas été adopté dans notre pays.

**GNOME (Moteur).** — Moteur d'aviation rotatif; le plus répandu à l'heure actuelle (*V. Moteur*).

**GONFLEMENT des ballons.** — L'opération du gonflement consiste pour les ballons, soit libres, soit dirigeables, à les remplir du gaz léger qui leur permettra, grâce à sa force ascensionnelle, de s'élever dans l'atmosphère. Au point de vue militaire, la question du gonflement est de la plus haute importance. Elle peut être envisagée à deux points de vue, suivant qu'on considère les conditions dans lesquelles on se trouve, soit en temps de paix, soit en temps de guerre. Ce qui différencie d'ailleurs ces deux aspects d'une même opération, c'est que, en campagne, il importe d'aller très vite, de façon que le ballon puisse fonctionner rapidement, alors qu'au contraire, en temps de paix, on peut procéder avec plus de lenteur et, par suite, plus d'économie.

En se reportant au mot : GAZ LÉGERS, on voit que deux gaz sont seulement employés dans l'aérostation militaire : le gaz d'éclairage et l'hydrogène.

Le gonflement des ballons avec le gaz d'éclairage

s'effectue sans difficulté ; la rapidité dépend exclusivement de la vitesse de production de l'usine. Quant à l'hydrogène, plusieurs procédés sont en présence.

Jusqu'ici, l'hydrogène était obtenu dans les usines militaires fixes par la décomposition de l'eau au moyen du fer, en présence de l'acide sulfurique ; dans les appareils existants, la vitesse de production était limitée à 100 mètres cubes à l'heure. L'opération du gonflement d'un ballon était donc très longue. Aussi, pour les besoins de la mobilisation avait-on à sa disposition la voiture à hydrogène (zinc et acide sulfurique), qui avait un débit de 300 mètres cubes à l'heure. En ce moment, grâce aux usines à soude-silicium, du système imaginé par le capitaine du génie Lelarge, la production horaire pourra atteindre 500 mètres cubes.

Enfin, grâce aux voitures à tubes, qui transportent l'hydrogène comprimé, un ballon peut être gonflé dans un temps très court. C'est ainsi que l'opération proprement dite du gonflement, c'est-à-dire le fait de remplir un ballon normal de 560 mètres cubes, n'exige que de 15 à 20 minutes.

Il est nécessaire, avant de faire arriver du gaz dans un ballon, que celui-ci soit préparé en vue de cette opération. On procède à cette préparation, en général, un jour avant le gonflement ; en campagne, le ballon est même transporté entièrement prêt sur une voiture à tube, aménagée à cet effet. Il suffit, quand on veut utiliser le ballon, de le descendre et de mettre en communication son appendice avec les manches d'arrivée du gaz. Une fois la liaison effectuée, il ne reste plus qu'à ouvrir et régler les robinets pour que le gaz arrive en aussi grande quantité qu'on le désire.

Pour les gonflements aux colonies, ou bien lorsqu'on n'a pas à sa disposition des voitures à tubes, on fait usage de tubes du commerce transportables séparément, d'une contenance de 7 mètres cubes de gaz détendu à la pression ordinaire.

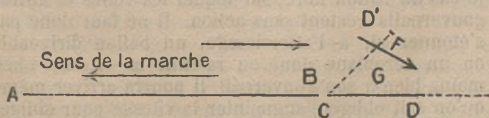
**GOUPY (Aéroplane).** — L'aéroplane Goupy est un biplan qui présente la particularité d'avoir ses deux plans décalés l'un par rapport à l'autre. Il a, en outre, des dimensions assez faibles : envergure, 6 mètres, longueur totale 7 mètres. Malgré ces dimensions restreintes, l'appareil enlève facilement deux aéronautes (V. **Aéroplanes**).

**GOVERNAIL** — Dans les appareils destinés

à la navigation aérienne, les gouvernails, au sens le plus général du mot, sont constitués par des surfaces accessoires qui permettent de piloter l'appareil dans tous les sens. Par suite, les gouvernails doivent se diviser en deux grandes catégories : les gouvernails dits *de direction*, qui assurent la marche dans le sens horizontal, suivant un parcours déterminé projeté sur le sol, et les gouvernails dits *de profondeur* ou *d'altitude*, qui réalisent le pilotage en hauteur et donnent à l'engin aérien la faculté de monter ou de descendre à la volonté de l'aéronaute.

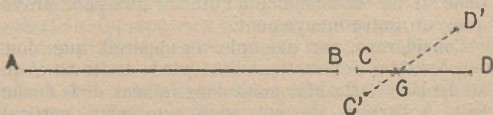
A quelque catégorie qu'appartiennent les gouvernails et quelle que soit la nature de l'appareil (dirigeable ou aéroplane) sur lequel ils sont placés, le principe de leur fonctionnement est le même. Ils sont formés de surfaces planes ou courbes, que le pilote peut mettre en mouvement et grâce auxquelles il peut provoquer une réaction supplémentaire momentanée, agissant dans un sens déterminé et provoquant, par suite, le mouvement horizontal ou vertical cherché. Une fois le résultat obtenu, le pilote ramène le gouvernail dans une position neutre, où ce dernier est sans effet sur l'ensemble du système. Il ne recommence à l'utiliser que pour provoquer un autre mouvement.

Considérons, par exemple un appareil que nous représentons schématiquement par la droite AB et qui se déplace horizontalement dans le sens de la flèche. Soit, à l'arrière de cet engin, un plan vertical, représenté en CGD par son intersection avec le plan du tableau. Supposons que G soit mobile autour de l'axe C et amenons-le à occuper la position CD'. Alors que, dans la position CD, le gouvernail G ne subissait pas l'action de l'air, qui est dirigée suivant le sens opposé à la marche, au contraire, dans sa nouvelle position CD' il va subir une certaine réaction normale, représentée par la flèche F. Cette réaction est donc une nouvelle force qui s'introduit, alors que l'engin était en équilibre ; celui-ci va, par suite, se trouver rompu et, comme il est facile de le



voir, le ballon ou l'aéroplane va avoir des tendances à tourner vers le haut. Lorsque l'axe AB aura ainsi

pris la nouvelle direction, on fera cesser l'action du gouvernail G, et l'appareil, n'étant plus sollicité par aucune force, cessera de tourner pour continuer à se déplacer suivant une route différente de AB. En réalité, il faut toujours faire cesser l'action du gouvernail un peu avant que le ballon ou l'aéroplane ait atteint la direction voulue, car l'appareil, par suite de l'inertie, continue son mouvement, même après qu'on fait cesser l'action du gouvernail. Souvent même, on dépasse la position et on est obligé de donner un coup de barre dans le sens opposé à celui du premier coup. On comprend sans peine que l'action du gouvernail soit d'autant plus forte que celui-ci est plus éloigné du centre de gravité, car le bras de levier augmente beaucoup l'effet produit. Aussi place-t-on les gouvernails de direction le plus loin possible vers l'arrière. En général, les gouvernails sont *compensés*, c'est-à-dire qu'ils tournent, non pas autour de l'un des bords pris comme axe, (exemple précédent), mais bien autour d'un axe situé entre G et D, le plus communément au tiers de la distance CD, à partir de C. Dans ces conditions, le



gouvernail prend la position C'D' et, comme la résistance à l'effort fait par le pilote pour tourner le gouvernail se trouve nettement composée, puisqu'elle agit d'un côté pour aider le pilote, de l'autre pour le contrarier, il en résulte que le pilote éprouve beaucoup moins de difficultés à manier son gouvernail. Il y a lieu de remarquer que l'action du gouvernail est d'autant plus efficace que la vitesse du navire aérien est plus grande; si cette dernière devenait nulle, le gouvernail ne produirait aucun effet. C'est le cas du ballon libre, sur lequel les voiles et autres gouvernails restent sans action. Il ne faut donc pas s'étonner si, à l'atterrissage, un ballon dirigeable ou un aéroplane dont on ralentit la vitesse obéit moins bien à son gouvernail. Il pourra arriver même qu'on soit obligé d'augmenter la vitesse pour obliger l'appareil à obéir.

Alors que tout le monde est unanime à reconnaître que la seule position à occuper par le gouvernail de

direction est à l'arrière, l'accord est loin d'être fait sur la position des gouvernails de profondeur. Doit-on les mettre à l'avant ou à l'arrière? Telle est la question qui, à l'heure actuelle, divise les ingénieurs en deux camps nettement opposés. La question est loin d'être résolue et chaque système a en même temps ses partisans et ses détracteurs.

Le gouvernail-avant est qualifié de *progressif*, c'est-à-dire qu'une fausse manœuvre ne fait qu'accroître son effet; en d'autres termes, on dit qu'un gouvernail avant qui *engage* l'appareil est absolument incapable de le redresser dès que cet engagement atteint certaines limites. A l'appui de cette théorie, d'ailleurs exacte, comme il est facile de le vérifier, on cite les accidents survenus au capitaine Madiot, au lieutenant de Caumont, au lieutenant de vaisseau Byasson, enfin au capitaine Tarron. Il est de fait que l'action du gouvernail s'accroît au fur et à mesure qu'elle se fait sentir; par contre, le gouvernail-avant agit très vite et très efficacement.

Quant au gouvernail-arrière, il est *régressif*, c'est-à-dire que son action diminue, à partir du moment où elle commence à s'exercer.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer un gouvernail d'altitude arrière que le pilote relève pour faire cabrer l'appareil; dès que le cabrage est obtenu, le gouvernail est pris en dessous et tend par suite à se remettre horizontal, ainsi qu'à replacer l'appareil tout entier sur l'horizontale.

Les gouvernails de profondeur peuvent être portants, ou, au contraire, ne pas contribuer à la sustentation. Beaucoup d'ingénieurs considèrent cette solution comme défectueuse et la regardent comme étant en partie cause des accidents rappelés ci-dessus.

De même, les gouvernails peuvent être plans, ou biplans ou multiplans. Certains, en particulier ceux qui sont placés sur les nouveaux appareils Wright, sont élastiques et susceptibles de présenter une certaine courbure, quel que soit le sens suivant lequel ils agissent, soit pour monter, soit pour descendre. Leur efficacité se trouve ainsi augmentée.

Le problème qui, à l'heure actuelle, préoccupe le plus les esprits est celui du gouvernail automatique, qui agirait par suite sans que le pilote ait à intervenir. De nombreux essais ont été faits parmi lesquels il faut citer le gouvernail automatique du dirigeable militaire italien, dû aux capitaines du génie Crocco et Riccaldacci, et celui du capitaine du génie Étévé ins-

tallé sur un appareil Wright. Ces deux sortes de gouvernails sont composés de plans, commandés de façon convenable par une girouette, qui s'oriente toujours dans le lit du vent.

Les gyroscopes, qui jouissent de la propriété de fournir un axe de rotation à direction constante, peuvent également servir à réaliser la stabilisation automatique : mais jusqu'ici les résultats obtenus sont loin d'être satisfaisants. Il convient même de dire que certains ingénieurs considèrent que la réalisation de la stabilisation automatique complète constituerait un gros danger, en ce sens que l'appareil résistant victorieusement aux actions de l'air, ne peut le faire qu'en se fatiguant. On cite, à l'appui de cette théorie, l'exemple des bateaux, qui, rendus très stables par des gyroscopes, ont été rapidement mis hors de service par suite de la fatigue résultant des chocs auxquels ils étaient soumis.

Enfin, d'autres constructeurs préconisent l'emploi de gouvernails avant et arrière conjugués.

**GROSS (Ballon dirigeable).** — Ce ballon, dû au major Gross, qui a commandé les aéroliers militaires allemands, a été adopté dans l'armée allemande. On lui donne plutôt, maintenant, le nom de « Militaire », suivi du numéro d'ordre du ballon. Il appartient à la catégorie des dirigeables semi-rigides. La description en a été donnée à BALLONS DIRIGEABLES (*V. ce mot*).

**GUIDE-ROPE.** — Le guide-rope a été inventé par l'anglais Green ; il a d'abord été fort peu employé par les aéronautes. Le colonel Renard et, avec lui, les aéroliers militaires en ont, au contraire, préconisé l'usage, qui, à l'heure actuelle, est universellement répandu.

Le guide-rope est constitué par un cordage, de longueur variable selon les constructeurs, qui est fixé au cercle de suspension de la nacelle et dont l'autre extrémité pend librement au-dessous. Si on admet, par exemple, que cette corde a une longueur de 120 mètres, le bout libre touche le sol au moment même où la nacelle se trouve à une hauteur égale à 120 mètres. Si le ballon continue à descendre, il dépose sur le sol une plus ou moins grande longueur du guide-rope, suivant le cas. Ce dépôt a pour effet de délester le ballon d'un certain poids et, lorsque ce dernier est devenu égal à la force qui fait descendre l'aérostat, celui-ci s'arrête et se met en équilibre à

une certaine altitude. Supposons, par exemple, que la rupture d'équilibre descensionnelle soit égale à 10 kilos et, d'autre part, que le guide-rope pèse  $0^k 200$  par mètre courant. Lorsque la longueur du guide-rope traînant à terre sera égale à 50 mètres, le ballon se trouvera allégé de tout ce poids, c'est-à-dire de  $50 \times 0,200 = 10$  kilos. A ce moment-là, cet allègement étant égal à la rupture d'équilibre qui fait descendre le ballon, ce dernier ne sera plus soumis à aucune force et il s'établira en équilibre à 50 mètres environ au-dessus du terrain. Aussi donc, le guide-rope est un agrès qui sert tout d'abord à arrêter les descentes, pourvu, bien entendu, que la rupture d'équilibre ne soit pas supérieure à son poids. S'il en était ainsi, l'aéronaute serait dans l'obligation de jeter du lest.

Une fois la descente arrêtée, le ballon continue sa route en tirant derrière lui son guide-rope, dont une partie traîne sur le sol. Ce trainage occasionne un certain frottement qui a pour effet de ralentir la marche et par suite de diminuer la vitesse. Or, comme les atterrissages sont d'autant plus faciles que la vitesse de translation est moins grande, on en conclut que la présence du guide-rope aidera les aéronautes à atterrir.

D'un autre côté, pendant la marche du guide-rope, le ballon n'en continue pas moins à être soumis à des oscillations, qui sont même plus fréquentes que dans la navigation à grande hauteur, précisément en raison du voisinage du sol. Si le ballon subit un alourdissement, il s'abaisse et une nouvelle longueur de guide-rope vient se déposer sur le sol ; son poids s'ajoute à celui de la partie qui traînait auparavant, de sorte que le ballon se trouve délesté automatiquement. Si ce délestage est égal à la force qui tendait à faire baisser l'aérostat, celui-ci se met en équilibre à une hauteur inférieure à celle où il se trouvait antérieurement, et cela sans que le pilote ait une manœuvre quelconque à exécuter. Si, au contraire, le ballon acquiert une tendance à monter, il soulève une certaine quantité du guide-rope primitivement déposé. Par conséquent, il s'alourdit automatiquement, ce qui a pour effet de contrebattre son mouvement ascensionnel. Le guide-rope agit donc dans les deux sens pour rétablir l'équilibre ; c'est pour ce motif qu'on lui a donné le nom d'*équilibreur automatique*. Sans lui, les ascensions libres se termineraient aussitôt que la descente finale aurait ramené le ballon à terre ; au contraire, grâce à lui,

on peut d'une part prolonger l'ascension, d'autre part choisir un terrain d'atterrissage propice.

Le choix du guide-rope n'est pas indifférent; à chaque volume de ballon correspond un guide-rope parfaitement déterminé, indépendant toutefois de la nature du gaz de gonflement. Les aéroliers militaires ont adopté des guides-ropes ayant uniformément 120 mètres de long; leur poids total est alors donné par une formule établie par le capitaine Do, qui est la suivante :  $P = 0^k 240 D^2$ .  $D$  étant le diamètre du ballon exprimé en mètres. Les aéronautes civils ont l'habitude de prendre pour ce poids une valeur égale au  $\frac{4}{100}$  de la force ascensionnelle totale (*V. Force ascensionnelle*). Ce nombre est insuffisant, et un guide-rope ainsi établi ne remplit pas d'une façon satisfaisante ses fonctions d'équilibreur automatique.

Quant au guide-rope en lui-même, il est constitué, chez les aéroliers militaires, par un cordage en chanvre de 100 mètres de long, qui se prolonge par 20 mètres d'une queue spéciale constituée par un cordage mixte, à âme métallique, avec recouvrement en chanvre. Grâce à ce procédé de fabrication, la queue du guide-rope possède une certaine rigidité sans toutefois cesser d'être suffisamment souple. Elle peut ainsi passer impunément et sans s'accrocher au-dessus des fils télégraphiques, des haies, des arbres et même des forêts. Une longue série d'essais a montré qu'aucun incident n'était à redouter avec ce dispositif.

Enfin, certains aéronautes font usage de guides-ropes en aloès, plus légers que ceux en chanvre, mais aussi moins efficaces.

Le guide-rope sert fréquemment comme organe d'ATTERRISSAGE (*V. ce mot*) dans les ballons libres.

Les ballons dirigeables sont tous munis d'un guide-rope, ayant parfois jusqu'à 200 mètres de longueur. Cet engin est alors uniquement destiné à l'ATTERRISSAGE (*V. ce mot*).

**HANGAR.** — Au point de vue militaire, la question du logement des appareils de la navigation aérienne dans des hangars a acquis une importance considérable.

S'il est possible de laisser à l'air libre, sans grands inconvénients, des ballons sphériques, que l'on fixe très solidement au sol, grâce aux filets dont ils sont munis, il n'en est pas de même des dirigeables et des aéroplanes. Aussi, a-t-on cherché à faire entrer dans la composition du matériel, non seulement en

poste fixe, mais même en campagne, des hangars destinés à abriter les divers appareils.

Des essais ont été faits dans ce but aux grandes manœuvres d'armées de 1910, au moyen de hangars démontables, en fer, recouverts de toile, qui ont été construits sur le terrain de Grandvilliers, d'où ils ont ensuite été enlevés pour être édifiés sur d'autres points.

Le montage et le démontage de cette sorte de construction est d'ailleurs relativement facile et s'effectue dans un temps assez court.

Il n'est pas douteux que les armées en campagne seront à l'avenir suivies de hangars démontables, dans lesquels les dirigeables trouveront un abri très suffisant.

Les aéroplanes, de leur côté, prendront place dans des hangars de modèles beaucoup plus simples, susceptibles de se monter en moins de quarante-huit heures. Ces hangars sont du type établi par la maison Bessonneau d'Angers.

Quant aux hangars fixes, leur établissement est du domaine de la construction.

**HANRIOT (Aéroplane).** — L'aéroplane Hanriot est du type monoplan et ne présente pas de particularités essentielles (V. **Aéroplanes**).

**HAUBANS.** — On désigne sous le nom de *haubans* des cordages, câbles ou fils d'acier, qui, par leur tension, assurent la rigidité des divers éléments d'un appareil d'aviation.

Si, par exemple, on veut rendre rigide un cadre en bois rectangulaire, il suffit de tendre des haubans suivant les diagonales. On constitue ainsi un système triangulé indéformable, au moins dans certaines limites.

Dans les aéroplanes actuels, les haubans sont, soit des câbles en acier, soit des cordes à piano, soit enfin des bandes de fer plat. Ce dernier genre de hauban est maintenant très employé pour rattacher les ailes des monoplans en divers points du châssis d'atterrissage.

On assure la tension des haubans au moyen d'appareils spéciaux, appelés *tendeurs*. L'opération du réglage, qui permet de donner au hauban une tension déterminée, est très délicate et elle est très difficile à faire au juger, car on apprécie assez mal, de la sorte, le degré de la tension à laquelle on soumet le hauban. Si on ne tend pas assez, la solidité

est insuffisante; si, au contraire, on exagère sans le vouloir la tension, le hauban peut casser au moment où on ne s'y attend pas, ce qui ne laisse pas quelquefois d'occasionner des accidents. Aussi y a-t-il le plus grand intérêt à régler cette tension à un degré déterminé. On se sert à cet effet d'un petit appareil récemment imaginé par le capitaine du génie Largier, qui lui a donné le nom de *tensionomètre*. Le principe de cet appareil est le suivant. Supposons le hauban tendu approximativement. On place le tensionomètre, qui est une sorte de boîte de résonance, de manière à pincer ce hauban en un point fixe; puis on déplace le long du hauban une sorte de petit chevalet mobile, qui, une fois placé dans une certaine position, constitue un second point fixé du hauban. On fait résonner la partie de corde comprise entre les deux points; le hauban, qui constitue ainsi une véritable corde à violon ou à piano, rend un certain son ou mieux une certaine note musicale. On conçoit qu'en déplaçant le chevalet on puisse, par modification de sa longueur, modifier le son ainsi produit et obtenir un son fixé à l'avance, le *la* fondamental, par exemple. Si, à ce moment, on mesure la longueur de corde comprise entre le point fixé et le chevalet mobile, on trouve facilement au moyen d'une formule la tension correspondante. On règle par suite cette dernière à volonté et à un taux où elle n'est pas dangereuse. La vérification des haubans peut se faire même en plein vol.

La présence des haubans, ou, d'une façon plus générale, des cordages dans un appareil de navigation aérienne est une source importante de résistance à l'avancement. Dupuy de Lôme estimait, d'après des expériences, que les résistances parasites introduites par les cordages de la suspension d'un ballon dirigeable étaient les deux tiers de la résistance totale de l'ensemble du ballon. Il est donc du plus grand intérêt de diminuer le nombre des suspentes dans les dirigeables, des haubans dans les aéroplanes. C'est le but qu'ont cherché à atteindre M. Torrès-Quevedo dans le ballon qui porte son nom et M. Bréguet dans son aéroplane *double monoplane* (V. **Aéroplane**). Il convient de signaler que les haubans sont quelquefois désignés sous le nom de *tirants*.

**HÉLICOPTÈRE.** — Alors que l'aéroplane ne peut se soutenir dans l'air que grâce à son mouvement de translation horizontale, l'hélicoptère, appareil réunissant des hélices *sustentatrices* et des

hélices *propulsives* (V. la description qui en a été faite au mot **Aviation**), posséderait la propriété, grâce à ses hélices sustentatrices, de pouvoir s'immobiliser à toute hauteur sur la verticale d'un point quelconque.

Un tel appareil serait évidemment, s'il était jamais réalisé, un merveilleux engin de reconnaissance militaire, puisqu'il permettrait de stationner pendant aussi longtemps que cela serait nécessaire sur un point particulièrement intéressant à observer. Il faut se hâter d'ajouter que, jusqu'à présent, un semblable appareil n'a pas été encore réalisé, et que, suivant toute vraisemblance, on se heurtera durant de longues années à des difficultés considérables.

**HYDROGÈNE.** — L'hydrogène, isolé pour la première fois par Cavendish en 1774, c'est-à-dire peu de temps après la découverte des ballons, est le plus léger de tous les gaz (V. **Gaz légers**). Sa densité est de 0,06926, c'est-à-dire, approximativement, 0,07; le mètre cube de ce gaz pèse donc seulement 70 grammes, alors que le mètre cube d'air atmosphérique a un poids égal à 1.293 grammes. La force ascensionnelle théorique (V. **Force ascensionnelle**) est par suite de  $1.293 - 70 = 1.223$  grammes, pour un mètre cube de gaz. Cette force considérable est très voisine du maximum que l'on obtiendrait avec le vide absolu, elle présente, d'autre part, des inconvénients tels, qu'on ne peut même pas songer à en faire l'emploi. L'hydrogène est donc un gaz essentiellement *aérostatique*, et comme, en outre, il entre en combinaison dans un très grand nombre de corps, d'où on peut l'extraire assez facilement, il en résulte que c'est à lui qu'on fait appel dans la majorité des cas, surtout dans l'aérostation militaire, pour le gonflement des ballons.

Plusieurs procédés sont utilisés par l'armée pour obtenir de l'hydrogène à l'état pur.

*Décomposition de l'eau par le fer en présence de l'acide sulfurique.* — L'eau renfermant deux volumes d'hydrogène pour un d'oxygène, il était tout indiqué de chercher à la décomposer pour en retirer l'hydrogène qu'elle contient. La réaction consiste à mettre en présence de l'acide sulfurique du commerce étendu d'eau et de la tournure de fer. Il résulte de ce contact, qui se fait dans un *générateur* en fer doublé de plomb, ou en cuivre, un abondant dégagement de gaz et une élévation assez forte de température. Le colonel Renard, en vue d'obtenir une

production sans arrêt, a réalisé, dans les appareils militaires, le principe de la circulation continue : il consiste à faire passer sur le fer un courant ininterrompu d'eau acidulée, qui s'évacue au fur et à mesure de son épuisement. On peut ainsi, sans être obligé de recharger le générateur en tournure, obtenir un volume de 600 mètres cubes de gaz, suffisant pour un gonflement de ballon normal. Mais l'hydrogène ainsi obtenu est loin d'être pur. Il faut d'abord le refroidir, opération qui s'effectue dans un laveur où le gaz est au contact d'un courant d'eau froide qui abaisse sa température ; on lui enlève ensuite l'acide sulfhydrique (hydrogène sulfuré) qu'il contient nécessairement, et qui, très dangereux pour le personnel, est, en même temps, une cause d'avarie pour le matériel, qu'il détruit par suite de sa transformation en acide sulfurique. Ce résultat est obtenu en faisant traverser au gaz un mélange spécial, dit mélange Lameng (sciure de bois et sulfate de fer), disposé sur les plaques d'un *épurateur*. Enfin, on débarrasse l'hydrogène de son acide carbonique, gaz très lourd, par un contact avec de la soude caustique. Le gaz ainsi produit est alors envoyé dans le ballon.

Ce mode de fabrication ne peut être utilisé que dans des installations fixes. En effet, la réaction est, malgré tout, assez lente et ne pourrait pas répondre aux besoins des armées en campagne ; les appareils sont très encombrants ; la tournure de fer occupe elle-même un volume considérable pour un poids relativement faible. Il a donc fallu trouver un autre procédé plus rapide et surtout plus transportable. Il suffit pour cela de substituer le zinc au fer. La réaction est la même ; mais elle s'effectue bien plus vite, et, en outre, il n'est pas nécessaire de purifier le gaz ; il suffit de le refroidir. L'appareil dont on se sert est dû au colonel Renard : il est monté sur une seule voiture à quatre roues et porte le nom de *voiture à hydrogène*. Cette voiture contient deux petits générateurs en cuivre, que l'on recharge en zinc toutes les demi-heures ; pour ne pas arrêter la production, on effectue les rechargements alternativement tous les quarts d'heure, et pour un seul générateur à la fois. L'opération est donc continue, puisqu'il y a toujours un générateur en fonctionnement. Le gaz passe dans un laveur disposé sur la voiture et se rend ensuite directement au ballon. La production de gaz est de 300 mètres cubes à l'heure. Au point de vue de la mobilité et de la rapidité de production, ce procédé possédait sur le premier une grande su-

priorité. Toutefois ses avantages n'étaient que relatifs ; en effet, il faut pour produire 1 mètre cube de gaz 6 kilos d'acide sulfurique et 3 kilos de zinc, non compris le poids des emballages. On arrive ainsi à un total assez considérable, lorsqu'il s'agit de transporter à la suite des armées les réactifs nécessaires à trois gonflements de ballon normal, soit 1.800 mètres cubes.

Aussi a-t-on cherché à remplacer ce procédé par un autre qui soit à la fois moins encombrant et plus commode. Déjà, au moment où fut envoyé au Tonkin, en 1884, la compagnie d'aéroliers, sous les ordres du capitaine Aron, on songea qu'il serait difficile et dangereux de transporter l'acide sulfurique à l'état liquide et commercial. On lui substitua alors un produit spécial appelé *salin*, qui fut obtenu en faisant absorber l'acide par du bisulfate de soude. Au moment du besoin, on mettait le salin au contact de l'eau, et on obtenait l'eau acidulée nécessaire à la réaction. Grâce à ce subterfuge, on avait rendu les manipulations plus faciles ; mais, par contre, on avait augmenté le poids mort à transporter. Il fallait, en effet, 15 kilos de réactifs au lieu de 9 pour 1 mètre cube d'hydrogène. Les prix de revient sont, pour 1 mètre cube : avec le fer, 1<sup>f</sup> 20 ; avec le zinc, 2 francs.

*Décomposition de l'eau par un métal en présence d'un alcali.* — Actuellement, il sera nécessaire, en raison du volume considérable des ballons dirigeables, de disposer en campagne de grandes quantités de gaz, et aussi de pouvoir produire ces dernières dans un temps aussi court que possible. Il est donc essentiel de chercher à réduire les poids des réactifs, et au contraire d'augmenter la production horaire de gaz.

Par le procédé des tubes à hydrogène comprimé, dont il sera parlé plus loin, le problème est résolu d'une façon satisfaisante à tous les points de vue ; mais il n'est pas possible de constituer tous les approvisionnements nécessaires aux besoins de campagne, et on ne peut pas non plus songer à comprimer pendant la mobilisation et la période des hostilités les énormes volumes de gaz qu'il faudra pour faire face à la consommation. Aussi, est-il indispensable, tout en cherchant à avoir le plus possible de tubes, qui représentent évidemment le maximum des avantages, de disposer d'un moyen de production sur place de l'hydrogène indispensable aux gros ballons. Comme, d'autre part, l'ancien procédé par le fer et l'acide présente de sérieux inconvénients, on a cherché à

trouver une réaction qui puisse être employée aussi bien dans les usines fixes que dans les armées en campagne.

Or, pendant la guerre de Mandchourie, les Russes avaient fait usage de l'aluminium et de la soude (procédé Hydric). La réaction est très avantageuse, car elle nécessite seulement 3 kilos de réactifs par mètre cube et environ 6<sup>kg</sup> 500 d'eau. La formule de la réaction est :  $2 \text{ Al } + 6 \text{ Na O H } = 2 \text{ Na }^3 + 3 \text{ H }^2$ . Malheureusement, les résidus de la fabrication se présentent sous forme de corps très consistants, difficiles à brasser, de sorte que le dégagement de gaz se ralentit considérablement à la fin de l'opération. Le prix de revient du gaz est d'environ 3<sup>f</sup> 50 le mètre cube.

En Allemagne, l'usine Schuckert avait remplacé l'aluminium par le silicium, qui donne un résidu fluide, ne présentant pas les inconvénients du précédent. C'est cette réaction, d'ailleurs bien connue, qui a été reprise en France et qui va, suivant toute vraisemblance, être utilisée dans les nouveaux appareils réglementaires de l'armée.

Une usine d'expériences a fonctionné aux manœuvres de 1910, à Grandvilliers, où était installé le parc aérostatique. Construite sur les indications du capitaine du génie Lelarge, elle avait donné presque entière satisfaction. Seuls, quelques points de détails nécessiterent des modifications, qui, en ce moment, sont complètement terminées. Trois types d'usines seront probablement créés : fixes, demi-fixes et sur roues. On aura ainsi réalisé l'uniformité complète. De plus, comme avantages non négligeables, l'opération est facile à conduire, le gaz obtenu est très pur et la vitesse de production, même dans les usines sur roues, pourra atteindre 500 mètres cubes à l'heure. Enfin, les réactifs sont facilement transportables et leur poids total par mètre cube est de 3 kilos. Le prix du mètre cube de gaz est de 1<sup>f</sup> 50 environ.

Les Italiens font également usage, dans leurs usines militaires, d'un procédé analogue reposant sur la même réaction.

*Électrolyse de l'eau.* — Quand on fait passer un courant électrique dans de l'eau convenablement acidulée ou alcalinisée, l'eau est décomposée en ses éléments. L'hydrogène se rend au pôle négatif et l'oxygène au pôle positif. Il suffit de les recueillir pour avoir un gaz d'une pureté presque parfaite. Mais l'électrolyse ne produit le gaz que très lentement, et on a besoin d'appareils lourds, délicats, qui

nécessitent également une installation mécanique importante. Aussi ce procédé, bien qu'il donne de l'hydrogène pur et à bon marché, n'est-il mis en œuvre qu'à l'établissement d'aéronautique militaire de Chalais-Meudon, où le gaz produit est aussitôt comprimé dans des tubes spéciaux.

*Emmagasinement de l'hydrogène dans des tubes.*

— Si, au lieu d'envoyer l'hydrogène dans un ballon, on le recueille, au fur et à mesure de sa production, dans un gazomètre, pour l'aspirer et le refouler ensuite, au moyen de pompes puissantes de compression, dans des tubes en acier, où il est maintenu sous pression, on conçoit qu'on aura ainsi de l'hydrogène, immédiatement prêt à utiliser, et qu'il suffira d'ouvrir un robinet pour avoir à sa disposition, sans réaction préalable, telle quantité dont on aura besoin. C'est donc là le moyen le plus séduisant pour le transport de l'hydrogène en campagne. On dispose en temps de paix de tout le temps nécessaire pour effectuer à loisir la production et la compression, et pour constituer les approvisionnements qui seront prêts à partir à l'ouverture même des hostilités. Deux genres de tubes sont actuellement en usage dans l'armée. Tout d'abord, des tubes de 4<sup>m</sup> 15 de longueur et de 27 centimètres de diamètre sont placés à poste fixe, au nombre de 6, sur une voiture à quatre roues, attelée à huit chevaux. Dans chacun de ces tubes, l'hydrogène est comprimé à 133 kilos, et le volume d'hydrogène détendu qu'il contient est de 25 mètres cubes. Chaque voiture fournit donc 150 mètres cubes d'hydrogène, et comme il faut 560 mètres cubes d'hydrogène par ballon normal, le nombre des voitures nécessaires à un gonflement est égal à quatre. Antérieurement à 1910, les voitures portaient huit tubes au lieu de six, et il n'y avait besoin que de trois voitures par gonflement. Le nombre des tubes a été réduit, de façon à diminuer le poids de la voiture, qui n'en reste pas moins encore assez élevé (3.100 kilos). Les tubes eux-mêmes sont en acier au nickel, d'une épaisseur variant entre 7 et 9 millimètres ; ils sont terminés par des raccords spéciaux, qui se continuent par des tubes en cuivre se réunissant à une *clarinette* unique, sur laquelle se visse un *pavillon de vidange*. C'est à ce dernier qu'aboutit la manche de gonflement qui va au ballon.

Toutes les voitures sont munies de deux sièges, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, chacun d'eux pouvant recevoir trois hommes, soit six hommes par voiture.

Pour effectuer un gonflement en campagne, on procède comme il suit :

Le ballon est préparé à l'avance et placé sur une claie de gonflement, que l'on vient fixer sur l'une des quatre voitures nécessaires au gonflement, au moyen d'un dispositif particulier. Le lieu où doit avoir lieu le gonflement étant indiqué par l'autorité de laquelle dépend la compagnie de sapeurs-aérostiers, celle-ci se rend à l'emplacement fixé, où elle attend l'ordre de gonflement. Dès que celui-ci est arrivé, on procède aux opérations ; les quatre voitures sont vidées simultanément dans le ballon. Entre le moment où le commandant de la compagnie reçoit l'ordre d'exécution et celui où le ballon, mis au câble du treuil, est prêt à faire des ascensions, il s'écoule de vingt-cinq à trente minutes.

Lorsque les voitures à tubes sont vides, elles sont retournées au deuxième échelon, où on les échange contre d'autres voitures pleines.

Toutes les compagnies d'aérostiers de campagne ont actuellement leurs parcs (*V. Sapeurs-aérostiers*) à hydrogène comprimé. On ne trouve plus de voitures à hydrogène que dans les places fortes, où elles serviraient au RENFLOUEMENT (*V. ce mot*) des ballons, quand on n'aurait pas le temps ou la possibilité de revenir à l'usine centrale.

Quant au gonflement des dirigeables, il s'effectuera, soit à l'intérieur même du pays, soit sur place. Les dispositions définitives ne sont pas encore prises à cet égard. Mais on disposera sans doute des usines à soude et silicium qui sont à l'étude, et de tubes d'hydrogène comprimé du commerce, analogues aux tubes militaires, mais plus petits (leur contenance est seulement de  $6^m^3 5$ ). Ces tubes seront chargés en vrac sur des voitures quelconques et transportés ainsi au lieu d'emploi.

Les gonflements effectués pendant la campagne du Maroc le furent tous avec de l'hydrogène comprimé dans des petits tubes, lesquels conviennent seuls pour les colonies.

Le poids mort transporté est, par mètre cube, de 10 kilos pour le récipient et de 20 kilos pour tout l'ensemble de la voiture, carrosserie et tubes compris.

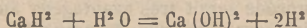
L'armée et l'industrie allemandes disposent de wagons-tubes, qui, préparés à l'avance, sont toujours tenus prêts à partir et à se rendre, même en temps de paix, sur les lieux où se trouverait un dirigeable en détresse.

Il convient de signaler les essais faits pour produire l'hydrogène au moyen de l'HYDROLITHE (*V. plus loin ce mot*), corps qui, au contact de l'eau, se décompose immédiatement en produisant de l'hydrogène. Ce procédé serait très avantageux au point de vue militaire, car il n'exige le transport que d'un kilo de réactif. Malheureusement le prix de revient est excessif (7 francs le mètre cube), de sorte qu'on n'aurait pu user de ce produit que pour les besoins d'une campagne, alors qu'on aurait eu un autre procédé de fabrication dans les places. On serait ainsi retombé sur une diversité qu'on voulait précisément éviter. Dans ces conditions, les recherches de ce côté ont été interrompues.

**HYDROGÉNITE.** — Comme son nom l'indique, l'hydrogénite est un produit destiné à produire de l'hydrogène pour le gonflement des ballons sphériques et dirigeables. C'est un corps qui se présente sous forme d'une poudre grise, ayant l'aspect du sable très fin. Au point de vue chimique, elle est à base de chaux sodée et de silicol (alliage de silicium). Elle jouit de la remarquable propriété de s'enflammer et de dégager ainsi l'hydrogène qu'elle renferme. Trois kilos de ce corps laissent échapper un mètre cube d'hydrogène. On peut d'ailleurs obtenir par compression de l'hydrogénite moulée, qui ressemble à des blocs d'ardoise. Dans ces conditions, un bloc ayant un volume égal à un litre fournit par compression huit cents litres d'hydrogène. Ce produit devient alors comparable, en ce qui concerne l'encombrement, à l'hydrogène liquide. Quant au gaz, il est très pur; sa force ascensionnelle est de 1.160 à 1.180 grammes par mètre cube. Il est incontestable que l'hydrogénite présente, quant au poids transporté, de très sérieux avantages pour les besoins des armées en campagne, d'autant plus que les appareils de production sont relativement simples. Néanmoins, ce procédé n'a pas été adopté en raison de certaines difficultés, dont la principale est la lenteur du dégagement vers la fin de la réaction. Malgré tout, il s'agit d'un produit intéressant, qui n'a pas dit son dernier mot et auquel on reviendra peut-être, si les inconvénients actuels disparaissent plus tard.

**HYDROLITHE.** — Ce corps est un hydrure de calcium, ayant pour formule  $\text{Ca H}^2$ , et qui possède la propriété de se décomposer en ses éléments (calcium et hydrogène) sous la seule action de l'eau. C'est un

phénomène identique à celui qui produit l'acétylène par la décomposition, en présence de l'eau, du carbure de calcium. La formule qui traduit la réaction est la suivante :



Cette dernière montre qu'un kilogramme d'hydrolithe dégage 1.143 litres d'hydrogène, à l'état pur; en outre la réaction est, comme on le voit, des plus simples. Aussi, ce procédé de fabrication a-t-il paru, au début même, comme susceptible de remplir toutes les conditions qu'on exige dans l'aérostation militaire, pour les procédés de production en campagne: poids très faible de réactif à emporter (1 kilog au lieu de 9 kilos avec le procédé zinc-acide sulfurique); opération très simple; facilité de gonflement; pureté du gaz presque absolue. Des études furent donc entreprises au laboratoire de l'aéronautique militaire par le capitaine du génie Lelarge, en même temps d'ailleurs que des recherches étaient faites sur le procédé soude-silicium. Des voitures, qui ont donné les meilleurs résultats, ont été construites. Mais à l'heure actuelle, l'hydrolithe est, au moins momentanément, abandonné, en raison de son prix de revient élevé, le kilo d'hydrolithe coûtant au minimum 6 francs. Étant donné que, pratiquement, un kilo d'hydrolithe fournit à peine un mètre cube de gaz, le prix de ce dernier ressort également à 7 francs. C'est là un défaut économique, qui rend l'emploi de l'hydrolithe prohibitif. Toutefois, il convient de citer les essais pratiques qui ont été faits en 1907, au cours de la campagne du Maroc, avec des appareils conduits par le commandant du génie Nou et qui étaient susceptibles de produire cinquante mètres cubes à l'heure. Actuellement, les appareils mis au point par le capitaine Lelarge pourraient donner jusqu'à 1.200 mètres cubes à l'heure. Il ne semble pas que l'hydrolithe ait des chances d'être adopté, en raison des résultats obtenus à l'aide de la réaction soude-silicium (*V. Hydrogène*). Mais, en tout cas, ce corps est évidemment le plus susceptible de dégager le maximum d'hydrogène avec le minimum de poids de réactifs.

**HYDROPLANE.** — Comme son nom l'indique, l'hydroplane est un appareil qui peut prendre son départ sur l'eau et revenir ensuite s'y reposer. Ce genre d'appareil n'est pas encore entièrement au point; on ne peut guère citer à ce sujet que les essais

faits en Italie par M. Forlanini et en France par M. Fabre et récemment par les frères Voisin.

**INSPECTION permanente de l'Aéronautique militaire.** — Le développement considérable pris par l'aéronautique et en particulier par l'aviation militaire avait conduit le ministre de la guerre à créer, en décembre 1909, un établissement spécial dénommé établissement d'aviation militaire de Vincennes, où devaient se poursuivre les expériences relatives aux perfectionnements à apporter aux appareils d'aviation (*V. Aéronautique*). Cet établissement, qui, en dehors des laboratoire et atelier de Vincennes, comprenait en même temps une annexe au Camp de Châlons, fut, à l'origine, rattaché à la 3<sup>e</sup> direction du ministère de la guerre, pendant que les autres services de l'aéronautique continuaient, comme par le passé, à dépendre de la 4<sup>e</sup> direction. Cette dualité de direction ne pouvait présenter que des inconvénients. Aussi, en juin 1910, le rattachement à une direction unique (la 4<sup>e</sup> direction du ministère de la guerre) fut décidé ; en même temps, une section spéciale dite d'aéronautique et constituant une 6<sup>e</sup> section fut créée au ministère (4<sup>e</sup> direction).

Enfin, dans le but de concentrer sous une autorité spéciale tous les services de l'aéronautique et en vue de faciliter au ministre les décisions à prendre, un décret en date du 22 octobre 1910 institua un organe absolument nouveau, qui prit le nom d'*Inspection permanente de l'aéronautique militaire*.

Cette inspection est confiée à un officier général, secondé par le personnel nécessaire d'officiers et d'employés.

Les attributions de l'Inspecteur permanent de l'aéronautique militaire sont les suivantes :

Il est chargé de suivre les progrès et les ressources de l'aéronautique, en général, et d'en étudier l'application aux besoins militaires ;

Il exerce son autorité sur les troupes, établissements, écoles et dépôts de l'aéronautique militaire, ainsi que sur le personnel de toutes armes affecté à ce service ;

Il procède au travail d'avancement des officiers placés sous ses ordres. L'Inspection permanente de l'aéronautique militaire a commencé à fonctionner le 20 novembre 1910, avec un personnel d'état-major, composé de 1 chef d'état-major (commandant ou capitaine), de 3 capitaines ou lieutenants et de 1 officier d'administration. Ses bureaux sont installés à Paris, 6, boulevard des Invalides.

**JET DE PROJECTILES.** — Du jour où l'art de la guerre a eu à sa disposition des appareils capables de se déplacer dans les airs à une certaine hauteur au-dessus de l'ennemi, aussitôt on songea à faire usage de ces appareils pour transporter des projectiles ou des explosifs, qu'il suffirait de laisser tomber en des points convenablement choisis pour produire les effets les plus meurtriers et les plus décisifs. Certes, il n'est pas téméraire de penser que, dans un avenir plus ou moins lointain, on parviendra dans cette voie à des résultats pratiques réels. Mais il faut bien reconnaître que, jusqu'ici et encore à l'heure actuelle, les aéronefs n'offrent, à ce point de vue, qu'un médiocre intérêt. Les raisons sont multiples. Tout d'abord, le tir ou, plus exactement, le jet d'un projectile du haut d'un appareil qui se déplace horizontalement à une vitesse considérable et à une grande hauteur, ne comporte qu'une très faible précision. Il faut donc se garder de croire qu'on réalisera sans peine l'éclatement d'un explosif, au milieu d'un état-major, qui n'offre aux coups qu'un but très restreint. On ne pourrait guère, dans l'état actuel, songer à laisser tomber des projectiles sur des agglomérations, où les effets seraient d'autant plus localisés que la capacité de transport est très faible. En effet, les engins qui circulent de nos jours, dirigeables aussi bien qu'aéroplanes, ne possèdent, au point de vue du poids enlevé, que des moyens assez faibles. L'utilisation de ces moyens est d'ailleurs tout indiquée pour le lest, l'essence, l'huile, les appareils de télégraphie sans fil, etc... Si bien que, après avoir doté un aéronef du personnel et du matériel nécessaires et suffisants pour remplir sa mission d'explorateur, il ne lui reste plus guère de disponibilité susceptible de se transformer en surface explosive. S'il lui en restait, la quantité dont on disposerait serait absolument insignifiante. Aussi, jusqu'à présent, ne paraît-on pas s'être préoccupé de cette question, à laquelle s'intéresse fort le public, mais qui ne pourra être envisagée que dans l'avenir.

**LEBAUDY (Dirigeables).** — C'est la dénomination générale qu'on donne aux ballons dirigeables construits dans les ateliers de MM. Lebaudy frères, sur les projets et les plans de l'ingénieur Julliot. Ce sont des ballons appartenant au système souple à intermédiaire rigide (*V. Ballons dirigeables*).

Le parc aérostatique de MM. Lebaudy est situé à Moisson, près de Mantes.

Les dirigeables Lebaudy font partie des services aéronautiques militaires de la France, de la Russie, de l'Angleterre et de l'Autriche-Hongrie.

**LEST.** — Un ballon quelconque, une fois gonflé et muni de tous les engins nécessaires à sa manœuvre et à son fonctionnement, possède encore une certaine force ascensionnelle restante, qui lui permet de soulever un poids utile supplémentaire, comprenant tout d'abord les aéronautes et enfin, pour la partie définitivement restante, le lest. Celui-ci s'emmagasine dans des sacs sous forme de sable très fin, ou encore quelquefois sous forme d'eau. Au moment du départ, on introduit dans la nacelle du lest en quantité suffisante pour que le ballon, étant en équilibre, n'ait plus aucune tendance à descendre ou à monter. Dans cet état, il resterait indéfiniment à terre; mais si on jette une certaine quantité de lest par-dessus bord, on allège le ballon, qui alors se met à monter et d'autant plus que la quantité de lest jetée est elle-même plus considérable. Le lest sert donc déjà à provoquer des ascensions. En outre, au cours d'un voyage aérien, un ballon est soumis en permanence à des ruptures d'équilibre incessantes, qu'on combat, au moins pour les descentes, par des projections de lest. Ce dernier est donc, en quelque sorte, le combustible du ballon. Quand la provision de lest va être épuisée, le voyage se trouve par cela même arrêté, puisque, à partir du moment où on n'aurait plus à bord du lest disponible, il n'y aurait plus possibilité de lutter contre les ruptures d'équilibre.

Grâce au lest, qui est le seul procédé possible dans les ballons sphériques, on assure la sustentation statique, ainsi nommée par opposition avec la sustentation dynamique, qui peut être réalisée entre certaines limites dans les dirigeables.

LES DÉLESTAGES (*V. ce mot*) se faisant d'après des règles parfaitement déterminées, tout au moins dans l'aéronautique militaire, il en résulte qu'il est nécessaire d'avoir le lest approvisionné dans des sacs tarés à l'avance et de poids connu. Les ballons normaux emportent des sacs de 5 kilos; les ballons de place ainsi que les dirigeables, des sacs de 10 et de 20 kilos.

**MAÎTRE COUPLE.** — C'est le parallèle de plus grand diamètre que l'on trouve dans les carènes de ballons dirigeables (*V. Carène et Allongement*).

**MONOPLAN.** — L'aéroplane monoplan, qui est appelé par abréviation le *monoplan*, est caractérisé par ce fait qu'il ne comporte qu'une seule surface portante, au lieu de deux surfaces superposées, comme dans le biplan. Toutefois, il convient de signaler qu'un constructeur français, M. Bréguet, a réalisé un aéroplane spécial auquel il a donné le nom de double monoplan. Cet appareil, qui a toutes les apparences d'un biplan, se distingue de ce dernier en ce que les deux surfaces ne sont réunies entre elles que par deux montants verticaux, alors que les biplans comportent une véritable *poutre armée* avec de nombreux montants, maintenus par des haubans. Il résulte de la disposition adoptée par M. Bréguet que les deux ailes de son aéroplane, bien que placées l'une au-dessus de l'autre, peuvent en réalité être considérées comme indépendantes et comme formant deux monoplans simplement accolés.

Ce qui distingue en général le monoplan, c'est sa grande vitesse; en revanche, il a moins de force sustentatrice que le biplan, et la plupart des monoplans actuels ne sont qu'à une seule place. Parmi les aéroplanes de ce genre les plus connus, il faut citer en première ligne le monoplan Blériot, qui est le premier en date, les monoplans Morane, Deperdussin, Train, Sommer, Henri Farman, Nieuport, Antoinette, Esnault-Pelterie, et enfin le monoplan autrichien Etrich (*V. Aéroplanes*).

**MONTGOLFIÈRE.** — La montgolfière doit son nom à deux Français, les frères Montgolfier, qui, en 1783, firent leur première expérience avec cet engin, dont ils étaient les inventeurs. Ce genre d'aérostats est gonflé avec de l'air chaud, ou, plus exactement, avec les produits de la combustion, soit de la paille, soit de la laine, rendues humides par addition d'eau. La force ascensionnelle de l'air chaud, même dans les meilleures conditions d'emploi, est faible et elle ne dépasse pas 200 grammes, alors que les anciennes montgolfières accusaient des valeurs atteignant 500 et 600 grammes. Cette différence vient précisément de ce fait que le gaz de gonflement contenait, en dehors de l'air chaud, des hydrocarbures, qui lui donnaient de la légèreté.

Les montgolfières sont à peu près complètement abandonnées aujourd'hui. Toutefois certains constructeurs ont proposé de s'en servir comme ballons militaires captifs économiques (*V. Gaz légers*).

**MORANE (Aéroplane).** — Les aéroplanes Morane sont des MONOPLANS (*V. ce mot et Aéroplanes*) à très grande vitesse. Montés par l'aviateur Védérines, que des vols rapides ont rendu populaire, ces aéroplanes ont été classés les premiers, en 1911, dans la course Paris-Madrid et les seconds dans le Circuit anglais.

**MOTEUR.** — La solution du problème de la navigation aérienne, lequel est posé en quelque sorte depuis l'origine des temps, dépend assurément d'un très grand nombre de facteurs et de la connaissance de phénomènes qui n'ont été révélés que par le développement progressif de la science. Mais on peut affirmer que la question du moteur a toujours constitué la question essentielle, primordiale, et que c'est d'elle qu'a toujours dépendu la réalisation définitive du rêve formé par l'humanité. Les ingénieurs qui ont abordé le problème ont été arrêtés, dès le début, par la non-existence du moteur et quand, après avoir résolu certaines questions accessoires, les capitaines Charles Renard et Krebs ont voulu donner le mouvement à leur engin aérien, ils ont été dans l'obligation d'inventer et de construire de toutes pièces un moteur que la science et l'industrie mécaniques du temps étaient encore impuissantes à leur fournir.

L'ingénieur qui cherche à réaliser une machine aérienne doit se préoccuper tout d'abord de la faire soulever dans les airs. Il est donc dans l'obligation, pour arriver à ce résultat, de lutter contre la pesanteur, qui constitue la force antagoniste s'opposant au mouvement d'ascension. Il est bien évident, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans de plus amples détails, que les difficultés dont on aura à triompher seront d'autant moins considérables que l'appareil lui-même sera plus léger. Comme le moteur fait partie de l'ensemble à enlever, il devra lui-même satisfaire à cette condition d'avoir une légèreté aussi grande que possible.

D'autre part, on sait (*V. Ballons dirigeables*) qu'un navire aérien aura un rendement de sorties d'autant plus considérable que sa vitesse propre sera plus considérable elle-même, puisque, en définitive, il s'agit de triompher de la vitesse du vent. On cherchera donc à avoir des engins aussi rapides que possible et, pour arriver à ce résultat, on les munira de moteurs puissants.

Enfin, on n'oubliera pas qu'un appareil de locomotion aérienne, à quelque système qu'il appartienne,

ne se propulse et ne se dirige qu'autant qu'il lutte victorieusement contre le vent. S'il cesse d'être plus fort que le vent, ce dernier reprend aussitôt le dessus et l'appareil en devient le jouet. Or, on ne peut lutter que si le moteur fonctionne avec toute sa puissance et sans aucun arrêt. Dès que le moteur faiblit ou s'arrête, l'aéronef cesse d'être utilisable et ne peut plus songer qu'à atterrir. De sorte qu'en résumé, un moteur destiné à la locomotion aérienne doit, en dehors de toute autre considération technique de détail, remplir les conditions essentielles suivantes : *être léger ; fournir une puissance aussi grande que possible ; avoir une régularité de marche constante.* Ce sont là, on le voit, des conditions qui s'excluent les unes les autres, car elles sont contradictoires et, en définitive, on ne peut les obtenir que relativement. On est ainsi obligé de se contenter d'une cote mal taillée, grâce à laquelle on satisfait seulement dans une certaine mesure aux desiderata ci-dessus. En général, les moteurs un peu lourds sont plus puissants et plus réguliers que les moteurs légers ; ils sont donc, si l'on peut s'exprimer ainsi, moins aéronautiques. Par contre, leur régularité constitue une propriété des plus précieuses. Chaque type de moteur présentera, d'après ses caractéristiques spéciales, des particularités différentes, qui le feront adopter suivant le cas où l'on sera placé.

Au point de vue militaire, les qualités que l'on est conduit à exiger d'un moteur sont les mêmes que celles qu'on a exposées plus haut, mais encore avec exagération. En effet, un engin militaire doit pouvoir être utilisé au maximum et le poids utile qu'il emporte doit être aussi considérable que possible, qu'il s'agisse de passagers ou de projectiles. Par suite, le poids que l'on gagnera en réduisant celui du moteur sera transformé en un autre, d'une application plus immédiate. Quant à l'augmentation de la puissance, elle est liée à l'accroissement de la puissance de transport et il est bien évident qu'il faut s'efforcer d'obtenir des appareils militaires qu'ils enlèvent le poids le plus élevé possible. Enfin, à la régularité du moteur est intimement liée la sécurité de l'engin. Si le moteur fonctionne imparfaitement, on sera obligé de se rapprocher du sol, peut-être même d'atterrir. Or, si cette éventualité peut être envisagée sans crainte pour le temps de paix, il n'en est pas de même pour le temps de guerre. Tout atterrissage involontaire, même effectué sans accident, entraîne un retard dans la transmission des renseignements

recueillis en cours de route ; s'il s'opère en territoire ennemi, il a comme conséquence la perte du matériel et celle, complète, des renseignements. On voit donc que, plus encore au point de vue militaire qu'à tout autre point de vue, la question du moteur est, en aéronautique, la question de beaucoup la plus importante. Le moteur est l'âme de l'appareil aérien ; c'est de lui que dépendent la sécurité, la rapidité et la conservation des divers éléments.

De nombreuses tentatives ont été faites pour réaliser avec le moteur à vapeur ce difficile problème de la légèreté associée à la puissance et à la sûreté de fonctionnement. Nous nous bornerons à citer les essais de Sir Hiram Maxim (1889 à 1891) et ceux de l'ingénieur Georges Ader (*V. Avion*) ; viennent ensuite les machines de White, de Serpollet, de Purrey et de Forlanini. Mais, malgré tout, la vapeur, en raison du poids qu'elle oblige à donner aux appareils, n'a pas jusqu'ici donné la solution du problème et, à l'heure actuelle, le seul moteur que l'on emploie à bord des aéroplanes est le moteur à essence ou moteur à *explosion*. Nous ne pouvons rappeler ici que le principe général du fonctionnement de ce genre de moteurs.

Considérons un piston qui se déplace dans un cylindre et supposons le piston appliqué à bout de course et exactement contre le fond du cylindre. Si nous ramenons le piston en arrière par une traction sur la bielle à laquelle il est fixé, nous faisons évidemment le vide à l'intérieur du cylindre. Si donc, au moment où on commence à tirer, on ouvre une soupape placée sur le fond du cylindre, il y aura appel d'un mélange d'air et d'essence, qui s'introduira dans le cylindre et le remplira entièrement. C'est là le premier temps, qui s'appelle l'*aspiration*. Au moment où le piston est arrivé à l'extrémité de sa course, le cylindre est donc plein du mélange dont il vient d'être parlé et, en outre, à cet instant, l'ouverture d'arrivée des gaz se ferme. Faisons maintenant revenir le piston en arrière. Comme il n'y a plus aucune ouverture dans le cylindre, le piston, qui remonte et revient à sa première position, comprime le mélange gazeux et, quand il est parvenu contre le fond du cylindre, les gaz comprimés n'occupent plus qu'un très petit volume. Cette seconde période, qui correspond à la marche en sens inverse du piston, porte le nom de *compression* ; quand elle est terminée, le piston a parcouru deux fois la longueur du cylindre. Le mélange d'air et de vapeur d'essence

est explosible, d'autant plus facilement, du reste, qu'il est plus comprimé. Or, on sait que toute explosion constitue une source d'énergie. Si donc, lorsque le mélange est comprimé, c'est-à-dire si, lorsque le piston est revenu à sa position de départ, on enflamme les gaz, ceux-ci feront explosion et leur déflagration aura pour effet de pousser violemment le piston et de lui faire parcourir en sens inverse le chemin qu'il vient de faire pendant la compression. Ce troisième temps, qui est le *temps moteur*, s'appelle l'*explosion*. Dès que le piston est revenu à l'extrémité opposée du cylindre, celui-ci est entièrement rempli des gaz très chauds de la combustion, qu'il s'agit d'expulser pour laisser la place aux gaz qui détermineront l'explosion suivante. A cet effet, le piston remonte, chasse devant lui les produits gazeux brûlés, lesquels sont évacués à l'extérieur par une soupape spéciale qui s'ouvre en temps voulu. Cette quatrième et dernière phase porte le nom d'*échappement*. A partir de ce moment, les mêmes opérations se reproduisent périodiquement et dans le même ordre.

Cet exposé rapide montre tout d'abord que le cycle du moteur à explosion comporte quatre périodes : on dit que le moteur est à quatre temps. Un seul de ces temps est moteur ; trois autres sont perdus pour produire la puissance, ou, si l'on aime mieux, le moteur tourne à vide pendant trois tours sur quatre. Il est bien évident que ce n'est pas là un fonctionnement régulier et que le cycle n'est pas équilibré. Si l'on veut arriver à ce résultat, il faut avoir non pas un seul cylindre, mais bien quatre cylindres, fonctionnant de manière à ce que chacun d'eux ait son temps moteur pendant que les trois autres sont à l'une des trois autres périodes d'aspiration, de compression ou d'échappement. Mais, malgré tout, on ne supprime pas les points morts, qui se produisent à chaque fin de course, si bien que, pour la régularité du moteur, on est forcé de lui adjoindre un *volant*, qui facilite le passage des points morts.

En outre, on peut, grâce à ce qui vient d'être dit, se rendre compte des principaux organes, qui seront indispensables à la marche d'un moteur à explosion. Tout d'abord, les *soupapes à admission* et à *échappement*, qui devront s'ouvrir un tour sur quatre et qui pourront être soit automatiques, soit commandées. En second lieu, il faut faire le mélange explosif avant de l'introduire dans le cylindre ; ce mélange

peut être composé de vapeurs d'essence et d'air ; mais on obtient un rendement meilleur en utilisant un mélange d'air et d'essence finement pulvérisée à l'état de gouttelettes liquides en suspension dans l'air. L'opération se fait dans un appareil spécial qui porte le nom de *carburateur*. L'importance de cet organe est considérable ; le bon fonctionnement d'un moteur à explosion dépend de l'état du mélange, de sa composition constante et de son degré de brassage. Il existe, pour arriver à ce résultat, un très grand nombre de dispositifs, dont le plus répandu semble être le carburateur Zénith à niveau constant. De plus, dans plusieurs moteurs d'aviation, le carburateur est supprimé.

Admettons que le mélange soit fait, il reste à l'enflammer. Cet allumage a été obtenu par plusieurs procédés : flamme, incandescence et étincelle électrique. Les deux premiers sont presque abandonnés aujourd'hui et, en tous cas, ils ne subsistent que sur les moteurs fixes. Le seul système adopté pour les moteurs d'aviation est l'étincelle électrique, prise elle-même dans certaines conditions. C'est ainsi que l'on a pour ainsi dire renoncé complètement à l'allumage à basse tension et que, seul, l'allumage à haute tension est utilisé maintenant.

La source d'électricité qu'on emploie est la magnéto ; mais le courant qu'on produit ainsi ne donne pas une étincelle assez chaude pour provoquer à coup sûr l'inflammation du mélange. Le courant primaire obtenu est utilisé à produire un courant secondaire, dont on accroit encore l'intensité en faisant varier, grâce à des interruptions, le courant primaire. Le courant secondaire intense passe à l'instant où il est produit dans la *bougie* entre les deux pointes de laquelle va se produire l'étincelle : cette dernière enflamme alors les gaz. Ce mode d'allumage, dit « par magnéto », est actuellement le seul dont on fasse un usage courant. On remarquera, toutefois, que la magnéto doit tourner pour produire l'étincelle ; quand le moteur est en marche, c'est lui qui provoque ce mouvement de rotation. Mais pour lancer le moteur, il faut le faire tourner au préalable. C'est la manœuvre qu'on voit faire à la manivelle des automobiles et à l'hélice des aéroplanes. Cette manière de procéder a de graves inconvénients, car l'aéronaute ne peut pas arrêter momentanément son moteur, pour le remettre en marche quelques instants après. Une fois les gaz coupés, ou l'allumage arrêté, le moteur stoppe définitivement. Or, on con-

çoit qu'il y ait intérêt à pouvoir faire repartir à volonté le moteur. Pour cela, il faut disposer de deux allumages distincts, dont l'un puisse fournir une étincelle, le moteur étant au repos. On fait alors usage d'*accumulateurs*, qui fournissent les étincelles nécessaires aux premières explosions. Aussitôt que le moteur est lancé, on passe à l'allumage par magnéto. Un très grand nombre d'appareils sont munis de ce double allumage, qui est une garantie sérieuse pour l'aviateur.

Il est bon que le moteur puisse tourner à vide et sans actionner le propulseur. C'est ainsi que, dans les automobiles, on évite d'arrêter le moteur, lorsqu'on sait que l'on va repartir peu après. Dans les dirigeables également, au moment de l'atterrissage, il y a intérêt à ne pas stopper définitivement, même quand les hélices sont arrêtées, car on doit se tenir prêt à parer à une fausse manœuvre à terre, en remettant immédiatement les hélices en mouvement. On obtient ce résultat par un dispositif dit « d'embrayage », qui permet d'isoler à volonté le moteur des propulseurs. Cet organe nouveau, qui s'ajoute aux précédents, ne se trouve pas à bord des aéroplanes, à cause du poids considérable qu'il nécessite ; dans ce cas, les hélices sont montées presque toujours sur l'arbre même du moteur et tournent ou s'arrêtent en même temps que lui.

Enfin, l'inflammation du mélange détonant ne se fait qu'avec un très grand dégagement de chaleur ; les parois du moteur se trouvent par suite portées à une température très élevée et le glissement du piston dans le cylindre ne pourrait pas se faire si on ne prenait pas de précautions indispensables pour le refroidissement et le graissage. Le refroidissement se fait par l'eau ou par l'air ; quant au graissage, il a une importance considérable et tous les divers organes des moteurs à explosion doivent baigner dans les lubrifiants. Le moindre défaut de graissage a comme conséquence grave le grippage du moteur et sa mise hors de service rapide, souvent complète, toujours momentanée.

Tous les accessoires dont il vient d'être parlé se retrouvent sur les moteurs dans lesquels la question de poids et d'encombrement n'a qu'une importance assez faible. Lorsqu'il s'agit de moteurs destinés à l'aéronautique, pour lesquels la diminution de poids acquiert, au contraire, une importance considérable, il est naturel qu'on ait cherché à réduire ou même à supprimer tout ou partie de ces organes. C'est ainsi

que certains moteurs d'aviation ne possèdent pas de refroidissement à eau et que d'autres n'ont pas de carburateurs. Enfin, on a cherché par tous les moyens possibles à alléger toutes les pièces du moteur lui-même, de façon à arriver à la limite qu'on ne pourrait plus dépasser sans compromettre d'une façon définitive la solidité de l'appareil. De sorte que le moteur d'aviation reste, malgré tout, un engin délicat, d'un fonctionnement presque toujours incertain et d'une durée totale de marche limitée. Sans doute, de grands progrès ont déjà été accomplis ; mais, malgré tout, le problème est loin d'être encore résolu et le moteur, à la fois robuste, léger, sûr et économique, est encore à trouver.

Le nombre des moteurs à explosion utilisés pour l'aviation est considérable et nous ne pouvons que renvoyer aux traités spéciaux pour la description de ces divers appareils. Nous nous contenterons de décrire brièvement les principaux de ceux qui sont en usage dans l'armée. La classification de ces moteurs est la suivante : *moteurs à cylindres verticaux*, *moteurs en V*, *moteurs rayonnants* et *moteurs rotatifs*.

Le moteur *Wright*, le premier en date, à cylindres verticaux, est à quatre cylindres, à refroidissement par eau. Il n'y a pas de carburateur et on obtient l'arrivée du mélange par injection d'une pompe accessoire. La puissance a varié de 25 à 35 HP ; toutefois, le refroidissement n'est réellement bien assuré que pour une puissance qui ne dépasse pas 30 HP. Au-dessus, la durée de fonctionnement est très réduite. Son poids est de 90 kilos ; l'allumage est par magnéto à haute tension ; le graissage s'obtient par circulation d'huile au moyen d'une pompe.

Le moteur allemand *Daimler*, installé sur le monoplan autrichien *Etrich* et qui aurait donné toute satisfaction est également à quatre cylindres verticaux, avec refroidissement à eau et à carburateur. Ce moteur se fait suivant plusieurs types : 115, 95, et 75 HP. En outre, la maison Daimler fabrique des moteurs plus puissants destinés aux dirigeables et dont la puissance varie de 30 à 240 HP.

Parmi les moteurs en V, le plus ancien et le plus connu est le moteur *Antoinette*. Le modèle courant est à huit cylindres ; mais on construit actuellement un moteur à seize cylindres d'une force de 100 HP. Les cylindres sont disposés sur un carter ayant à sa partie supérieure la forme d'un prisme isocèle sur les faces duquel s'appliquent les fonds des cylindres ;

les cylindres, qui se correspondent de chaque côté, sont légèrement décalés pour permettre l'attelage de leurs bielles sur le coude du vilebrequin.

L'alimentation en essence s'obtient par injection directe au moyen d'une pompe.

L'allumage se fait par accumulateurs ou par magnéto; le refroidissement est à eau, avec un radio-condenseur, qui, dans les monoplans de cette marque, se trouve placé le long de la partie avant du fuselage, exposé par conséquent au courant d'air très violent de la marche. Le moteur à huit cylindres de 50 HP pèse 130 kilos environ; celui de 100 HP à seize cylindres ne pèse que 175 kilos, soit 45 kilos seulement de plus que le précédent.

Parmi les moteurs rayonnants, il faut citer le moteur *Anzani*, célèbre surtout parce qu'il se trouvait sur le monoplane Blériot qui effectua la première traversée de la Manche. Ce modèle était à trois cylindres, sans refroidissement et à carburateur. La puissance effective était de 25 HP à 1.400 tours. La maison Anzani construit également des moteurs à cinq cylindres et en étoile, de 45 HP.

Dans ce même ordre d'idées, M. Esnault-Pelterie a établi un moteur qu'il place à bord des monoplans bien connus de son système. Dans ces appareils le nombre des cylindres est impair, en général sept cylindres, disposés en deux groupes de quatre et de trois l'un devant l'autre, les cylindres du groupe arrière étant placés dans les intervalles des cylindres du groupe avant. L'allumage est à magnéto, mais une disposition spéciale permet le départ au contact, sans qu'il soit nécessaire de tourner l'hélice. L'alimentation se fait par carburateur et le refroidissement s'obtient par l'air. Le moteur pèse 75 kilos pour une puissance de 50 HP.

Citons parmi les moteurs du type rayonnant le moteur Miller à quatre cylindres, de 50, 70 et 100 HP; le moteur Umié Gauson, à cinq ou sept cylindres, de 50 et 80 HP; le moteur Viale, à trois ou cinq cylindres, de 32 et 55 HP et le moteur Lemarson, à six cylindres.

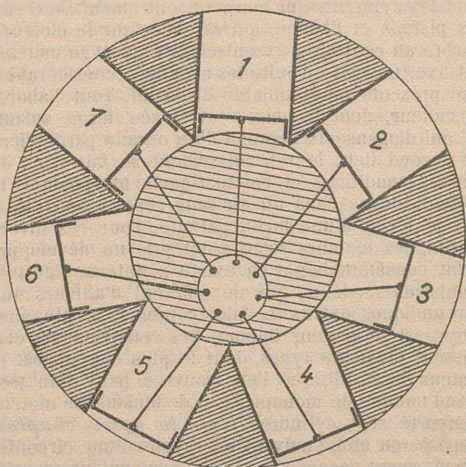
La classe des *moteurs rotatifs* a pris, en aviation, une importance considérable. Ce sont, en effet, de tous les moteurs usités à présent, ceux qui ont fourni les meilleurs résultats. Le principe en est tout différent de celui sur lequel reposent les moteurs examinés jusqu'à présent. Dans ces derniers, les cylindres sont fixes et le mouvement rectiligne des pistons se transforme sur l'arbre par bielle et manivelle en

un mouvement rotatif qui entraîne l'hélice, en général calée directement sur l'arbre même du moteur. Dans les moteurs rotatifs, au contraire, ce sont les cylindres qui tournent, entraînant avec eux les pistons et l'hélice, qui est calée sur le moteur ; l'arbre au contraire, excentré par rapport au moteur, est fixe. On voit de suite les avantages considérables que présente un semblable dispositif. Tout d'abord, le moteur, dont la masse est élevée, forme volant, ce qui dispense de l'emploi d'un organe particulier ; en second lieu, le refroidissement se fait dans de bonnes conditions et automatiquement, puisque le moteur tourne dans un air sans cesse renouvelé et qui le lèche d'une façon parfaite. Pour ces divers motifs, les moteurs rotatifs ont pris un développement considérable ; il en existe maintenant de très nombreux modèles, qui ne diffèrent d'ailleurs que par quelques détails. Le plus connu et le plus employé est le moteur Gnome. Les constructeurs établissent plusieurs types, dont le plus courant est le moteur de 50 HP, que l'on trouve à bord d'un très grand nombre de monoplans et de biplans. Ce moteur comporte sept cylindres (*voir la figure ci-après*) disposés en étoile suivant les rayons d'une circonférence ayant pour axe l'axe fixe autour duquel tourne tout le mécanisme. Les bielles sont fixées à un arbre, constitué par un coude de l'arbre principal ; elles tournent autour de cet arbre secondaire, qui se trouve ainsi décentré par rapport à l'arbre principal.

Le *carter* est une boîte cylindrique, sur lequel viennent s'assembler les cylindres. L'injection de l'essence se fait dans le carter et le mélange se trouve brassé d'une façon parfaite par les bielles qui se déplacent à l'intérieur. L'arrivée des gaz dans les cylindres se fait par une soupape portée par le piston. L'allumage est à haute tension par magnéto ; le graissage s'obtient par une pompe. Le refroidissement à l'air est assuré par des ailettes portées par le cylindre.

En dehors du moteur de 50 HP, la maison Gnome livre des moteurs à plus grand alésage, faisant 70 HP. Par l'accouplement de deux moteurs de 50 HP, on réalise un moteur de 100 HP à quatorze cylindres. De nombreux industriels ont construit des moteurs rotatifs, qui ne diffèrent pas sensiblement du précédent. Nous ne pouvons que les énumérer : Moteur *Berthaud* (50 HP) — Moteur *Breton* à douze cylindres jumelés — Moteur *Canda* (60 HP) — Moteur

*Filtz* — Moteur *Verdet* — Moteur *Rossel Peugeot*, à sept cylindres, de 40-50 HP, pour un poids de 65 kilos.



Tous les moteurs dont il vient d'être parlé fonctionnent suivant le cycle à quatre temps. On a vu que ce cycle est loin d'être parfait. Aussi a-t-on cherché à l'améliorer en réduisant le nombre des temps. Des recherches ont été faites et ont abouti à la création des moteurs à deux temps, qui produisent un temps moteur sur deux. Malheureusement, ces appareils ont jusqu'ici donné de médiocres résultats ; ils nécessitent en effet certaines complications de mécanisme et, de plus, le refroidissement est plus difficile à assurer. Aussi n'ont-ils pas eu encore des applications pratiques très étendues. Il convient de citer parmi les tentatives faites, celles qui ont conduit aux moteurs ci-dessous : Moteur américain *Elbridge* — Moteur *Ixion* — Moteur *Laviator* (rotatif) — Moteur *Legros* — Moteur *Prini* et *Berthaud*.

Enfin nous citerons le moteur rotatif *Ligez* qui présente la particularité de comporter trois cylindres tournant à 900 tours dans un sens, alors que l'arbre tourne en sens inverse à 300 tours grâce à un système démultiplicateur. Cette combinaison de deux mouvements en sens inverse a pour résultat de supprimer les effets gyroscopiques que détermine

toujours la rotation d'une masse aussi considérable que les moteurs dont il s'agit.

**MULTIPLAN (Aéroplane).** — Les aéroplanes multiplans sont, comme leur nom l'indique, formé par la superposition de plusieurs plans, constituant des surfaces portantes, ces plans superposés étant en nombre supérieur à deux. Ce genre d'appareils, qu'on avait construit au début de l'aviation (aéroplanes Ellehamer et capitaine Dorand), dans l'espoir d'obtenir par l'augmentation des surfaces une grande force de sustentation, sans accroître l'envergure, est abandonné aujourd'hui. Il présente, en effet, une résistance considérable à l'avancement et une instabilité excessive; actuellement, on ne superpose pas plus de deux plans (*V. Aéroplane et Biplan*).

**NACELLE.** — Les nacelles sont les agrès accessoires dans lesquels prennent place les aéronautes et la plupart, sinon la totalité, des engins ou organes nécessaires à la manœuvre, soit du ballon sphérique, soit du dirigeable.

En ce qui concerne le ballon sphérique, toutes les nacelles sont construites d'après les mêmes types, avec, seulement, des différences de détail. Ce sont de grands paniers carrés ou rectangulaires, à angles généralement arrondis, en vannerie d'osier et de rotin. Les côtés sont pleins, quelquefois ajourés pour diminuer le poids. Le fond est constitué par un plancher formé de lames de châtaignier, engagées dans des traverses en chêne et reliées entre elles par un clayonnage en osier; à la partie supérieure, le cadre est en bois tourné; c'est entre le fond et le cadre que l'on monte les quatre parois verticales, que l'on recouvre intérieurement de toile.

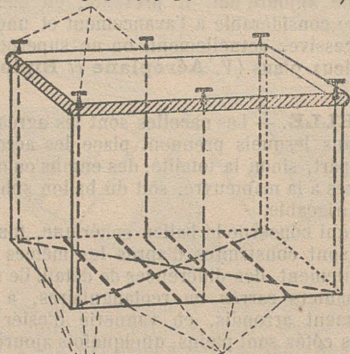
Le poids contenu dans la nacelle n'est pas, à proprement parler, supporté par la vannerie ou le plancher inférieur; l'effort est en effet transmis à une armature en corde ou en câble d'acier (nacelles militaires) noyée dans le clayonnage. Cette armature qui, dans le plancher, est en forme de diagonale, se termine au-dessus du cadre par huit ou six cabillots, auxquels viennent s'accrocher les *SUSPENTES* de la *SUSPENSION* (*V. ces mots*) soit libre, soit captive. Il en résulte que ce sont bien les cordes ou les câbles qui ont à supporter les efforts.

Le matériel militaire comprend plusieurs sortes de nacelles correspondant au ballon auquel elles sont

destinées : auxiliaire, normal, de siège ou de place (V. **Ballons**).

Les nacelles de ballons dirigeables sont de modèles très divers, car elles diffèrent non seulement par la nature des matériaux employés, mais aussi par leurs formes et leurs dimensions relatives par rapport au ballon. Abstraction faite des matériaux de construction, on peut cependant les classer en deux grandes catégories, qui correspondent à celles servant à distinguer les DIRIGEABLES (V. *ce mot*). Ce sont les *nacelles courtes* et les *nacelles longues*. D'une façon

*Cabillots d'attache de la suspension*



*Traverses en bois du plancher*

*Cables d'acier formant armature*

générale, les premières sont employées avec les dirigeables du type souple avec intermédiaire rigide (Lebaudy, Godard, Gross, Militaire italien, Militaire anglais, etc.), ou avec les dirigeables entièrement rigides (Spiess-Zeppelin); les secondes sont caractéristiques des dirigeables entièrement souples (la France, Santos-Dumont, Astra, Zodiac, Clément-Bayard). Néanmoins, il y a des exceptions; le ballon militaire allemand construit sur les plans du major Parseval est entièrement souple, et, malgré cela, il a une des plus courtes nacelles qui existent; de même le dirigeable imaginé par l'ingénieur espagnol Torrès-Quevedo.

La plupart des nacelles actuelles sont formées par des assemblages de tubes d'acier constituant une poutre armée; elles sont divisées en compartiments,

susceptibles de communiquer entre eux, et destinés aux pilotes, aux mécaniciens, aux moteurs et aux agrès divers. La Société Zodiac emploie le bois pour la fabrication des nacelles destinées aux dirigeables de petit volume (2.500 mètres cubes et au-dessous).

Quelques ballons sont munis de plusieurs nacelles. Le Zeppelin porte une nacelle à l'avant et une deuxième à l'arrière; dans le Zeppelin n° IV, la partie médiane de la quille inférieure de contreventement était aménagée en cabine pour passagers.

Le ballon Schuckert-Siemens a trois nacelles, celle du milieu réservée aux passagers.

Enfin, il convient de signaler que la nacelle du Militaire italien était aménagée de manière à pouvoir flotter sur l'eau comme un bateau.

**NIEUPORT (Aéroplane).** — Nieuport est un constructeur qui a réalisé un aéroplane monoplan auquel il a donné son nom. Cet appareil est caractérisé par sa faible hauteur au-dessus du sol et un entoilage complet qui a pour but de diminuer la résistance à l'avancement. L'administration de la guerre a acquis des aéroplanes de ce genre pour l'instruction des officiers aviateurs.

(Édouard Nieuport s'est tué malheureusement en septembre 1911, au cours des grandes manœuvres de l'Est, auxquelles il participait en qualité de sapeur réserviste.)

Le monoplan Nieuport, piloté par Weymann, s'est classé le premier au concours d'appareils militaires de Reims.

**OBSERVATEURS.** — On désigne sous le nom d'officiers observateurs, des officiers qui prennent place à bord des appareils de la locomotion aérienne pour y procéder, soit à des reconnaissances proprement dites (officiers d'état-major), soit à l'observation du tir (officiers d'artillerie). Ces officiers, qui sont désignés par le ministre, sont convoqués au bataillon de sapeurs aéroliers pour y recevoir une instruction spéciale, au cours de stages qui ont lieu à diverses époques de l'année, en général aux mois de mai, juin et juillet. Une fois les stages terminés, les officiers observateurs peuvent être affectés, soit à des dirigeables, soit à des aéroplanes, pour suivre les évolutions et faire des reconnaissances, ainsi que cela a eu lieu aux grandes manœuvres du Bourbonnais en 1909, de Picardie en 1910 et de l'Est en 1911. Au cours de leur stage, qui comporte une partie théorique

(*V. ci-après Observation*), ces officiers prennent part à des ascensions libres, qu'ils effectuent soit dans des sociétés aéronautiques, sous la direction de pilotes civils, soit à titre de contrôle, pour leur permettre d'acquérir les BREVETS (*V. ce mot*), sous la direction de pilotes militaires. Les observateurs peuvent également demander à suivre l'instruction de pilote aviateur.

**OBSERVATION.** — Tous les engins de la locomotion aérienne sont jusqu'ici, avant tout, ou bien des observatoires, ou bien des engins de reconnaissance. Leur but est de fournir des renseignements sur la nature des opérations et des mouvements de l'ennemi. Ce résultat ne peut être obtenu que par des officiers ayant l'habitude de ce genre d'exercices et en même temps une endurance physique suffisante. En effet, au fur et à mesure que l'on s'élève, soit en ballon libre, captif ou dirigeable, soit en aéroplane, le terrain perd petit à petit l'aspect qu'on est habitué à lui voir. Tout relief disparaît, les contours se dessinent avec une netteté parfaite, la notion d'altitude se perd et les objets sont vus suivant des dimensions inusitées. Aussi commet-on, avec une entière bonne foi, les erreurs les plus grossières ; on confond sans peine les brigades et les régiments, les divisions et les brigades. Le plus souvent, même avec du coup d'œil, on ne parvient à éliminer toute erreur qu'à la condition de reporter sur la carte ce que l'on aperçoit sur le terrain. Quand, du ballon captif on passe au dirigeable et à l'aéroplane, la question de la vitesse intervient aussi pour rendre l'observation plus difficile. Enfin, surtout dans les aérostats captifs, il est nécessaire que les officiers observateurs puissent supporter sans fatigue les oscillations du ballon, lesquelles, comme on le sait, produisent des effets analogues au mal de mer. Pour tous ces motifs, la nécessité d'une éducation préalable s'impose : aussi convoque-t-on chaque année, au bataillon de sapeurs aéroliers, un certain nombre d'officiers pour y recevoir l'instruction d'observateurs, au cours de stages spéciaux, qui varient avec la nature de l'observation à laquelle doivent se livrer les officiers dont il s'agit. Les officiers brevetés d'état-major sont plus spécialement instruits en vue des reconnaissances de troupes et du terrain, tandis que les officiers d'artillerie font plutôt de l'observation du tir et de la téléphotographie avec restitution. En même temps que cette éducation

essentiellement pratique, qui consiste en ascensions libres et captives et en voyages en dirigeable ou en aéroplane, tous les officiers stagiaires suivent des conférences qui complètent leurs connaissances aéronautiques, en leur révélant les lois qui président aux mouvements des ballons. Ces mêmes officiers peuvent, quand ils ont fait preuve des aptitudes suffisantes, obtenir les brevets de pilote correspondants.

**OBSERVATION en ballon captif (Tir de l'artillerie).** — La distance minimum à laquelle le ballon doit se tenir des batteries ennemies pour ascensionner sans danger, est communément estimée à 6.000 mètres. La zone des objectifs ayant une certaine profondeur, il faut compter que l'appareil photographique devra pouvoir enregistrer l'image d'objets peu visibles situés à des distances comprises entre 6 et 8 kilomètres. Il faut donc des appareils à très fort grossissement à temps de pose très court en raison de la mobilité de la nacelle des ballons. La durée de pose de  $1/50^{\text{e}}$  de seconde a été considérée comme un maximum. A la suite d'un concours ouvert en 1901 entre tous les constructeurs d'appareils photographiques français et étrangers, on adopta deux appareils :

1° L'appareil dit de 1 mètre dont la distance focale exacte est de 99 centimètres (objectif Hermagis) ;

2° L'appareil dit de 60 centimètres (objectif Voigtländer, fourni par la maison Gaumont).

Les deux appareils sont actuellement réglementaires et entrent tous les deux dans le chargement de la voiture photographique des parcs d'aérostiers de siège. Les plaques ( $18 \times 24$ ) sont des plaques orthochromatiques dont la sensibilité pour le jaune et le vert (couleurs des terres remuées et des bois ou cultures) est particulièrement développée. Ces plaques sont extrêmement sensibles aussi aux rayons bleus ; pour absorber ceux émis par la vapeur d'eau contenue dans la grande couche d'air que les rayons lumineux ont à traverser, on place devant l'objectif un écran jaune.

La détermination d'un point du plan au moyen de renseignements tirés de photographies a reçu le nom de *restitution*.

L'Instruction pour l'organisation du tir dans les sièges et dans les places, du 19 mai 1903, décrit en détail les opérations pratiques à effectuer pour l'exécution correcte des restitutions, soit à l'aide de deux photographies, soit à l'aide d'une seule. Tout le tra-

vail s'exécute sur des positifs sur verre : un négatif constituant un document unique qu'il importe de conserver, et les épreuves sur papier étant sujettes à déformation.

L'emplacement des objectifs ayant été nettement repéré par le procédé de la restitution, l'observation en ballon doit permettre de contrôler le tir. Il faut faire usage d'un très bon téléphone et mettre deux observateurs dans la nacelle, un qui observe tandis que l'autre assure les communications téléphoniques. Lorsque les circonstances l'exigent, ne mettre qu'un seul observateur dans la nacelle, mais dans ce cas, ne faire observer à la fois que le tir d'une seule batterie contre un même objectif. En général, un transport de tir bien calculé donne des résultats certains si l'objectif est de visibilité suffisante pour assurer la parfaite restitution. Néanmoins, il faut même, dans ce cas, considérer le tir de contrôle comme une opération absolument indispensable, car des erreurs peuvent se produire dans la détermination des objectifs ou dans le calcul du transport de tir.

Même à une distance du ballon de 7.000 mètres et par un temps clair, l'observation du tir de contrôle est facile, si les salves comportent au moins trois coups. Avec deux coups, en particulier avec les obus à mitraille, des salves peuvent échapper à l'observateur, surtout lorsque d'autres batteries exécutent sur des objectifs voisins des tirs d'efficacité, dont quelques coups peuvent tomber dans la zone où s'exerce le contrôle.

Si, pendant le tir de contrôle par salves échelonnées, l'observateur peut, à l'aide de certains repères du terrain, apprécier la grandeur de l'écart de la salve la plus rapprochée du but, il doit l'indiquer au directeur du tir.

Dans le tir sous de très grands angles, il peut arriver que la salve courte, tirée quelques secondes après la salve longue, arrive au but avant elle à cause de la grande différence entre les durées de trajet. Pareil fait ne doit pas surprendre à la batterie pour peu qu'on y ait réfléchi d'avance.

En résumé, la pratique a montré que le ballon captif assure suffisamment la détermination des objectifs masqués et le contrôle du tir. Si parfois le vent ne permet pas de faire une deuxième station de ballon pour la restitution des objectifs, il peut arriver que, par temps très clair, on puisse prendre les photographies d'un point élevé du ter-

rain. Il est très probable que dans un avenir peu éloigné l'emploi des aéroplanes permettra de simplifier le problème.

**ORNITHOPTÈRE.** — Les appareils de locomotion aérienne désignés par ce nom procèdent par imitation du coup d'aile de l'oiseau. L'attaque de l'air est oblique et l'ornithoptère se propulse en même temps qu'il se soutient. Aucun appareil de ce genre n'a jusqu'ici donné de résultats pratiques (*V. ci-dessous Orthoptère, et Aviation*).

**ORTHOPTÈRE.** — On a cru pendant longtemps que les oiseaux frappaient l'air de leurs ailes suivant la normale, et on disait d'eux qu'ils attaquaient l'air normalement, c'est-à-dire verticalement. Les imitateurs de la nature avaient alors cherché à réaliser le vol en abaissant orthogonalement des ailes mécaniques. On croyait ainsi imiter les oiseaux ; or, il n'en est rien, car ceux-ci attaquent l'air obliquement et les appareils qui se rapprocheraient le plus d'eux seraient les ornithoptères (*V. ci-dessus*). Les orthoptères auraient, au point de vue militaire, l'avantage précieux de pouvoir s'élever verticalement, et surtout de s'immobiliser pendant un temps quelconque au-dessus d'un point déterminé. Mais il n'existe pas d'appareil de ce genre qui se soit même enlevé, et on ne doit pas se dissimuler que le problème est, sinon impossible, du moins extrêmement difficile à résoudre.

**PANHARD (Moteur).** — Les moteurs Panhard-Levassor sont des moteurs à explosion, dont quelques modèles ont été spécialement étudiés pour les ballons dirigeables (*V. Moteur*).

**PANNEAU de déchirure.** — Lorsque, dans une ascension libre, le moment est venu, par suite de l'épuisement du combustible du ballon, c'est-à-dire du lest, de reprendre le contact avec le sol, le problème qui se pose est d'arrêter le ballon, qui avance à une certaine vitesse. On conçoit que cette opération, qui constitue l'**ATTERRISSAGE** (*V. ce mot*), soit quelquefois difficile, ou tout au moins délicate à effectuer, suivant que la vitesse de translation est plus ou moins considérable. Si l'arrêt est trop brusque, il peut y avoir choc violent de la nacelle sur le sol ; si, au contraire, l'arrêt est trop lent, il y a trainage des aéronautes, par suite de la

lenteur avec laquelle le ballon met à se dégonfler. Le *panneau de déchirure* (*V. aussi ce mot*) consiste dans un dispositif spécial, préparé à l'avance sur l'enveloppe même du ballon, qui permet à l'aéronaute, par simple traction sur une ficelle, de pratiquer une ouverture à la partie supérieure du ballon. Le gaz intérieur trouvant ainsi une issue vers l'extérieur s'échappe, et avec lui disparaît la force qui maintient le ballon dans l'air. L'aérostat s'affaisse, d'abord flasque, puis, bientôt, entièrement vide de gaz; l'arrêt est alors définitif et absolu. Ainsi exposée, la manœuvre du panneau de déchirure est très séduisante par sa simplicité et par la facilité qu'elle laisse à l'aéronaute de choisir l'instant précis où il atterrira. Mais dans la réalité, les complications sont beaucoup plus grandes. Déchirer trop tôt, et surtout trop haut c'est s'exposer à une chute fatale, d'autant plus grave qu'on aura déchiré à plus grande hauteur; déchirer trop tard, c'est se condamner à un traînage toujours ennuyeux. L'habileté du pilote intervient donc dans la manœuvre pour une part considérable, et la pratique seule permet d'acquérir cette habileté.

Disons cependant qu'il existe, en particulier chez les aérostatiers militaires allemands, une déchirure spéciale, qui peut être mise en œuvre à 40 mètres de hauteur. Cette déchirure consiste en une simple fente longitudinale, qui s'ouvre très peu au début, mais qui, au contraire, s'agrandit dès que le ballon, arrivé au contact du sol, subit l'action du vent, lequel s'engouffre dans la fente, en écarte les bords, et livre ainsi passage au gaz intérieur. Il n'est pas sans intérêt de signaler que des accidents assez nombreux se sont produits avec ce dispositif, qui, pratiquement, ne fonctionne pas d'une façon aussi parfaite que l'indique la théorie ci-dessus.

Avec les panneaux de déchirure militaires français, si l'aéronaute n'est pas absolument sûr de lui, mieux vaut attendre, pour déchirer, d'avoir touché le sol et même d'avoir commencé un léger traînage, que de tomber d'une grande hauteur, à la suite d'une manœuvre prématurée.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit que la déchirure est un mode d'arrêt très commode en même temps que très dangereux. Il faut donc en user avec attention, et, en tout cas, il faut que l'aéronaute soit mis en garde contre une manœuvre intempestive. Dans ce but, la corde qui actionne la déchirure est peinte en couleur rouge très voyante, ce qui permet de la bien voir pendant le jour. De plus, pour qu'on

puisse se rendre compte, pendant la nuit, qu'on tient la corde de déchirure, celle-ci se termine dans la nacelle par une *sangle* plate assez large, qu'on distingue facilement au simple toucher des autres cordages de forme cylindrique (V. **Ascension libre**). Tous les ballons dirigeables actuels sont *munis d'un ou plusieurs* panneaux de déchirure, pour le cas d'atterrissage ou de dégonflement hors du hangar.

**PAPILLON.** — Dans les dirigeables du système Lebaudy, qui sont munis, à l'arrière de l'enveloppe, de plans rigides d'empennage, on donne à ces plans, dont l'un est vertical, l'autre horizontal, le nom de *papillons* (V. **Empennages**).

**PARACHUTE.** — Au point de vue militaire, le parachute, qui, comme on le sait, est constitué par un appareil en forme de parapluie, s'ouvrant en temps voulu pour ralentir la chute d'un aéronaute, n'offre qu'un intérêt assez médiocre.

Toutefois, il convient de signaler les essais qui ont été faits, en particulier, par M. Hervieu, en vue de l'adaptation de cet appareil aux aéroplanes, où il aurait pour but d'empêcher les accidents des personnes, au cas où l'aéroplane viendrait à tomber trop rapidement.

Jusqu'ici, d'ailleurs, ces essais n'ont pas donné de résultats concluants.

**PARSEVAL (Ballons).** — Le major allemand Parseval a appartenu pendant de longues années au *Luftschiffer-Bataillon*, qui lui doit une grande partie de son matériel, en particulier un ballon très original, le DRACHEN-BALLON (V. *ce mot*), ou ballon cerf-volant, qui est le seul réglementaire en Allemagne et en Autriche, et les dirigeables entièrement souples de son système (V. **Ballons dirigeables**). Le major Parseval est aujourd'hui directeur d'une société industrielle qui exploite les brevets de cet ancien officier.

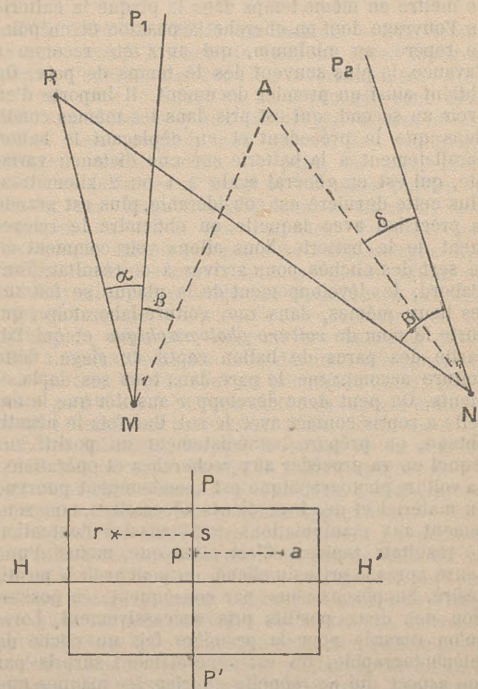
**PATTE d'oie.** — Les filets qui recouvrent les ballons sphériques, et les parties de filets qui existent dans les dirigeables, sont constitués par des mailles dont les dimensions sont en général assez faibles et dont le nombre est par suite relativement considérable. Il serait, par suite, difficile d'accrocher les mailles, soit au cercle de suspension dans les ballons sphériques, soit à la nacelle dans les dirigeables. On réduit

alors le nombre des points d'attache, en diminuant celui des mailles par un dispositif spécial qui porte le nom de *patte d'oie* et qui permet de supprimer une maille sur deux (*V. Filet*).

**PHOTOGRAPHIE en ballon.** — En temps de paix, lorsqu'il s'agit de faire un lever topographique, l'opérateur se rend sur le terrain même dont on veut avoir le figuré et, là, il procède sans difficulté aux mesures et aux calculs qui lui sont nécessaires. Mais, pendant une guerre, les conditions changent complètement. On peut, en effet, avoir besoin de posséder le lever de certaines parties du terrain sur lesquelles l'ennemi a construit des ouvrages ou élevé des batteries. Prenons, par exemple, le cas où une place forte est assiégée. Les troupes ennemies sont venues se placer autour de la ville; elles ont procédé aux nombreuses installations que nécessite le siège d'une place forte et, en particulier, elles ont construit des batteries destinées à combattre celles de la défense. Ces constructions se font le plus souvent pendant la nuit; l'assiégeant profite ainsi de l'obscurité pour opérer entièrement à l'abri des projectiles. Sans doute, dans les journées suivantes, lorsque le ballon de la défense s'élèvera au-dessus du sol, il pourra apercevoir les batteries; sans doute, il pourra aussi donner, grâce à certains repères, leur position approximative. Mais les indications ainsi fournies ne seront en général pas suffisantes et ne permettront pas de faire un tir précis sur le but visé. Comme, d'autre part, les opérations topographiques ordinaires sont interdites, puisqu'on ne peut se rendre sur le terrain, on resterait ainsi dans une indécision fâcheuse, qu'il importe de faire disparaître. C'est à la photographie qu'on a recours pour arriver au résultat cherché. Supposons que le ballon captif de la défense, qui peut, au moins dans la période de début, faire des ascensions sans compromettre outre mesure son existence, s'élève, ayant à son bord un officier muni d'un appareil de **TÉLÉPHOTOGRAPHIE** (*V. ce mot*). Cet officier vise avec soin la partie du terrain occupée par l'ennemi qu'il veut photographier et, au moment précis où il déclanche, il lance un signal convenu, par exemple une flamme rouge, par-dessus la nacelle. A cet instant, trois observateurs, munis de planchettes et d'alidades, visent la nacelle et tracent sur le papier la direction obtenue. Grâce à ces trois visées, on pourra, connaissant d'ailleurs les trois postes de

planchettes, trouver très exactement la projection horizontale sur le sol de la nacelle, à la seconde même où a été prise la photographie. Enfin, il convient d'ajouter que l'opérateur doit avoir eu soin de mettre en même temps dans la plaque la batterie ou l'ouvrage dont on cherche la position et un point de repère, au minimum, qui aura été reconnu à l'avance, le plus souvent dès le temps de paix. On obtient ainsi un premier document. Il importe d'en avoir un second, qui est pris dans les mêmes conditions que le précédent et en déplaçant le ballon parallèlement à la batterie sur une distance variable, qui est en général égale à 1 ou 2 kilomètres. Plus cette dernière est considérable, plus est grande la précision avec laquelle on obtiendra le relèvement de la batterie. Nous allons voir comment on se sert des clichés pour arriver à ce résultat. Tout d'abord, le développement de la plaque se fait sur les lieux mêmes, dans une voiture-laboratoire, qui porte le nom de *voiture photographique* et qui fait partie des parcs de ballon captif de siège. Cette voiture accompagne le parc dans tous ses déplacements. On peut donc développer aussitôt que la nacelle a repris contact avec le sol. Une fois le négatif obtenu, on prépare immédiatement un positif sur lequel on va procéder aux recherches et opérations. La voiture photographique est abondamment pourvue du matériel et des ingrédients nécessaires, non seulement aux manipulations, mais aussi à l'obtention de résultats rapides. C'est ainsi que, moins d'une heure après la prise du cliché, on peut avoir le positif désiré. Supposons-nous, par conséquent, en possession des deux positifs pris successivement. Lorsqu'on regarde pour la première fois un cliché de téléphotographie, on est généralement surpris par son aspect, qui ne rappelle en rien les plaques que l'on est habitué à voir. Il est de fait que lesdits clichés n'ont rien d'artistique; mais tel n'est par leur but. Celui-ci est de constituer un document, qui, comme tel, n'a aucunement besoin d'être une œuvre d'art. Ce document est soumis à un examen minutieux, le plus souvent à la loupe. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'on opère à de grandes distances (4, 5 et 6 kilomètres) et que, par suite, sur les clichés, des batteries dont les dimensions réelles ne dépassent guère 50 mètres sont réduites, sinon à l'état de points, du moins à l'état de traits très fins et très courts, d'autant moins perceptibles, que l'ennemi ne se fait pas faute de chercher à dissimuler

ses travaux. Admettons néanmoins qu'on ait pu triompher de toutes ces difficultés et qu'on ait pu reconnaître sur les deux clichés la position de la batterie. Comment va-t-on la reporter sur la carte? En pre-



mier lieu, grâce aux visées faites par les planchettes, on connaît exactement les deux positions qu'occupait la nacelle, au moment où on a pris les photographies. Soient M et N les deux positions ainsi déterminées.

Sur les positifs obtenus, on trace la ligne d'horizon  $HH'$ , qui, si l'on suppose horizontal l'axe optique de l'appareil, passe par le milieu de la plaque. Soit R un point remarquable du terrain, dont on connaît l'emplacement sur la carte, et soit  $r$  la photographie de R. Menons les droites MR et NR. Remarquons de suite que R peut ne pas se trouver sur les deux

plaques à la fois. Dans ce cas, il y a toujours un deuxième repère  $R'$  et, au lieu de tracer  $NR$ , on tracerait une autre droite  $NR'$  qui jouerait le même rôle. Soit d'autre part  $a$  la photographie de la batterie. Il est facile de voir que l'angle  $\alpha$  fait par la droite  $MR$  et la droite  $MP$ , correspondant à  $PP'$  sur la plaque a pour tangente  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{rs}{f}$ ,  $f$  étant la distance locale de l'appareil. De même  $\operatorname{tg} \beta$  s'obtiendrait avec le second cliché. On peut donc tracer  $MP_1$  et  $NP_2$ . De même, on obtient  $\operatorname{tg} \beta$  et  $\operatorname{tg} \delta$ , ce qui permet de tracer  $MA$  et  $NA$ . L'intersection  $A$  donne l'emplacement cherché de la batterie.

Comme on le voit, la méthode est simple et, avec un peu de pratique, on arrive à des résultats surprenants. Toutefois, il est important de signaler que nous nous sommes placés dans le cas le plus facile. Lorsqu'on veut tenir compte de l'inclinaison de l'axe optique, du déversement possible de l'appareil, etc..., le problème devient plus compliqué. Néanmoins, on le résout d'une façon presque générale. Dans certains cas même, on peut ne se servir que d'une seule photographie, en utilisant des remarques particulières faites sur le positif. L'habileté de l'opérateur se mesure précisément à ce fait, qu'il triomphe des difficultés spéciales qui se présentent par l'examen particulier à chaque opération.

En tout cas, la restitution photographique, dont les origines remontent aux remarquables travaux du colonel du génie Laussedat, est appelée à rendre de très grands services, toutes les fois qu'on voudra avoir la topographie d'un terrain dont l'accès sera interdit.

Enfin, il n'est pas sans intérêt de rappeler que des essais ont été faits pour prendre des photographies à l'aide de ballons non montés et de cerfs-volants. Les officiers anglais et russes ont beaucoup pratiqué ces procédés. En France, la question a été étudiée et résolue par les capitaines du génie Pezet et Dorand, et le lieutenant d'artillerie Dinocheau.

**PIGEONS VOYAGEURS (Emploi des) en aéronautique.** — Lorsqu'un navire aérien quittera son port d'attache pour aller évoluer au-dessus du territoire occupé par l'ennemi, en vue d'y chercher et de transmettre des renseignements, il ne sera jamais assuré de retourner à son point de départ. En effet, dès qu'il apparaitra, l'aéronef sera

évidemment le but indiqué sur lequel s'acharneront les batteries et la mousqueterie ennemies. Sans doute, il arrivera souvent que, grâce à sa vitesse, grâce aussi à l'altitude à laquelle il se tiendra, il échappera à la destruction ; mais quelquefois aussi, il sera atteint et dans l'obligation d'interrompre ou tout au moins de raccourcir son voyage. Il est donc utile, pour remédier à cet inconvénient, de tâcher de faire parvenir les renseignements au fur et à mesure qu'ils sont recueillis. La télégraphie sans fil offre déjà un moyen, et on voit à l'article **Aéroplane** que l'appareil militaire doit être assez puissant pour enlever trois passagers dont un sera chargé de la transmission par la télégraphie sans fil. Mais il peut encore arriver que cette dernière se fasse mal, soit que le temps soit peu favorable, soit que les communications soient volontairement troublées par les appareils ennemis. Dans ce cas, on dispose encore d'un autre moyen de liaison, plus modeste mais peut-être plus sûr, qui est le pigeon voyageur. De tous temps d'ailleurs, on a emporté, à bord des ballons libres militaires, des pigeons voyageurs. Ceux-ci reviennent à leur colombier, aussi facilement que dans les lâchers ordinaires : il suffit, lorsqu'on veut les faire partir, de les projeter violemment vers le bas, de façon à les éloigner de la nacelle ; sans cette précaution, les pigeons viennent presque toujours se poser dans le filet, d'où il devient impossible de les déloger. De même, à bord des dirigeables, on emporte toujours des pigeons. L'expérience n'a pas encore été faite avec des aéroplanes : mais il est certain qu'on ne tardera pas à y procéder. En tout cas, le poids supplémentaire emporté ainsi est très faible et, d'autre part, l'opérateur de télégraphie sans fil pourra sans aucun inconvénient être chargé de ce service particulier.

**PILOTE.** — On désigne sous ce nom les officiers, sous-officiers, caporaux ou sapeurs qui acquièrent le droit de conduire les appareils de la locomotion aérienne. Le permis de conduire, d'être « *commandant d'un appareil* », s'obtient après que les intéressés ont subi certaines épreuves théoriques et pratiques, qui sont différentes avec les appareils et aussi avec la valeur du brevet ainsi décerné (*V. Brevets de pilote*). Tous ceux qui prennent place à bord d'un ballon sphérique, d'un dirigeable ou d'un aéroplane, en dehors du pilote, prennent le nom de passagers.

Ils doivent obéissance absolue au pilote, alors

même qu'ils seraient, eux aussi, pourvus d'un brevet identique.

**PISHOFF (Aéroplane).** — Le monoplan réalisé par M. Pishoff se distingue des appareils analogues par ce fait que le constructeur a cherché à réaliser un appareil essentiellement transportable en tous temps et en tous lieux. C'est un aéroplane militaire, au sens propre du mot, auquel on a donné le nom d'*Autoplan*, de manière à bien montrer ses qualités. En effet, le monoplan Pishoff peut, à l'atterrissage, se démonter sans difficulté et, une fois ses ailes repliées, il se transforme en automobile, parfaitement capable de se déplacer sur les routes. Des essais ultérieurs permettront de mieux se rendre compte des propriétés de cette sorte d'appareils.

**PLATE-FORME.** — Dans les ballons dirigeables, la plate-forme, généralement fabriquée en tubes d'acier, sert d'organe de liaison entre l'enveloppe proprement dite et la nacelle. Disposée sous la carène, elle est rattachée à cette dernière par un système de FILET et de PATTES D'OIE ou par des RALINGUES (*V. ce mot*) en étoffe. D'autre part, les suspentes de la nacelle viennent également se fixer à la plate-forme, ce qui assure la liaison de l'ensemble.

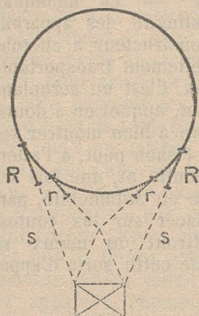
La présence de la plate-forme fait classer les dirigeables qui en sont munis dans la catégorie des « ballons souples à intermédiaire rigide ».

Quant à la constitution même de cet organe, elle varie avec les constructeurs. Dans les ballons Lebaudy, exception faite pour le *Morning-Post*, la plate-forme est sensiblement elliptique ; dans les dirigeables Gross, elle comprend une quille triangulaire ; c'est aussi le cas du *Morning-Post* ; enfin, dans les dirigeables militaires italiens, la plate-forme, laquelle est tout entière à l'intérieur de l'enveloppe, n'est pas autre chose qu'une carcasse ayant exactement la forme de la partie inférieure de l'enveloppe, avec laquelle elle fait pour ainsi dire corps. Cet organe, qui, par suite, n'est pas apparent, est, en outre, articulé de façon à pouvoir suivre la carène dans tous ses mouvements.

On profite de la présence de la plate-forme pour lui faire porter un certain nombre d'accessoires : ventilateur, plans de profondeur, gouvernails, etc...

**RALINGUE.** — Il n'est pas possible dans les

ballons dirigeables de songer à fixer directement soit les filets, soit les suspentes à l'étoffe même qui constitue l'enveloppe du ballon. On substitue alors à cette



étoffe une ralingue formée par une bande d'étoffe, très résistante, solidement cousue à l'enveloppe et représentée en RR, *rr*, sur la figure. Cette ralingue, constituée en général par une étoffe doublée, porte de distance en distance de petits bâtonnets en bois analogues à des CABILLLOTS (*V. ce mot*), et auxquels s'accrochent les suspentes *ss* qui passent alors dans de petites ouvertures ménagées à cet effet.

Il peut y avoir plusieurs ralingues. Dans la figure, R est la ralingue des suspentes, *r* est celle des balancines.

**RENAULT (Moteur).** — La maison d'automobiles Renault a établi un moteur d'aviation d'une puissance de 70 HP qui a donné satisfaction dans les divers appareils sur lesquels il a été monté. Au contraire des moteurs Gnome, qui sont rotatifs, le moteur Renault est un moteur fixé, à cylindres en V (*V. Moteur*).

**RENFLOUEMENT.** — Un ballon captif ou dirigeable perd du gaz en permanence par le fait seul de son existence et aussi par celui de son utilisation. Ces pertes ont plus ou moins d'importance, suivant le degré d'étanchéité de l'enveloppe et suivant l'usage qui est fait du ballon. Mais il n'en est pas moins vrai que ces pertes de gaz sont obligatoires, même quand l'aérostat reste dans son hangar. L'opération qui consiste à envoyer du gaz dans le ballon, en vue d'un remplissage plus ou moins complet, s'appelle le renfloement; celui-ci, qui n'est en définitive qu'un gonflement partiel, s'effectue par les mêmes procédés et dans les mêmes conditions (*V. Gonflement*).

**REP (Aéroplane).** — La dénomination de REP n'est qu'une abréviation du nom, très répandu dans le monde sportif, de M. Robert Esnault-Pelterie. Ce dernier, qui s'est consacré en dernier lieu à l'étude et à la construction des engins de la locomotion

aérienne, a établi, non seulement un aéroplane de son invention, mais aussi le moteur qui est utilisé à bord de l'appareil.

Les aéroplanes REP sont des monoplans très fins et à grande vitesse, adoptés dans l'armée, et qui se distinguent facilement des autres systèmes, à première vue, par la couleur rouge dont ils sont entièrement recouverts (*V. Aéroplane*).

Le moteur a ses cylindres disposés en étoile et situés dans deux plans distincts (*V. Moteur*).

**RÉSISTANCE à l'avancement.** — Une des qualités principales que l'on doit exiger des navires aériens, à quelque catégorie qu'ils appartiennent, lorsqu'ils sont destinés à l'armée, c'est évidemment la vitesse. Un ballon dirigeable ou un aéroplane seront d'autant plus utilisables et feront par suite d'autant plus de sorties, qu'ils auront une vitesse propre plus considérable. Il faut donc de toute nécessité chercher à augmenter la vitesse. Dans ce but, on supprimera tout ce qui, à bord de l'appareil, est susceptible de la diminuer, c'est-à-dire qu'on devra chercher à rendre aussi petite que possible la résistance à l'avancement, en particulier les haubans, qui créent des résistances considérables. L'ingénieur du génie maritime, Dupuy de Lôme, avait estimé, dès 1870, que la carène d'un ballon dirigeable n'offrait à l'avancement que le tiers de la résistance totale, les deux autres tiers étant offerts par les accessoires (nacelle, cordages de la suspension, etc...). Il est donc indispensable de supprimer le plus possible de haubans. Dans cet ordre d'idées, on entoile les diverses parties des appareils, de façon à présenter des surfaces lisses, moins résistantes qu'une succession de pièces séparées ; on diminue les haubans, comme cela a lieu dans le dirigeable *Torrès-Quevedo*, où la suspension de nacelle tout entière est à l'intérieur même du ballon ; on les supprime même dans l'aéroplane *Bréguet*, qui peut ainsi être considéré comme l'un des plus rapides appareils existants.

**RESTITUTION photographique.** *V. Photographie en ballon.*

**SAPEURS - AÉROSTIERS.** — Les troupes qui, à l'heure actuelle, sont chargées d'assurer, en temps de paix et en temps de guerre, l'ensemble des services ressortissant à l'AÉRONAUTIQUE (*V. ce*

*mot*) sont les troupes de *Sapeurs-aérostiers*. Elles font partie des troupes du génie, bien que leurs cadres comprennent des officiers et des sous-officiers appartenant à toutes les armes. Nous examinerons successivement le recrutement, l'organisation et le fonctionnement de ces troupes.

*Recrutement.* — Les sapeurs-aérostiers sont, plus que les autres armes ou services, des hommes d'une catégorie spéciale, surtout techniques et ouvriers, eu égard aux conditions dans lesquelles ils font leur service militaire. En effet, l'application de la loi de deux ans a rendu impossible, en raison du peu de durée de la présence sous les drapeaux, le dressage d'hommes arrivés au régiment sans connaissances particulières. Aussi est-il nécessaire pour les troupes de sapeurs-aérostiers, qui ont besoin d'ouvriers d'art, d'avoir un recrutement spécial, lequel amène au régiment des hommes déjà exercés, n'ayant besoin que de recevoir une instruction complémentaire. Des dispositions ont dû être prises dans ce sens ; ce sont les suivantes.

Tout d'abord, le colonel commandant les sapeurs-aérostiers est autorisé, d'accord avec le directeur du matériel aéronautique, à rechercher dans les diverses usines et corps de métiers avec lesquels il peut se trouver en relations, les jeunes gens, qui, par leur profession, paraissent pouvoir rendre des services pendant leur incorporation. La liste de ceux de ces jeunes gens devant faire partie de la classe qui sera appelée sous les drapeaux au mois d'octobre suivant, est établie au bataillon de sapeurs-aérostiers à Versailles. Ces candidats comprennent le plus souvent des mécaniciens, des cordiers et des photographes. La liste ayant été ainsi dressée, les candidats sont convoqués en vue d'effectuer un essai *pratique* correspondant à la spécialité pour laquelle ils se présentent. Cet essai a lieu à Versailles, en général au parc aérostatique de la Ménagerie (entre Versailles et Saint-Cyr) et il dure une journée. Pour les candidats de province qui ne peuvent se déplacer, l'essai a lieu, suivant les indications fournies par le colonel commandant les sapeurs-aérostiers, soit dans un régiment du génie, soit dans un établissement de cette arme, voisin du domicile des intéressés. Ceux-ci ne subissent aucune épreuve théorique et sont seulement jugés pour leur habileté professionnelle par un personnel composé d'officiers et de contremaîtres civils. Une note est donnée à chacun des candidats, lesquels sont classés, par spé-

cialité, suivant un ordre de mérite. En outre de la note, figurent sur cette liste un certain nombre de renseignements qui doivent être fournis par les candidats et qui sont indispensables pour permettre à l'autorité militaire de les retrouver et leur adresser, le cas échéant, leur ordre de convocation. Ce sont : le numéro de leur bureau de recrutement, celui de leur inscription sur la liste de recrutement, leurs nom, prénoms et domicile. Ces indications sont inscrites par l'intéressé sur un imprimé, qui est délivré au moment du passage de l'examen pratique.

La liste des candidats avec inscription de leurs notes et des renseignements les concernant est adressée au ministre qui fixe, chaque année, le nombre des jeunes gens de cette catégorie à incorporer aux sapeurs-aérostiers.

Une deuxième catégorie d'appelés est obtenue comme il suit. De même qu'il existe des Sociétés de préparation qui donnent aux jeunes gens une instruction militaire générale, de même il existe des sociétés qui préparent des candidats en vue de leur incorporation aux sapeurs-aérostiers. Ces écoles de préparation fonctionnent, le plus souvent, à côté d'autres organisations (sociétés aéronautiques, aéro-clubs, etc...), dont elles ne sont que des accessoires ou des compléments. Ces diverses sociétés ont institué des cours, que suivent les élèves et qui ont pour but de donner à ces derniers une instruction à la fois pratique et théorique.

L'enseignement théorique est fait d'après un programme fixé par le ministre et joint à la circulaire du 28 avril 1906 (*B. O., E. M.*, volume 49, page 145). Les connaissances exigées sont d'ailleurs élémentaires.

A côté de la théorie se fait la pratique. Les candidats se divisent, dès leur entrée dans les écoles de préparation, en deux spécialités, qui sont les cordiers et les tailleurs. Ils suivent des cours et exécutent des travaux correspondant à leur spécialité. Les cordiers seront, une fois incorporés, employés aux réparation des agrès en cordage, tandis que les tailleurs seront chargés de l'entretien des ballons. Tout l'enseignement est donné d'après la méthode même employée aux sapeurs-aérostiers ; en général, il est fait le soir, souvent sous la direction d'aérostiers militaires mis dans ce but à la disposition des sociétés. La durée de ces cours est variable : quatre à cinq mois environ. Les associations qui possèdent ainsi des écoles préparatoires sont : l'Académie nationale d'aé-

ronautique, l'Aéro-club de France, l'Aéro-club du Rhône, l'Aéro-club du Nord, l'Aéronautique-club, les Anciens aérostiers militaires.

Chaque année, au mois de juin, les présidents adressent au ministre la liste des jeunes gens qui suivent dans leur société les cours de préparation. Ces listes sont transmises au commandant des sapeurs-aérostiers, avec l'indication des dates auxquelles auront lieu les examens. Ceux-ci sont subis devant une commission composée d'un chef de bataillon et de deux capitaines ou lieutenants ; cette commission siège à Versailles où sont appelés les candidats de la région de Paris ; elle peut se déplacer et se rendre dans diverses villes de la province. Jusqu'ici, la dite commission ne s'est transportée qu'à Lyon, seule ville où le nombre des candidats justifiait le déplacement. Ceux-ci n'ont d'ailleurs droit à aucune indemnité pour se rendre à la place qui leur est indiquée. Les candidats ont à subir : 1° une épreuve théorique ; 2° une épreuve pratique ; 3° une épreuve militaire portant sur l'instruction du tir et de la gymnastique.

Les examens terminés, la liste des candidats est retournée au ministre, avec le total des points obtenus par chacun d'eux. Le ministre désigne ensuite les jeunes gens à incorporer. Les examens ont lieu en général dans le courant du mois de juillet.

Des dispositions analogues régissent l'admission aux sapeurs-aérostiers des jeunes gens appartenant aux écoles d'aviation (Circ. min. du 31 mai 1910, B. O., P. R., page 992).

*Organisation.* — Les troupes de sapeurs-aérostiers forment à l'heure actuelle un ensemble de six compagnies, divisées en deux groupes, placés eux-mêmes sous les ordres d'un colonel appartenant à l'état-major particulier du génie. Ces deux groupes sont stationnés, l'un à Versailles, où il forme le 25<sup>e</sup> bataillon du génie, avec quatre compagnies, l'autre à Reims, où il constitue avec deux compagnies le groupe de Reims, sous les ordres d'un chef de bataillon. L'ensemble ne forme pas un régiment, au sens propre du mot. Pour tout ce qui concerne l'instruction, les sapeurs-aérostiers sont entièrement indépendants et ne relèvent que du colonel commandant les sapeurs-aérostiers. Mais ils sont rattachés pour l'administration au 1<sup>er</sup> régiment du génie, à l'exception toutefois des compagnies de Reims, qui appartiennent respectivement pour l'administration, l'une au 6<sup>e</sup> bataillon du génie, stationné à Verdun, l'autre au 20<sup>e</sup> bataillon du génie, à Toul.

En dehors de ces deux agglomérations importantes, les sapeurs-aérostiers comportent d'autres détachements, en assez grande quantité déjà, et dont le nombre ira en croissant, au fur et à mesure que les centres d'aéronautique deviendront eux-mêmes plus nombreux. Le plus important de ces détachements est celui du Camp de Châlons, où se trouvent réunis, pour le service de l'aviation, 150 hommes, sous les ordres d'un capitaine, chef de détachement.

A côté des deux groupes, fonctionnent, pour le matériel, des DÉPÔTS DE MATÉRIEL (*V. ce mot*).

L'organisation de détail des compagnies de sapeurs-aérostiers est assez complexe, en raison même du nombre et du caractère des spécialistes dont on a besoin.

Tout d'abord, il existe deux grandes catégories de sapeurs-aérostiers : les hommes employés uniquement aux manœuvres, et les spécialistes. Les premiers, dont l'instruction ne comporte qu'un enseignement d'ordre général, ne sont utilisés que comme manœuvres, pour le maniement des ballons et leur transport. Les spécialistes, au contraire, dont l'origine a été indiquée ci-dessus, sont chargés des manœuvres délicates, de l'entretien et des réparations du matériel. Bien qu'on ait soin, ainsi qu'il a été dit, de les choisir parmi les jeunes gens ayant, avant leur entrée au régiment, ou bien une instruction particulière, ou bien une certaine habileté professionnelle, leurs connaissances ont besoin d'être augmentées et souvent dirigées vers le but particulier de l'aéronautique. Aussi leur fait-on effectuer, après leur incorporation, un stage d'assez longue durée qui les amène au degré de perfectionnement voulu.

Ce stage comprend quatre catégories, qui sont : mécaniciens, cordiers, tailleurs, photographes. Il commence à la fin du mois de décembre, c'est-à-dire au moment où l'instruction militaire est complète, et il se termine le 15 avril. Pendant toute cette période de temps, les spécialistes des trois premières catégories sont placés sous les ordres d'un capitaine chargé de l'ensemble du stage et d'un personnel qui, dans chaque spécialité, comprend un contre-maître civil (mécanicien, cordier, ou tailleur) et des moniteurs militaires choisis parmi les meilleurs spécialistes de l'année précédente. Les hommes désignés pour le stage ne font plus que les services généraux de leurs compagnies, auxquelles ils sont rendus aussitôt que le stage est terminé. Chacune des compagnies de sapeurs-aérostiers se trouve ainsi en

possession d'un nombre déterminé d'aérostiers, très au courant de leurs fonctions spéciales et qui lui permettraient, en campagne, de subvenir à tous les besoins. Actuellement, les deux compagnies de Reims envoient leurs élèves-spécialistes à Versailles, où s'effectue par suite un stage unique pour l'ensemble des sapeurs-aérostiers. Quant aux photographes, ils ont des instructeurs exclusivement militaires.

Pendant que le stage ci-dessus suit son cours, les compagnies procèdent à des manœuvres avec ballon gonflé, auxquelles prennent part les hommes non spécialisés. Mais, même dans ces manœuvres, il est des parties plus délicates qui ont besoin d'être confiées à des hommes plus exercés. C'est ainsi qu'on est conduit à spécialiser encore un certain nombre de sapeurs, pour en faire des arrimeurs chargés de préparer la nacelle en vue des ascensions. Souvent, du reste, ces fonctions sont remplies par des spécialistes, dont l'arrimage fait, pour les cordiers et tailleurs, partie de l'instruction donnée au cours du stage.

L'emploi des dirigeables exige, lui aussi, des spécialistes : ce sont des ADJUDANTS-MÉCANICIENS (*V. ce mot*), des cordiers, tailleurs, mécaniciens et arrimeurs, dont l'instruction technique et pratique ne diffère pas d'ailleurs de celle des spécialistes de ballon sphérique.

Enfin, l'introduction dans l'aéronautique militaire des engins de locomotion plus lourds que l'air a obligé à créer d'autres catégories de spécialistes, qui sont des mécaniciens d'aviation, des ouvriers en bois et des voiliers. Jusqu'ici, ces spécialistes se sont recrutés, pour une grande partie, sur l'ensemble de l'armée et par changement de corps des militaires affectés à d'autres armes, avant l'organisation de l'aviation militaire. Mais la circulaire ministérielle déjà citée, du 31 mai 1910, a permis le recrutement par incorporation directe, lequel fonctionnera à partir de 1911.

Le simple énoncé des professions auxquelles on est dans la nécessité de faire appel pour le recrutement des hommes à incorporer au bataillon de sapeurs-aérostiers, montre combien sont différentes et variées les tâches auxquelles devront être employés les sapeurs, après leur arrivée au régiment. Il est permis de dire que le service de l'aéronautique exige le concours de toutes les catégories, presque sans exception, d'ouvriers d'art et, par ce mot, il faut entendre des professionnels habiles, exercés et dis-

ciplinés, car c'est à la fois de leur dévouement et de leur habileté que dépend la vie des aéronautes et des aviateurs. On comprend sans peine, par suite, que la sélection soit rigoureuse et que l'on exige des sapeurs-aérostiers une bonne volonté et un dévouement à toute épreuve qui en font une troupe d'élite.

L'encadrement de cette dernière et surtout le recrutement des sous-officiers constitue également un problème difficile à réaliser; car les sous-officiers, appelés à commander des hommes qui sont à la fois des soldats et des ouvriers, doivent remplir cette double condition d'être en même temps des chefs militaires et des contremaîtres plus habiles ou plus intelligents que les hommes placés sous leurs ordres. On arrive à ce double résultat par deux procédés différents. Tout d'abord, par le fonctionnement normal de l'avancement, en concordance avec ce qui se passe dans les autres armes : le peloton des élèves caporaux fonctionne aux sapeurs-aérostiers, comme dans tous les corps de troupe; mais un certain nombre de candidats sont choisis parmi les spécialistes, de sorte que ceux-ci deviennent tout naturellement, après leur stage, des gradés susceptibles d'être employés pour les travaux spéciaux. C'est ainsi qu'on arrive à obtenir des caporaux mécaniciens, tailleurs et cordiers, et surtout des sergents mécaniciens, qui par la suite sont des chefs d'ateliers. En outre, des places de caporaux sont réservées aux spécialistes qui sortent avec les premiers numéros du stage, même si ces hommes n'ont pas suivi le peloton des élèves caporaux. Le corps des sapeurs-aérostiers arrive ainsi, par prélèvement sur ses propres ressources, à constituer un cadre à la fois technique et militaire. Mais ce n'est pas encore assez : à côté des fonctions de chef de section, de chef d'atelier, de sergent mécanicien chargé de la conduite des voitures mécaniques d'un parc de compagnie de sapeurs-aérostiers, il y a d'autres fonctions encore plus spéciales pour lesquelles les ressources en hommes et aussi en matériel des sapeurs-aérostiers cessent d'être suffisantes. C'est le cas des gradés qui sont chargés de la conduite des moteurs à bord des ballons dirigeables.

Un recrutement tout particulier s'imposait, qui a pu être obtenu de la façon suivante. Au lieu de restreindre les recherches de spécialistes idoines à un ou plusieurs corps de troupe déterminés, il est fait appel, pour les mécaniciens de dirigeables, à tous les

sous-officiers de l'armée française. La circulaire ministérielle n° 8, du 2 mars 1910, a déterminé les conditions dans lesquelles devait s'opérer ce recrutement. Treize sergents ou maréchaux des logis, à choisir dans toute l'armée, recevront l'instruction de mécanicien de ballon dirigeable. Ils seront affectés aux sapeurs-aérostiers, mais pourront être détachés, au cours de leur stage, dans certains établissements d'aéronautique. Ces treize stagiaires seront, à la date du 1<sup>er</sup> janvier suivant, nommés sergents mécaniciens titulaires, s'ils ont fait preuve des connaissances et des aptitudes nécessaires. Ils toucheront l'indemnité de 3<sup>f</sup> 50 par jour et feront normalement leur service au bataillon de sapeurs-aérostiers, d'où ils pourront être détachés, soit dans des établissements d'aéronautique, soit dans des localités où seront entreposés des ballons dirigeables. Ils seront nommés adjudants-mécaniciens au fur et à mesure des vacances.

Les candidats doivent adresser une demande au colonel commandant les sapeurs-aérostiers à Versailles, qui fera examiner ces demandes par une commission. Sur le vu des propositions qui lui seront adressées, le ministre choisira vingt-six sous-officiers qui seront convoqués pour deux jours à Versailles, afin d'y subir un examen d'aptitude devant la commission. Les treize candidats à désigner comme mécaniciens stagiaires, en 1910, ont été choisis par le ministre d'après le résultat de ce dernier examen.

Ces dispositions sont celles qui ont été adoptées jusqu'à ce jour; elles ont continué à être appliquées en 1911 et les intéressés ont été informés par des circulaires insérées au *Bulletin officiel*.

L'organisation intérieure des sapeurs-aérostiers prévoit que les sous-officiers, caporaux, maîtres ouvriers et sapeurs qui ont déployé le plus de zèle et d'habileté professionnelle peuvent être nommés aérostiers de première classe. Ils reçoivent alors un brevet et portent un insigne spécial, qui consiste en une ancre ailée en or, avec ailes en argent pour les sous-officiers, en laine rouge pour les caporaux, maîtres ouvriers et sapeurs.

*Uniforme.* — Les troupes de sapeurs-aérostiers portent l'uniforme des troupes du génie avec toutefois quelques modifications. Le col de la veste et le képi n'ont aucun numéro et, d'autre part, tous les aérostiers (gradés et hommes de troupe) portent un insigne distinctif qui consiste dans un ballon placé sur la manche droite de leur veste ou de leur capote.

Les officiers aérostiers n'ont aucun insigne distinctif ; mais, de même que les hommes sous leurs ordres, ils ne portent aucune indication de numéro sur le képi et sur l'écusson en velours de la tunique.

*Officiers.* — Les officiers normalement affectés aux sapeurs-aérostiers appartiennent tous, jusqu'ici, à l'arme du génie. Mais, par suite de l'extension prise par l'aéronautique, les officiers de toutes les armes peuvent, à des titres divers, être appelés à en faire partie ou à y effectuer des stages de durée variable. En premier lieu, les officiers aviateurs se recrutent sur l'ensemble de l'armée, sans aucune distinction d'arme, et dans les conditions de la Circulaire du 18 janvier 1911, abrogeant la Circulaire du 21 janvier 1910 insérée au *Bulletin officiel*. Les demandes présentées par les officiers de toutes armes pour être admis dans le service de l'aviation militaire, ne peuvent être valables que pour une durée limitée. Les généraux commandant les corps d'armée transmettent à une époque quelconque de l'année, les demandes qui se produisent. Ces dernières sont adressées sous le timbre de la direction de l'arme à laquelle appartient l'officier (section du personnel du service d'état-major pour les officiers brevetés). Elles sont accompagnées d'une notice indiquant si l'officier paraît avoir les aptitudes voulues et s'il s'est déjà occupé d'aéronautique, d'aviation ou de la conduite d'un moteur à pétrole.

Dans le cas où les officiers désireraient qu'il ne soit pas donné suite à leur proposition, ils peuvent en faire la demande au ministre sous le même timbre. Les officiers désignés doivent être envoyés dans les écoles régionales destinées à répandre la pratique de l'aviation dans l'armée et à faire reconnaître les aptitudes des officiers qui pourront être ultérieurement détachés dans le service de l'aviation.

Les désignations sont faites comme il suit. Le général commandant le corps d'armée désigne, suivant les instructions du ministre, les officiers qui seront admis à l'école régionale. Le ministre choisit, sur la proposition du général inspecteur permanent de l'aéronautique militaire, parmi les officiers ayant suivi l'instruction de l'école, ceux qui seront détachés au service de l'aviation.

Pour être désignés, les officiers doivent d'ailleurs adresser au ministre, par la voie hiérarchique, sous le timbre de leur direction d'arme, une demande d'admission dans le service de l'aviation.

Les réintégrations des officiers dans les corps de troupes sont prononcées par le ministre, soit sur la demande des intéressés transmise par le service aéronautique, soit sur la proposition du général inspecteur permanent de ce service. Les changements d'affectation du personnel du service de l'aviation sont également prononcés par le ministre, sur la proposition de l'inspecteur permanent.

Tous les officiers entrés au service de l'aviation peuvent prendre part à des ascensions libres en ballons sphériques et en ballons dirigeables et obtenir ainsi les brevets de pilotes correspondants (*V. Brevets*).

*Matériel.* — Le matériel que les sapeurs-aérostiers ont à mettre en œuvre, aussi bien pendant le temps de paix que pendant le temps de guerre, comporte une très grande diversité : ballons sphériques (libres et captifs) ; cerfs-volants ; ballons dirigeables ; aéroplanes ; radiotélégraphie et téléphotographie. Nous avons vu comment sont organisées et comment fonctionnent les unités du temps de paix ; nous allons maintenant indiquer la façon dont, dans l'état provisoire actuel, seraient assurés les services à la mobilisation.

*Ballons captifs.* — Les ballons captifs sont destinés à assurer l'observation dans la guerre de campagne et dans la guerre de siège. Le matériel et les formations diffèrent pour chacun des cas.

Pour la description même des ballons, il convient de se reporter à l'article spécial qui leur est consacré. Le reste du matériel comprend des voitures techniques et des voitures du même modèle que celles des unités d'infanterie. Les premières constituent le parc proprement dit, qui est formé 1° d'une voiture-treuil ; 2° d'une voiture-fourgon ; 3° d'une voiture d'agrès ; 4° de douze voitures à tubes.

La voiture-treuil sert aux ascensions captives ; elle porte une machine à vapeur qui permet l'enroulement et le déroulement du câble d'ascension dont la longueur est de 1.000 mètres. La vitesse à laquelle le ballon peut être ramené est de 100 mètres à la minute. Le poids de la voiture est de 2.670 à 2.840 kilos, suivant que la chaudière est remplie d'eau ou vide. La voiture-fourgon est le tender de la voiture-treuil : elle porte l'eau et le charbon (coke) nécessaires à la consommation d'une journée de manœuvres. On utilise en outre la voiture-fourgon comme deuxième voiture d'amarrage, à laquelle on fixe le ballon pendant les transports sur route. En

outre, la voiture-fourgon est chargée de sacs de lest pleins. Le poids de la voiture complètement chargée est de 3.000 kilos environ. La voiture d'agrès est le magasin qui renferme tous les objets nécessaires aux manœuvres et aux ascensions. Le poids de la voiture chargée est de 3.120 kilos. Les voitures à tubes transportent l'hydrogène comprimé, à raison de 150 mètres cubes par voiture, contenus dans six tubes à la pression de 133 kilos par centimètre carré, à la température de 15°. Le poids de ces voitures est de 3.135 kilos ; elles ne peuvent pas passer sur les ponts militaires non renforcés. Ces mêmes voitures sont disposées pour pouvoir transporter six hommes assis.

En dehors de ces voitures techniques, la compagnie d'aérostiers de campagne est pourvue d'une prolonge à ridelles surélevée, qui sert à porter les sacs des hommes employés aux manœuvres.

La composition résumée du parc d'aérostiers de campagne s'établit d'après le tableau suivant :

15 voitures techniques	}	1 voiture-treuil de campagne, à 6 chevaux ;
		1 voiture-fourgon, à 6 chevaux ;
		1 voiture aux agrès, à 6 chevaux ;
		12 voitures à tubes, à 6 chevaux ;
2 voitures de réquisition portant du charbon, à 2 chevaux ;		
1 prolonge à ridelles surélevée, à 4 chevaux ;		
2 fourgons à vivres et à bagages, à 2 chevaux.		

Signalons que, précédemment, les compagnies d'aérostiers de campagne étaient divisées en deux catégories : la première comprenait les parcs à hydrogène comprimé, tels qu'ils viennent d'être définis ci-dessus ; la deuxième était formée par les parcs dits à hydrogène ordinaire qui n'avaient pas de voitures à tubes, mais étaient dotés de voitures à hydrogène (**V. Hydrogène**) et de voitures à réactifs (zinc et acide sulfurique) qui permettaient la fabrication sur place du gaz de gonflement.

L'effectif de la compagnie d'aérostiers se décompose comme il suit :

- 3 officiers aérostiers (1 capitaine de l'armée active et 2 lieutenants, dont 1 de réserve) ;
- 9 sous-officiers aérostiers (dont 1 adjudant) ;
- 10 caporaux aérostiers ;
- 89 sapeurs aérostiers ;
- 2 sous-officiers conducteurs (dont 1 adjudant) ;
- 3 brigadiers conducteurs ;
- 95 sapeurs conducteurs.

La compagnie d'aérostiers dispose de deux matériels complets de ballon, avec tous les accessoires renfermés dans la voiture d'agrès, et de trois gonfle-

ments (chacun d'eux ayant 600 mètres cubes) portés par les voitures à tubes. Les parcs dits de place ou de siège, qui sont uniquement destinés à être utilisés dans l'attaque ou la défense des places fortes, n'ont pas besoin d'une mobilité aussi grande que celle des unités de campagne. D'autre part, elles peuvent s'approvisionner en gaz à l'usine fixe et, en tous cas, il leur est toujours loisible de se transporter près d'un point favorable, où elles trouvent l'eau nécessaire à la production du gaz. Enfin, le ballon de siège ayant un volume de 750 mètres cubes, supérieur par conséquent à celui de 560 mètres cubes du ballon de campagne, il en résulte que les voitures et en particulier la voiture-treuil peuvent être plus lourdes. C'est en effet ce qui se produit. En fait, le parc de siège comprend les voitures suivantes :

5 voitures techniques	}	1 voiture-treuil de siège, à 6 chevaux ;
		1 voiture-fourgon, à 6 chevaux ;
		1 voiture d'agrès, à 6 chevaux ;
		1 voiture à hydrogène, à 6 chevaux ;
		1 voiture photographique, à 4 chevaux ;
1 voiture régimentaire.		

La voiture à hydrogène n'est autre que l'ancienne voiture des parcs de campagne. Quant à la voiture photographique, elle est constituée par un laboratoire roulant, muni de tous les instruments, produits et locaux nécessaires à la prise et au développement des photographies.

Alors que les compagnies de campagne sont presque uniquement employées à l'observation des mouvements de troupe, c'est-à-dire restent à la disposition de l'état-major proprement dit, les compagnies de siège ont pour mission de renseigner sur les travaux et les opérations des troupes; mais surtout elles sont utilisées pour rechercher par la téléphotographie les emplacements des batteries ennemies et pour observer le tir des batteries amies. L'artillerie a, en effet, un besoin absolu et indispensable d'observatoires aériens qui lui indiquent, d'une part, les positions de ses buts, d'autre part, le résultat des coups tirés sur ces derniers. L'importance de l'observatoire constitué par le ballon de siège est telle que, s'il n'en existait pas, le tir de l'artillerie de gros calibre ne comporterait aucune précision. Les parcs aérostatiques de siège sont tous des organes vitaux dans l'attaque et la défense d'une place forte et à ce point de vue, leur nombre n'en saurait jamais être trop considérable.

Le service des ballons libres n'existe que dans les

places fortes ; les troupes de sapeurs-aérostiers n'interviennent que pour le gonflement de ces engins, lequel se fait à l'hydrogène. Quant au personnel chargé de la conduite de ces ballons, il forme un personnel spécial, rattaché lui aussi aux sapeurs-aérostiers, et qui se recrute parmi les officiers, sous-officiers ou hommes de troupe de la réserve et de l'armée territoriale qui sont munis du brevet d'aéronaute (*V. Brevets*).

Les cerfs-volants n'ont pas encore été jusqu'ici utilisés dans l'armée française en tant qu'observatoires de reconnaissance. Des expériences ont été faites toutefois dans ce sens par plusieurs officiers, parmi lesquels le capitaine Madiot. Mais aucun matériel n'est encore devenu réglementaire, les résultats obtenus n'ayant pas encore été absolument probants. De même, on a cherché à se servir des cerfs-volants pour faire de la téléphotographie : il convient de citer, à ce sujet, les essais du capitaine Dorand et du lieutenant Dinocheau.

Enfin, on a adopté les cerfs-volants comme supports d'antenne dans les postes radiotélégraphiques des grands quartiers généraux. Ces engins sont de type cellulaire démontables. Repliés, ils occupent une place excessivement réduite qui en permet le transport facile sur une voiture. De nouveaux essais doivent avoir lieu avec des cerfs-volants, en vue de bien déterminer si réellement ils sont susceptibles d'être utilisés comme observatoires, lorsque les ballons captifs cessent de pouvoir monter, en raison de la vitesse trop grande du vent. Les Anglais et les Russes ont fait d'assez longs et nombreux essais de ce genre, à la suite desquels les Russes, en particulier, paraissent avoir adopté un système définitif de cerf-volant, comme observatoire monté.

Le service des ballons dirigeables se divise en plusieurs parties bien distinctes. Tout d'abord, les équipes de manœuvre, qui procèdent aux opérations de gonflement, d'arrimage, de mise au point, de départ et d'atterrissage ; en second lieu, les sous-officiers mécaniciens, chargés du réglage à terre de la partie mécanique, et de la surveillance du moteur dans les ascensions ; enfin, les équipes de pilotage comprenant les officiers spécialement occupés à la conduite même du ballon en direction et en hauteur. De plus, pour les dirigeables affectés aux armées en campagne, et par conséquent appelés à se déplacer fréquemment à la suite de ces armées, il faut ajouter que les sapeurs-aérostiers seraient appelés à assurer

l'édification de hangars démontables analogues à ceux qui ont figuré, en 1910, aux grandes manœuvres de Picardie.

L'organisation du service des aéroplanes n'est pas encore arrêtée au moment où nous écrivons ces lignes. D'ailleurs, il convient de remarquer que cette organisation rentre dans le domaine du confidentiel et, par conséquent, qu'il ne sera pas possible d'en publier les formations exactes.

Les postes radiotélégraphiques des grands quartiers généraux comprennent un détachement de sapeurs-aérostiers pourvu d'une voiture spéciale portant un câble et une antenne de 400 mètres de longueur, qui s'enroulent autour d'un treuil à bras. Les supports d'antennes sont constitués par des DRACHEN-BALLONS ou des CERFS-VOLANTS (*V. ces mots*).

Quant au service de TÉLÉPHOTOGRAPHIE (*V. ce mot*), il est implicitement contenu dans l'organisation même des compagnies des parcs de siège, ces dernières possédant, comme on l'a vu, une voiture photographique munie de tout le matériel nécessaire.

*Centres d'aviation.* — On a vu plus haut que les officiers de toutes armes, qui en faisaient la demande, pouvaient d'abord recevoir l'instruction de pilote aviateur, puis passer définitivement au service de l'aviation, quand leurs aptitudes ont été jugées suffisantes. Ces officiers, après que leur désignation a été faite par le ministre, sont convoqués aux sapeurs-aérostiers pour y effectuer un stage de six semaines, au cours duquel ils assistent à des conférences et à des exercices pratiques, en particulier sur le fonctionnement des moteurs. Une fois ce stage effectué, lesdits officiers sont envoyés dans des centres d'aviation, où on procède alors à leur formation de pilote proprement dit. Cette dernière se fait de deux manières différentes. Certains centres d'aviation sont exclusivement militaires et, dans ces centres, l'instruction est donnée par des pilotes militaires sur des appareils appartenant à l'armée. Dans d'autres centres, les officiers sont envoyés chez des pilotes civils, où, moyennant un prix forfaitaire, ces derniers procèdent au dressage des élèves jusqu'au moment où ceux-ci sont en état de passer le brevet de l'Aéroclub. Quand ils l'ont obtenu, les officiers peuvent être mis en possession d'un appareil, pour leur permettre de continuer leur entraînement et de devenir à leur tour professeurs dans les écoles militaires.

Les centres d'aviation qui existent actuellement sont les suivants : Camp de Châlons, Douai, Reims,

Villacoublay, Camp de Satory, Buc, Juvisy, Pau. Au point de vue de la discipline et de l'instruction, ces centres sont commandés par un officier qui prend le nom de chef du centre d'aviation. Relativement à l'administration, à l'entretien du matériel et au règlement des dépenses, ces divers centres dépendent de l'un ou de l'autre des dépôts de matériel (Versailles ou Camp de Châlons).

*Réserve et armée territoriale.* — Le recrutement des sapeurs-aérostiers de la réserve et de l'armée territoriale s'opère dans les mêmes conditions que celui des autres armes, par le jeu normal du passage, dans les catégories précédentes, des hommes ayant accompli leur service actif aux troupes de sapeurs-aérostiers.

Mais il arrive fréquemment que des jeunes gens qui, avant leur incorporation, ne s'étaient jamais livrés au sport aéronautique et, par suite, avaient été versés dans un corps de troupe d'une arme quelconque, deviennent, une fois leur service effectué, de très bons pilotes ou de très bons spécialistes. On conçoit qu'il y ait le plus grand intérêt à ce qu'on puisse utiliser, dans la réserve ou l'armée territoriale, des compétences de cette nature, qui resteraient sans emploi si on ne faisait pas passer les intéressés dans les sapeurs-aérostiers. D'autre part, on ne saurait accepter sans contrôle les déclarations provenant de réservistes dont la notoriété n'est pas connue et qui pourraient invoquer, pour être versés aux sapeurs-aérostiers, des titres insuffisants ou même fictifs. Une réglementation s'imposait, qui est la suivante.

Tout d'abord, les officiers, sous-officiers, caporaux et sapeurs de la réserve et de l'armée territoriale qui désirent être affectés à une place forte pour la conduite des ascensions libres à effectuer dans cette place au cours d'une mobilisation, adressent une demande au ministre, en y joignant un certain nombre de pièces figurant sous le numéro 17 (p. 71) de l'Instruction du 10 octobre 1904, parmi lesquelles un état des ascensions libres exécutées, les brevets et diplômes, l'état signalétique et des services.

Ces demandes sont adressées, soit par l'intermédiaire du chef de corps pour les hommes de l'armée active, des commandants de recrutement du domicile pour le personnel lié au service, soit directement pour le personnel non lié au service. Elles sont centralisées au ministère et envoyées au colonel commandant les sapeurs-aérostiers. Cet officier su-

périeur convoque les candidats, s'il y a lieu, pour une période d'instruction, au cours de laquelle ils suivent des conférences et où ils apprennent à connaître le matériel particulier des places fortes. A l'issue du stage, les candidats subissent un examen devant une commission spéciale, qui les interroge sur la lecture des cartes, la géographie, la météorologie et l'aéronautique. La commission élimine les candidats insuffisants et dresse une liste de classement de ceux qu'elle reconnaît aptes. Le président de la commission remet le brevet aux intéressés (*V. Brevets*).

Les officiers appartenant à une autre arme que les sapeurs-aérostiers qui désirent être affectés à ce corps, sont soumis aux obligations énumérées à l'article 30 de l'Instruction du 9 février 1909 (*B. O. E. M.*, vol. 72). Ils adressent une demande au général commandant la subdivision du territoire sur lequel ils sont domiciliés; cette demande est envoyée au colonel commandant les sapeurs-aérostiers, qui convoque les candidats, lesquels subissent un examen devant une commission spéciale. Le résultat est transmis au ministre qui prononce, s'il y a lieu, le changement d'arme demandé.

Les hommes de la réserve et de l'armée territoriale qui désirent accomplir leurs périodes d'instruction dans un établissement d'aviation militaire doivent justifier au préalable, devant une commission instituée par le colonel commandant les sapeurs-aérostiers, de leurs connaissances professionnelles, soit comme mécaniciens, soit comme pilotes d'aéroplanes.

Les intéressés adressent leur demande au colonel commandant les sapeurs-aérostiers qui les convoque pour subir l'examen préalable. Si les résultats de cet examen sont satisfaisants, les candidats sont affectés aux sapeurs-aérostiers (*Circ. min. 17 août 1900 — B. O. — P. R. p. 1534*).

**SAVARY (Aéroplanes).** — Marque récente d'aéroplane présentant cette particularité d'avoir deux hélices actionnées par une chaîne unique. Les biplans Savary ont pris part au concours militaire et s'y sont classés à la huitième place.

**SEMI-RIGIDE (Ballon).** — Nom donné à une certaine catégorie de ballons dirigeables, qui, tout en assurant la *permanence de la forme* par l'emploi du ventilateur et du ballonnet, n'en comportent pas moins l'emploi, dans certaines parties de leur construction, de matériaux rigides, en dehors de ceux

utilisés à la confection de la nacelle. Ces parties de la construction sont moins nombreuses que dans les dirigeables entièrement rigides, d'où le nom donné à cette sorte d'engins ; elles constituent en général des plates-formes ou des quilles servant de liaison entre la nacelle et le ballon proprement dit.

Toutefois, cette appellation est défectueuse (V. **Ballons dirigeables**) et doit être remplacée par la suivante : *ballons souples à intermédiaire rigide*. Les dirigeables semi-rigides les plus connus sont : Lebaudy, Gross, Militaire italien, Nulli Secundus, Godard, Forlanini, Pax et Ruthenberg.

**SERPENT.** — Quand un ballon libre ou dirigeable se trouve au GUIDE-ROPE (V. *ce mot*), à une assez faible hauteur au-dessus du sol (60 à 80 mètres environ), il arrive souvent qu'il est soumis à des mouvements de rabattement aussi rapides qu'inattendus, lesquels auraient maintes fois pour résultat de l'amener jusqu'à terre, l'aéronaute ne pouvant intervenir à temps pour jeter une quantité de lest qui suffise à enrayer cette descente. Il devient alors nécessaire d'avoir à sa disposition un engin spécial, qui, dans les cas ci-dessus, dépose automatiquement sur le sol un poids assez considérable, au moment même où le rabattement se produit. Le ballon ainsi délesté pourra éviter le contact, parfois très rude, avec le sol. Ce rôle de *délesteur automatique* est joué par le *serpent*. Cet engin est constitué par un cordage ayant deux grosseurs différentes : la partie mince et d'ailleurs la plus longue du cordage est fixée au CERCLE DE SUSPENSION (V. *ce mot*) ; la partie épaisse, de longueur réduite (5 à 6 mètres environ), forme l'extrémité opposée. La longueur totale est de 40 mètres. Comme ce cordage pend au-dessous de la nacelle, il commence à toucher lorsque celle-ci arrive à 40 mètres du sol. Si la descente continue, la nacelle se rapproche du terrain et le serpent se dépose de plus en plus, allégeant ainsi le ballon de tout le poids de la partie épaisse. Comme cette dernière est très lourde, le délestage automatique ainsi déterminé est en même temps très grand et très rapide. Si le rabattement accidentel n'est pas trop violent, la descente s'arrête, sans que le pilote ait à intervenir.

L'usage du serpent est réglementaire chez les aéroliers militaires ; les aéronautes civils l'emploient plus rarement, malgré les avantages qu'il présente.

**SOMMER (Aéroplanes).** — Jusqu'en mai 1911, le constructeur Sommer s'était tenu à la construction des aéroplanes biplans, que, dans ces derniers temps, il établissait entièrement métalliques. Depuis lors, M. Sommer a réalisé des monoplans, qui ont figuré très honorablement dans la course Paris-Rome (*V. Aéroplanes*).

**SOUPAPE.** — La soupape est un organe dont sont pourvus tous les ballons captifs, libres, ou dirigeables, et qui permet d'évacuer à volonté telle quantité de gaz qu'on désire. Accessoirement, la soupape sert au dégonflement des ballons.

Quand elles sont placées sur des ballons sphériques, les soupapes comportent, en général, deux dispositifs de manœuvre. Le premier, dit « de manœuvre réversible » permet d'ouvrir et de refermer la soupape au gré de l'aéronaute et de ne donner par suite sortie qu'à un volume déterminé de gaz. Le deuxième dispositif, dit « de déclenchement », est au contraire définitif; un ballon déclenché perd son gaz d'une façon continue et se vide lentement, mais complètement, sans que l'aéronaute puisse revenir sur la manœuvre une fois exécutée.

Les soupapes du dirigeable sont commandées et en même temps automatiques, c'est-à-dire qu'elles peuvent être ouvertes et fermées par l'aéronaute, mais que, de plus, elles s'ouvrent ou se ferment automatiquement quand la pression ultérieure devient excessive.

Dans la plupart des dirigeables militaires français, la pression d'ouverture est de 40 millimètres de pression d'eau.

Sur les ballons sphériques, la soupape est placée au pôle supérieur; sur les ballons dirigeables, les soupapes sont, au contraire, à la partie inférieure de l'enveloppe. Enfin, ceux-ci possèdent non seulement des soupapes à gaz, mais aussi des soupapes à air permettant l'évacuation de l'air des BALLONNETS (*V. ce mot*).

**SOUPLE (Dirigeable).** — Nom donné à une certaine catégorie de dirigeables, dans lesquels la permanence de la forme est assurée par le BALLONNET et le VENTILATEUR (*V. ces mots*). Ils comprennent les ballons entièrement souples et les ballons souples à intermédiaire rigide improprement appelés SEMIRIGIDES (*V. ce mot*).

Les ballons entièrement souples ne comportent

l'emploi de matériaux rigides que pour la construction de la nacelle, cette dernière étant reliée directement au ballon par des suspentes.

Les plus connus de ces ballons sont : la *France*, les ballons de la Société Astra, les Zodiac, les Clément-Bayard, le *Torrès-Quevedo*, le *Parseval* et les Santos-Dumont.

**SPÉCIALISTES.** — Nom donné à certaines catégories de militaires appartenant aux troupes de sapeurs-aérostiers. Le recrutement des spécialistes s'opère d'une façon particulière ; leur instruction et leurs fonctions sont définies à l'article SAPEURS-AÉROSTIERS (*V. ce mot*).

En Italie, il existe également un bataillon de « spécialistes » (*spezialisti*), comprenant 5 compagnies d'aérostiers, 1 section de radiotélégraphie, 1 section de photographie et 1 section d'aviation.

**STABILITÉ.** — Dans les engins de la navigation aérienne, il est nécessaire de considérer ce qui a trait à la stabilité des dirigeables et ce qui se rapporte à la stabilité des aéroplanes.

Au point de vue de la stabilité des dirigeables, il faut distinguer trois sortes de stabilités : la *stabilité longitudinale*, la *stabilité de route* et la *stabilité d'altitude*.

Le manque de stabilité longitudinale dans un ballon dirigeable donne lieu aux mouvements de TANGAGE (*V. ce mot*).

Pour remédier à cet inconvénient, plusieurs systèmes sont en présence, qui peuvent être employés soit séparément, soit simultanément. On obtient une limitation des mouvements de tangage en adoptant, pour la longueur des dirigeables, une valeur assez grande par rapport au diamètre de leur maître couple. Cela revient à dire que l'allongement, qui est représenté par le rapport de la longueur de l'axe longitudinal à la valeur du diamètre de la plus grande section droite, doit avoir une valeur assez considérable.

En deuxième lieu, il n'est pas douteux que les déplacements de la masse gazeuse contenue à l'intérieur de l'enveloppe, peuvent avoir une influence considérable sur la stabilité longitudinale et provoquer des mouvements de tangage, soit au-dessus, soit au-dessous de l'horizontale. Ce phénomène se produit surtout lorsque le dirigeable n'est pas complètement

plein, ou lorsque la pression intérieure du gaz n'atteint pas une valeur suffisante.

Or, toutes les fois qu'un ballon qui se trouve à l'état de plénitude, à une altitude déterminée, commence un mouvement de descente, il cesse d'être plein; suivant l'expression consacrée, il devient *flasque*. A ce moment peuvent se produire, dans la masse gazeuse, des mouvements qui déterminent le tangage. En outre, la déformation qui en résulte pour l'enveloppe entraîne également une mauvaise répartition des forces, laquelle est, dans certains cas, susceptible d'occasionner des accidents.

Il importe donc, à tous les points de vue, de maintenir le dirigeable constamment plein de gaz, ou d'un mélange d'air et de gaz à une certaine pression. On se sert pour cela du BALLONNET (*V. ce mot*). Dans ce but, au fur et à mesure que la poche à gaz diminue de volume, on comble le vide qui se produit en insufflant d'une façon continue de l'air dans le ballonnet. Par ce procédé, le dirigeable, qui était primitivement tout entier rempli de gaz, se trouve, au bout d'un certain temps, gonflé en partie de gaz et en partie d'air, ces deux corps n'étant, du reste, pas mélangés, mais bien séparés par la cloison intérieure du ballonnet.

On maintient ainsi la rigidité de l'enveloppe, laquelle est une propriété indispensable que doit posséder tout ballon dirigeable. Grâce à cette permanence de la forme, les mouvements de tangage se trouvent notablement réduits.

Malgré cette précaution, l'axe d'un ballon ne reste pas toujours horizontal, et on a proposé pour le maintenir de faire usage, soit d'un poids mobile, qu'on déplace, comme dans les *Zeppelin*, de l'avant vers l'arrière, ou réciproquement, soit de deux ballonnets disposés comme dans le *Parseval*, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière de la carène, et qu'on peut gonfler d'air ou dégonfler à volonté.

Les dispositions que nous venons d'indiquer ne fonctionnent que lorsque le tangage s'est déjà produit; ils le corrigent, mais ne le préviennent pas. Aussi, a-t-on cherché des systèmes différents, qui agissent aussitôt que le mouvement commence à se produire. On arrive à ce résultat au moyen des *empennages fixes*, qu'on appelle, pour ce motif, des organes de stabilisation.

Supposons un dirigeable muni à la partie arrière de son enveloppe d'un plan entoilé, invariablement relié à la carène, et considérons le ballon au moment

où il va, par exemple, effectuer un mouvement de tangage, en levant la partie avant.

Dès que ce mouvement commence à se produire, le plan d'empennage prend une inclinaison égale à celle du ballon et se trouve ainsi frappé par l'air sur la partie inférieure. Il subit donc de ce fait une certaine réaction, qui tend à le relever et, par conséquent, à relever aussi la partie arrière du ballon. Il en résulte que l'axe longitudinal du ballon tend immédiatement à se redresser et à reprendre la position horizontale.

Cette disposition d'un plan fixe horizontal placé à l'arrière du ballon se retrouve dans un très grand nombre de dirigeables, parmi lesquels il convient de citer les dirigeables *Lebaudy*, *Parseval*, *Gross*, *Zodiac* et *Torrès-Quevedo*.

Les plans dont il s'agit ont l'inconvénient d'avoir un certain poids et de charger, par conséquent, la partie du ballon sur laquelle ils sont placés. Aussi a-t-on cherché à les remplacer par d'autres organes, produisant le même effet, sans offrir le même inconvénient.

Le colonel Charles Renard et M. Hervé y sont parvenus simultanément par l'emploi des *empennages pneumatiques*. Ceux-ci consistent soit en cylindres, soit en cônes, disposés à l'arrière et remplis de gaz à la même pression que celui qui est contenu à l'intérieur du ballon, lequel communique avec les petits ballons stabilisateurs.

Ces ballonnets se retrouvent sur les dirigeables de la Société Astra, en particulier, dans la *Ville-de-Paris* (empennages cylindriques) et le *Colonel-Renard* (empennages coniques).

Les aéroliers militaires anglais en ont fait aussi usage à bord de leurs derniers ballons; ils avaient donné à ces empennages la forme de coussins plats.

La surface que doivent présenter les empennages pour permettre au ballon de résister est assez considérable. Elle avait été déterminée à l'aide du calcul par le colonel Renard, qui était arrivé à des résultats presque prohibitifs. Toutefois, l'expérience n'a pas sanctionné d'une façon complète les prévisions de ce savant officier, et les essais qui ont été faits depuis ont montré qu'on pouvait se contenter de surfaces d'empennage notablement inférieures à celles indiquées par la théorie du colonel Renard.

Il peut même arriver que, avec des dimensions suffisantes, les oscillations soient excessivement réduites et que l'axe de l'aérostat revienne à sa position d'é-

équilibre stable, sans jamais la dépasser. On dit alors, suivant l'expression de M. Crocco, que le dirigeable a, non seulement de la stabilité, mais encore de la *fermeté de route*. Il est en quelque sorte collé à sa trajectoire.

La *stabilité de route*, qui caractérise la propriété que possède le ballon de ne pas s'écarter en projection horizontale de la route qu'on se propose de suivre, s'obtient par des procédés identiques à ceux par lesquels on réalise la stabilité longitudinale.

Toutefois, comme il s'agit d'empêcher le dirigeable de décrire des oscillations autour d'un axe horizontal, il est évident que les plans fixes ou les empennages pneumatiques destinés à donner cette nouvelle stabilité devront être disposés suivant des plans verticaux. C'est ainsi qu'à l'arrière des ballons du type *Lebaudy*, on dispose un plan vertical, qui, combiné avec le plan horizontal de stabilisation longitudinale, forme un empennage cruciforme, dont l'ensemble porte le nom de papillon.

La *stabilité en attitude* est la propriété que doivent posséder les ballons dirigeables de subir le moins possible d'oscillations, suivant la verticale. Or, ces dernières oscillations sont le fait des agents atmosphériques, en particulier, des variations de la température. Il est impossible d'y soustraire complètement le dirigeable.

Toutefois, celui-ci y est moins sensible que le ballon libre, car, étant animé d'une certaine vitesse propre, il est en quelque sorte élevé par le vent du déplacement, qui contribue ainsi à maintenir sa température uniforme.

Néanmoins, le dirigeable est sujet à des oscillations auxquelles il importe de remédier.

Les moyens classiques dont on peut se servir sont le *lest* et la *soupepe*; mais, si on n'avait à sa disposition que ces procédés, ainsi que cela s'est produit, du reste, au début de la science aéronautique, on aurait vite mis le dirigeable à bout de souffle, et on ne pourrait effectuer que des trajets de très courte durée. On utilise alors des procédés purement mécaniques, susceptibles de donner, momentanément et pendant un temps suffisant, la force de sustentation nécessaire pour combattre une rupture d'équilibre qui n'est que passagère.

Supposons qu'on ait disposé sur le dirigeable un plan mobile autour d'un axe horizontal. Faisons-le tourner de façon à lui donner une certaine inclinaison. Le plan se trouvera frappé par le vent provenant

de la marche, lequel déterminera une réaction verticale, qui aura des tendances, soit à faire monter, soit à faire descendre le ballon, suivant le sens de l'inclinaison. On a donc ainsi à sa disposition un moyen de contrebattre efficacement, et sans consommation de lest ou de gaz, les diverses ruptures d'équilibre accidentelles qui se produisent continuellement. Aussi, depuis que ce procédé, dit de la « sustentation dynamique », a été adopté à bord des dirigeables, les voyages faits par ces engins ont pris une extension et une durée considérables, qu'ils n'auraient pas connues sans cela. Au point de vue de la disposition que peuvent occuper les plans mobiles de stabilisation, on les divise en trois catégories, savoir : les ailerons avant, les ailerons centraux et les ailerons arrière.

Le mode d'action de ces plans varie notablement avec la place qu'ils occupent.

Les ailerons avant et les ailerons arrière déterminent les mouvements d'ascension ou de descente par l'inclinaison de l'axe du ballon, et leur effet est d'autant plus considérable qu'ils sont plus éloignés du centre de gravité.

Au contraire, lorsque ces mêmes plans sont placés à la partie centrale, c'est-à-dire au voisinage du centre de gravité, la réaction qu'ils déterminent a simplement pour effet de faire monter ou de faire descendre le ballon, en maintenant l'axe sensiblement horizontal.

Les dirigeables *Lebaudy* emploient presque exclusivement des ailerons centraux ; le dirigeable italien, au contraire, est muni de gouvernails placés à l'arrière.

Dans les aéroplanes, la question de stabilisation se présente, sinon identique, du moins analogue.

Toutefois, avec ce genre d'appareils, il n'y a pas à se préoccuper de la stabilité de route, laquelle s'obtient sans grandes difficultés et quelquefois par l'addition de plans verticaux placés à l'arrière du fuselage ; il n'y a, en général, à tenir compte que de la stabilité longitudinale et de la stabilité transversale.

La stabilité longitudinale des aéroplanes s'obtient, de même que dans les ballons dirigeables, par des empennages fixes, placés à l'extrémité arrière. Certains même de ces engins sont dépourvus d'empennages fixes et ne portent que des plans mobiles, qui servent en même temps de gouvernails de profondeur.

Quant à la stabilité transversale, elle est réalisée, soit au moyen d'*ailerons supplémentaires*, que l'on place à l'extrémité des ailes, soit par le *gauchissement*.

On entend par « gauchissement » la propriété que possèdent les ailes des aéroplanes de pouvoir prendre une certaine déformation, de façon à se présenter à l'action de l'air sous un angle d'attaque plus ou moins considérable, permettant de faire varier la réaction à la volonté du pilote.

Il n'est pas sans intérêt de signaler que, sur les dirigeables aussi bien que sur les aéroplanes, de nombreux essais ont été faits, en vue de réaliser la stabilité automatique. Les meilleurs résultats, sur les ballons, ont été obtenus par le procédé installé sur le dirigeable italien par les capitaines Crocco et Riccaldoni. A bord des aéroplanes, le capitaine du génie Étévé a installé également un dispositif de son invention, qui paraît avoir donné jusqu'ici de bons résultats.

Des recherches sont faites pour utiliser, dans le même but, les propriétés spéciales que possèdent le pendule et le gyroscope, mais ces derniers procédés n'ont jusqu'à présent fait l'objet que d'expériences de laboratoire.

**STATOSCOPE.** — Le *statoscope* est un instrument destiné à indiquer aux aéronautes si l'engin de locomotion aérienne à bord duquel ils se trouvent monte, descend ou bien est en équilibre horizontal à une certaine hauteur.

A moins d'être associé à un **BAROMÈTRE** (*V. à ce mot le BAROMÈTRE BORDÉ*), le *statoscope* ne donne pas l'indication des hauteurs. Il complète par suite le baromètre ; mais, dans aucun cas, il ne peut le remplacer.

Le plus employé de ce genre d'appareils est le *statoscope* Richard, qui se présente sous la forme d'un cylindre de 20 centimètres de diamètre, entièrement recouvert de toile cirée, sauf sur un petit espace rectangulaire laissé libre, et dans lequel se trouve une aiguille, généralement verticale, mais qui, en tournant sur un axe horizontal, peut se déplacer devant les indications « Descente » — « Montée », disposées de part et d'autre de la position verticale. Un petit tube en caoutchouc pend sous l'appareil.

Pour se servir de ce dernier, on pince le tube avec deux doigts et on regarde l'aiguille, en maintenant le tube fermé. Si on voit l'aiguille se déplacer

vers l'inscription « Montée », c'est que le ballon est en mouvement d'ascension ; c'est le contraire, si l'aiguille tourne vers « Descente ». Enfin, si l'aiguille reste immobile, c'est que le ballon l'est également.

Le statoscope est un instrument très sensible, qui révèle les plus petites oscillations ; mais, ainsi qu'il a été dit, il ne doit être considéré que comme un appareil *qualitatif*, et non pas *quantitatif*.

**SUSPENSION.** — On désigne, en aéronautique, sous le terme général de *suspension*, les agrès qui servent à établir la liaison entre la nacelle et le ballon. D'une part, les suspensions, à quelque système qu'elles appartiennent, se fixent à la nacelle et, d'autre part, elles viennent se rattacher, soit au filet, par l'intermédiaire duquel se fait dans les ballons sphériques la répartition des poids, soit à une ralingue cousue directement à l'enveloppe, comme dans la grande majorité des ballons dirigeables.

Les suspensions de ballons sphériques seules sont susceptibles d'être exactement décrites ; celles des dirigeables varient avec chaque type et ne présentent pas un caractère d'uniformité suffisant.

Nous distinguerons, dans les premières, les suspensions captives et les suspensions libres. Ces deux genres d'agrès diffèrent très sensiblement, par suite des rôles qu'ils ont à remplir.

Au cours des ascensions captives, le ballon retenu par le câble est soumis à l'action du vent, lequel est d'une très grande irrégularité, aussi bien en vitesse qu'en direction. Il en résulte que, sous l'action de cette force variable, le ballon ne reste pas immobile dans l'espace, et qu'il est, au contraire, l'objet d'incessantes oscillations horizontales et verticales, au cours desquelles il prend des positions très inclinées par rapport à la verticale ; de plus, l'aérostat tourne autour de son axe. Si la nacelle dans laquelle se trouvent les aéronautes est reliée d'une façon rigide au ballon, il en résultera que ceux-ci se trouveront non seulement balancés, mais encore déversés. Leur situation sera plus que fâcheuse ; elle deviendra par moments dangereuse, et elle sera telle que les observations seront rendues impossibles. Il faut donc combiner une disposition telle, que la nacelle reste horizontale et ne soit, de plus, soumise à aucun mouvement de rotation, quelle que soit la place relative occupée par le ballon. Le système complet de suspension imaginé par le colonel Renard remplit précisément ces conditions.

La suspension captive Renard comprend trois parties :

1° La *suspension supérieure*, constituée par le *cercle de suspension en bois*, portant les cabillots dans lesquels viennent s'engager les boucles des suspentes du filet; le *conoïde*, formé en quelque sorte par le prolongement des suspentes, qui va du cercle à la barrette; les *pinceaux*, qui sont le doublement du conoïde et qui aboutissent aux extrémités de la grande barre du trapèze;

2° La *suspension inférieure*, comprenant le *trapèze* avec sa barre supérieure et sa barre inférieure, et le *triangle* terminé par une boucle à laquelle se fixe l'extrémité du câble du treuil;

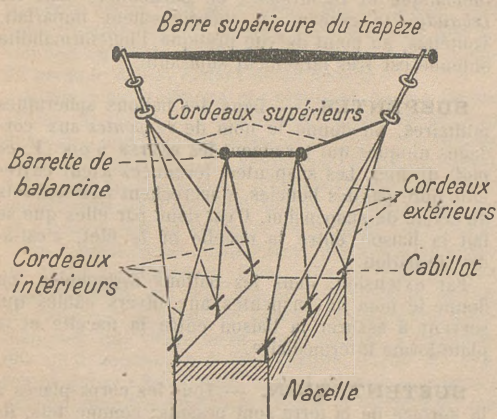
3° La *suspension de nacelle*, dont les cordeaux supérieurs se fixent aux cabillots portés par la barre supérieure du trapèze. Cette dernière est indéformable, bien qu'elle ne comprenne que des cordages, à cause des triangles qui la composent. De plus, la barrette de balancine imaginée par le capitaine Dô, et qui a remplacé l'ancien nœud unique de balancine du colonel Renard, laisse une place suffisante à l'observateur, dont la tâche est ainsi facilitée. Le mode de fonctionnement général du système est le suivant : les mouvements de rotation du ballon autour de l'axe passant par la soupape et l'appendice sont arrêtés grâce à la présence du conoïde et des pinceaux qui créent un couple de torsion en sens inverse du mouvement. Enfin, la nacelle, portée par la suspension de nacelle, reste horizontale, car la suspension peut tourner autour des extrémités de la grande barre du trapèze, laquelle reste elle-même sensiblement horizontale. On a reproché à ce modèle de suspension sa trop grande longueur; le commandant Voyer a obtenu des résultats à peu près identiques avec une suspension dans laquelle il avait simplement supprimé le conoïde, le cercle de suspension ayant lui-même un diamètre moins considérable. Chaque constructeur de matériel militaire a d'ailleurs son système qui lui est propre; il faut citer, parmi les suspensions qui remplissent bien les conditions de stabilité et de sécurité, celles de MM. Hervé et Yon.

La *suspension libre* militaire est établie d'après les mêmes principes que la suspension captive, mais elle ne comprend que la suspension de la nacelle, laquelle est triangulée avec cordeaux extérieurs et intérieurs, et avec barrette de balancine.

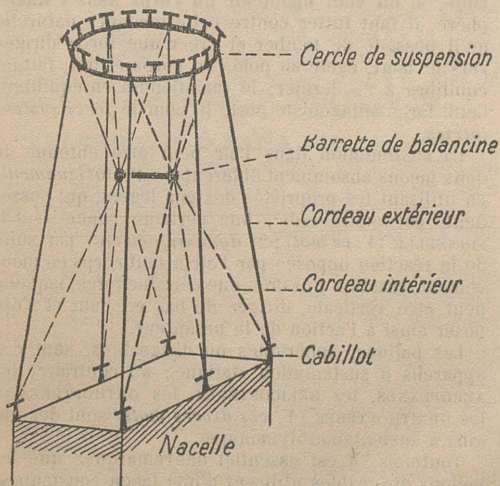
Les suspensions de *ballons dirigeables* ne compor-

tent, en général, que l'emploi de mailles et de pattes d'oie, dont la disposition varie avec chaque dirigeable.

### Suspension de nacelle captive



### Suspension libre



Le plus souvent, on s'astreint seulement à former des triangles, de manière à former un réseau indéformable. Dans la plupart des dirigeables, cette triangulation n'est du reste pas réalisée d'une façon mathématique et rigoureuse ; en particulier, dans les *Lebaudy*, le réseau est théoriquement imparfait. Toutefois, au point de vue pratique, l'indéformabilité obtenue est très largement suffisante.

**SUSPENTES.** — Dans les ballons sphériques militaires, on donne le nom de *suspentes* aux cordages uniques qui terminent les **PATTES D'OIE** (*V. ce mot*) du filet. Les suspentes, terminées à leur extrémité libre par des boucles, s'accrochent aux cabillots du cercle de suspension. C'est donc par elles que se fait la liaison entre la nacelle et le filet, c'est-à-dire le ballon.

Par extension, dans les ballons dirigeables, on donne le nom de suspentes aux divers câbles qui servent à assurer la liaison entre la nacelle et la plate-forme intermédiaire.

**SUSTENTATION.** — Tous les corps placés à la surface de la terre sont pesants ; comme tels, ils obéissent à des lois bien connues, dont l'effet apparent est de les faire tomber à la surface du sol. Par suite, si on veut maintenir un corps dans l'atmosphère, il faut lutter contre cette tendance naturelle qu'il possède de tomber et créer une force dirigée vers le haut, égale au poids du corps et qui, faisant équilibre à ce dernier, le maintiendra en équilibre. Cette force antagoniste porte le nom de *force sustentatrice*.

La sustentation dans l'air peut être obtenue de deux façons absolument différentes : 1° *statiquement*, en utilisant les propriétés des gaz légers, qui possèdent, par mètre cube, une certaine **FORCE ASCENSIONNELLE** (*V. ce mot*) ; 2° *dynamiquement*, par suite de la réaction opposée par l'air à tout corps en mouvement, réaction qui crée une certaine force, laquelle peut être verticale, dirigée de bas en haut et s'opposer ainsi à l'action de la pesanteur.

Les ballons, sphériques ou dirigeables, sont des appareils à sustentation statique ; au contraire, les **AÉROPLANES**, les **HÉLICOPTÈRES**, les **ORTHOPTÈRES** et les **ORNITHOPTÈRES** (*V. ces divers mots*) sont des engins à sustentation dynamique.

Toutefois, il est essentiel de remarquer que les ballons dirigeables utilisent d'une façon constante la

sustentation dynamique, en même temps que la sustentation statique.

**TANGAGE.** — De même que dans les bateaux, le navire aérien, qui se déplace dans un milieu sans cesse troublé par les mouvements les plus divers, voit son équilibre sinon compromis, du moins modifié presque à tout instant de sa marche.

Parmi les oscillations qui résultent de ces incessantes variations de l'atmosphère, le *tangage* est une des plus importantes, aussi bien dans les ballons dirigeables que dans les aéroplanes. Le tangage n'est autre que le mouvement d'oscillation suivant l'axe longitudinal de l'appareil, lequel s'incline, soit en se relevant, soit au contraire en piquant vers le sol.

On remédie à cet inconvénient, grâce à la présence de plans d'empennage fixes, dits de *stabilisation longitudinale*, qui sont placés à l'extrémité arrière de l'appareil. Il existe en outre des dispositifs automatiques qui rétablissent d'eux-mêmes l'équilibre, dès qu'il commence à être changé. Parmi les systèmes qui ont fonctionné, il faut citer le gouvernail automatique des capitaines Crocco et Riccaldoni, qui a été installé sur le dirigeable italien, et celui du capitaine du génie Étévé, qui se trouvait à l'arrière d'un biplan *Wright*. Enfin, certains engins (surtout des aéroplanes) sont dépourvus d'empennage fixe et ne présentent qu'un gouvernail mobile, à la disposition du pilote. Ce gouvernail de stabilisation horizontale, joue alors en même temps le rôle de gouvernail de profondeur (*V. aussi Stabilité*).

**TÉLÉGRAPHIE SANS FIL.** — Dans l'état actuel de la science aéronautique, un dirigeable qui quitte son port d'attache, en vue d'aller chercher en territoire ennemi des renseignements destinés au commandement, est très exposé aux feux de l'artillerie.

S'il ne veut pas être très rapidement mis hors de service, il lui faut se tenir à une altitude considérable, que l'on estime ne pas devoir être inférieure à 1.500 mètres.

Si, pour une cause quelconque, il se trouve à une altitude plus basse, sa perte n'est plus qu'une question de temps et il lui sera impossible, dans ce cas, de rapporter les renseignements qu'il aura pu recueillir.

Quant aux aéroplanes, ils sont évidemment beaucoup moins vulnérables, en raison d'abord de leurs

dimensions plus restreintes, de leur plus grande vitesse et aussi de la moins grande complication de leurs divers organes.

Par contre, ils ont une marche beaucoup moins régulière et beaucoup moins sûre. Il leur arrive fréquemment d'être obligés d'atterrir inopinément, de sorte que, en résumé, aussi bien pour les dirigeables que pour les aéroplanes, il est important de pouvoir transmettre les renseignements au fur et à mesure qu'on vient de les recueillir.

Ce résultat peut être obtenu à l'aide des appareils de télégraphie sans fil. Aussi, dans ces derniers temps, voit-on les grandes puissances militaires installer des dispositifs de ce genre à bord des navires aériens.

À l'heure actuelle, cependant, nous croyons savoir que les essais qui ont été faits n'ont pas donné des résultats concluants et que, pas plus en France qu'à l'étranger, on n'a adopté des appareils d'un modèle définitif. Ce ne sera qu'à la suite de nouveaux essais qu'on sera fixé sur cette question, dont l'importance est d'ailleurs si considérable.

**TÉLÉPHOTOGRAPHIE.** — Comme son nom l'indique, la *téléphotographie* a pour but d'obtenir les images photographiques d'objets situés à grande distance. Appliquée à l'art de la guerre et plus spécialement à la guerre de siège, la téléphotographie permet d'obtenir, soit de la nacelle d'un ballon, soit grâce à un ballon ou cerf-volant porteur, des vues sur lesquelles figurent nettement les ouvrages et les batteries ennemies, de façon à pouvoir, grâce à la restitution, reporter les uns et les autres sur la carte. Si nous admettons que le ballon monté est dans l'obligation de se tenir à 8 kilomètres des batteries, si, d'autre part, nous estimons qu'une longueur de 80 centimètres doit fournir, après son passage dans l'objectif, une image de 1/10 de millimètre, la distance focale de ce dernier sera donnée par la

relation  $\frac{1}{10} = \frac{F}{800.000}$ . D'où  $F = 1$  mètre. Il est

donc nécessaire d'avoir des objectifs de 1 mètre de foyer, qui donnent en outre des images nettes de bandes de terrain d'une largeur de 1.200 mètres. Outre l'objectif de 1 mètre, on emploie aussi l'objectif de 60 centimètres de foyer, qui donne une image nette d'une zone de 2.100 mètres à 8 kilo-

mètres de distance. Avec les ballons et les cerfs-volants non montés, on utilise même des objectifs de 25 centimètres et de 40 centimètres de foyer.

Quelles que soient les dimensions de l'appareil dont on se sert, et quel que soit le procédé employé pour prendre la photographie, le but reste le même : utiliser l'image obtenue pour obtenir, par restitution, la topographie du terrain ; en un mot, il faut faire la carte d'après les photographies.

Supposons qu'on ait, un jour, aperçu sur le terrain de l'attaque, un ouvrage, qui n'existait pas auparavant. Photographions le terrain ; nous apercevrons à l'emplacement de l'ouvrage une tache, dont l'emplacement pourra, par des constructions appropriées, être reporté sur une carte à échelle convenable ; l'artillerie connaîtra ainsi sa position et pourra par conséquent déterminer les éléments de son tir, qu'elle réglera ensuite d'une façon précise par l'observation en ballon monté. L'importance de la téléphotographie et de la restitution sur un plan est donc considérable, car le plus souvent, sans elles, l'artillerie ne pourrait pas connaître ses buts.

La prise de la photographie du haut de la nacelle d'un ballon est une opération qui, en général, est loin d'être facile et qui exige de la part de l'officier une habileté qui ne s'acquiert que par l'habitude. Les manœuvres à faire sont nombreuses et délicates ; on y procède dans une nacelle étroite, pendant que le ballon subit des oscillations dont l'amplitude varie avec la force du vent. Le fait seul d'orienter l'appareil encombrant dont on dispose constitue déjà une sérieuse difficulté, quand il y a du vent ; il faut, en outre, choisir le moment où le ballon cesse de monter pour redescendre et à cet instant précis où on déclenche, il faut lancer un signal convenu pour prévenir la brigade topographique, qui est à terre. Aussi, le plus souvent, prend-on plusieurs plaques, afin d'avoir au moins une bonne épreuve.

Une fois le cliché obtenu et développé, on en tire un positif, sur lequel se font les recherches. En général, il est nécessaire d'avoir deux photographies du même terrain, prises de deux points de vue différents. Dans ce cas, connaissant la hauteur du ballon, on obtient facilement et avec beaucoup de précision, le relevé de l'ouvrage sur la carte (*V. Photographie en ballon*). Quand on n'a qu'une seule photographie, on peut quelquefois résoudre le problème, mais la précision est naturellement bien moindre. Les résultats obtenus par la

téléphotographie sont excellents. Durant la campagne de Chine (1900-1901), la compagnie d'aérostiers, sous le commandement du capitaine Lindecker, prit un très grand nombre de clichés, qui constituent des documents précieux et qui permirent de relever, dans la ville même de Pékin, des particularités que les Européens n'avaient jamais soupçonnées. Au Maroc, dont l'atmosphère se prête admirablement à la photographie, on obtint également, grâce à l'habileté des lieutenants Bienvenue et Étève, des clichés avec lesquels on put faire des restitutions très exactes de la ville de Casablanca et du terrain des environs.

Ajoutons que les compagnies d'aérostiers de siège possèdent un matériel complet, permettant toutes les manipulations photographiques et que ce matériel est tout entier contenu dans la voiture photographique, qui sert en même temps de laboratoire.

**TIRANTS.** — On donne quelquefois le nom de *tirants* aux *haubans* employés dans les appareils d'aviation (*V. Haubans*).

**TISSUS pour ballons.** — La question des tissus, c'est-à-dire des diverses étoffes avec lesquelles sont fabriquées les enveloppes des ballons, constitue un des problèmes les plus difficiles qu'aient à étudier et à résoudre les aérostiers militaires. En effet, les ballons en usage dans l'armée se trouvent dans des conditions sensiblement différentes de celles où sont placés les ballons des aéronautes civils. Ces derniers engins ne sont utilisés que pour des ascensions libres; ils restent par suite gonflés pendant des périodes de temps assez courtes, au cours desquelles ils ne subissent que très rarement les funestes effets des intempéries; de plus, les efforts de tension qu'ils ont à supporter sont relativement peu considérables. Au contraire, les ballons militaires, employés surtout à l'état captif, demeurent pleins de gaz durant de longues semaines; ils sont souvent plusieurs jours hors de tout hangar, campés en plein air pendant la nuit, soumis à l'action destructrice de la neige, de la pluie, de l'humidité et du soleil; enfin les efforts de tension imposés à l'étoffe peuvent atteindre des valeurs considérables, suivant la violence des coups de vent. D'autre part, il y a évidemment le plus grand intérêt à ce que les tissus soient aussi légers que possible, de façon à avoir le maximum de FORCE ASCENSIONNELLE UTILE (*V. ce mot*). De sorte que, en définitive, les étoffes à ballons doivent

satisfaire en même temps à un certain nombre de conditions, qui sont contradictoires les unes des autres : résistance, légèreté, souplesse, perméabilité aux vernis, étanchéité. On comprend alors qu'il faille se contenter de qualités relatives, afin que le tissu réunisse une partie des propriétés qu'il est indispensable de lui donner.

A l'origine de l'aérostation militaire, au moment de sa création par le colonel Renard, les industriels français auxquels on fit appel pour la confection de soies spéciales, ne voulurent point se lancer dans cette nouvelle fabrication. On eut alors recours à la Chine, qui importait en France des tissus dits de *ponghée*, lesquels offraient à cette époque toutes les garanties désirables. Le ponghée fut, pendant plus de dix ans, le seul tissu avec lequel furent faits les aérostats militaires ; pour lui donner l'étanchéité, qui lui faisait défaut, on l'imprégnait, après la confection complète du ballon, d'un vernis spécial à base d'huile de lin dit *verniss de Chalais*. Mais un jour vint où les Chinois apprirent l'art de faire de la contrefaçon ; leurs ponghées cessèrent alors d'être utilisables pour l'aérostation militaire, qui s'adressa à nouveau aux usines de Lyon. Celles-ci consentirent à fournir les soies dont on avait besoin ; mais, on s'aperçut très vite que les soies françaises perdaient très rapidement leur résistance, par suite d'un défaut grave de fabrication. Or, précisément à cette époque, l'industrie put livrer de nouvelles étoffes d'une remarquable étanchéité, grâce à l'emploi du caoutchouc. Ce fut l'Allemagne qui obtint les premiers bons résultats. Les *étoffes caoutchoutées* sont formées par la superposition de plusieurs couches d'étoffes et de caoutchouc ; elles comprennent : 1° une étoffe de coton ; 2° une pellicule de caoutchouc ; 3° une deuxième étoffe en coton ; 4° une deuxième pellicule de para. Cette dernière pellicule est tournée vers l'intérieur du ballon ; à l'extérieur, on aperçoit donc la première étoffe, laquelle est le plus souvent teinte en jaune (aniline ou chromate de plomb) de façon à préserver le caoutchouc contre l'action du soleil. Jusqu'à ces derniers temps, il n'avait été possible de vulcaniser qu'une partie du caoutchouc entrant dans la composition de l'étoffe. L'autre partie restait à l'état brut et s'altérait assez rapidement. Depuis quelques mois, des industriels français, qui se sont enfin décidés à entrer en concurrence avec les industriels allemands, ont réussi à réaliser la vulcanisation complète. Il en

résultera certainement une amélioration très sensible au point de vue de la durée du tissu.

Les *étoffes caoutchoutées* sont de deux sortes : *de droit fil* ou *à fil biais*. Les premières ont été seules en usage, chez les aéroliers militaires français, jusqu'en 1910 ; on les désigne sous ce nom, parce que les deux étoffes de coton, qui entrent dans la constitution du tissu, ont leurs fils parallèles. Tous les fils, travaillant ainsi à la traction, la résistance totale du tissu n'est autre que la somme des résistances des fils. Dans les tissus *à fil biais* les deux étoffes sont collées l'une à l'autre de façon à ce que leurs fils de chaîne et de trame fassent entre eux un angle de  $45^\circ$ , il n'y a donc qu'une seule étoffe qui travaille à la traction. Aussi la résistance est elle inférieure à celle des tissus de droit fil.

Mais les tissus de fil biais présentent l'avantage de se déchirer moins facilement que les premiers et surtout de limiter les déchirures, quand il s'en produit. A la suite de l'accident survenu en septembre 1910 au dirigeable militaire *La République* dont l'enveloppe était *de droit fil*, ce genre de tissu devint suspect et, après étude, on se décida à adopter le tissu *à fil biais* lequel était d'ailleurs d'un emploi très généralisé dans les autres pays.

A l'heure actuelle, tous les ballons militaires français, sphériques ou dirigeables, sont fabriqués avec des tissus *à fil biais*, dans lesquels les deux étoffes sont semblables ; seule, la résistance à la traction varie suivant le volume du ballon. Il faut cependant faire une exception pour les ballons destinés uniquement aux ascensions libres, lesquels sont, comme les ballons civils, en tissu de coton, du genre calicot, d'un prix beaucoup moins élevé que les étoffes caoutchoutées. Ces dernières sont peintes extérieurement en jaune.

En Allemagne, en Autriche et en Russie, on fait usage des mêmes tissus qu'en France. Toutefois, les *Zepelin* ont été jusqu'ici confectionnés avec des tissus de droit fil.

En Italie, les aéroliers militaires utilisent, pour leurs ballons sphériques et pour leurs dirigeables, une soie spéciale d'une très grande solidité et d'une régularité pour ainsi dire parfaite. Cette soie est teinte avec un produit d'origine végétale, qui lui donne une belle couleur d'or. Après confection, l'enveloppe est vernie par les procédés ordinaires et de plus, elle est enduite extérieurement d'une mince couche de poudre d'aluminium, qui lui donne

finalemeut l'aspect d'un globe argenté. Cette couche est destinée à contrebattre les effets de la chaleur sur le gaz de gonflement, ce qui a pour résultat d'améliorer l'équilibre vertical de l'aérostat.

Enfin, les aérostats militaires ont également fait emploi d'étoffes caoutchoutées, également recouvertes d'aluminium.

En Angleterre, les ballons captifs et même les premiers ballons dirigeables ont été confectionnés avec de la baudruche. L'aérostat captif qui figura dans la guerre du Transvaal était fabriqué avec ce produit, lequel est d'une étanchéité et d'une légèreté tout à fait remarquables. En revanche, la baudruche est très altérable, d'un prix de revient très élevé et, de plus, elle ne supporte aucune réparation.

Les aéroplanes comportent, eux aussi, pour la constitution de leurs ailes, gouvernails, etc..., un ENTOILAGE (*V. ce mot*), qui, jusqu'à présent, a consisté, soit dans des étoffes caoutchoutées, à caoutchouc apparent, soit dans des étoffes ordinaires de coton, enduites après coup d'un vernis en général à base de cellulose. Il est essentiel que les entoilages des aéroplanes soit aussi lisses que possible, de façon à n'offrir que le minimum de résistance à l'écoulement des filets d'air.

**VEDETTE.** — C'est la dénomination qu'on donne en France aux ballons dirigeables militaires petit volume (de 2.000 à 4.000 mètres cubes). Le dirigeable le *Temps*, construit par la société Zodiac et qui vient d'être expérimenté en mars 1911, est une vedette militaire; de même la *Liberté* et le *Colonel-Renard* (*V. Ballons dirigeables*).

**VENTILATEUR.** — Les ballons dirigeables ne peuvent naviguer sans déformation qu'à la condition expresse de conserver leur forme; or, cette dernière ne subsiste telle que le ballon la prend au moment du gonflement, qu'à la condition de maintenir constante la pression du gaz intérieur. D'autre part, il y a des pertes obligées, l'étanchéité de l'enveloppe n'étant pas parfaite, et, de plus, le seul jeu des ascensions et des descentes entraîne des déperditions de gaz. Il en résulte que, si on ne prend pas des précautions spéciales, la pression ira en diminuant, au point que la navigation deviendra impossible. Pour remplacer le gaz perdu, on a alors recours à un ventilateur qui, aspirant de l'air ambiant, l'in-

suffle dans le BALLONNET (*V. ce mot*), comble par suite le vide intérieur et maintient la pression constante.

Le débit qu'il faut adopter pour le ventilateur est déterminé par les considérations suivantes. Quand un ballon de volume  $V$  descend, le gaz intérieur se contracte d'une quantité égale  $\frac{V}{8000}$  ; si on désigne par  $h$  la hauteur dont on consent à s'abaisser par seconde, il faudra donc que le ventilateur débite par heure  $\frac{Vh}{8000} + 3600$ . Les aérostiers militaires ont adopté pour  $h$  la valeur de 2 mètres, ce qui donne pour le débit  $V \times \frac{3600}{4000}$ , c'est-à-dire à peu de chose près  $V$ , qui est le volume de l'enveloppe.

Le ventilateur est un organe de la plus haute importance, qui doit pouvoir fonctionner en tout temps. Pour le rendre entièrement indépendant, on a proposé de l'actionner par un servo-moteur, ce qui a l'inconvénient de surcharger le ballon. Le plus souvent, il est mû par le moteur, avec une commande de secours à bras. S'il y a deux moteurs, le ventilateur peut être mû par chacun des moteurs séparément.

La pression dans le ballonnet à air est toujours plus faible que dans le ballon proprement dit, de façon à ce que, en cas de dilatation, ce soit l'air qui s'échappe le premier et le gaz ensuite, mais seulement quand tout l'air a été évacué. Aussi, les ventilateurs sont-ils disposés de façon à ne pas pouvoir insuffler d'air à une pression supérieure à celle qu'on s'est imposée comme limite dans le ballonnet. Si, par exemple, la pression maximum du ballon est de 30 millimètres, celle du ballonnet sera fixée à 25 millimètres; dès que cette valeur sera atteinte, le ventilateur, bien que continuant à tourner, cessera d'insuffler de l'air et par suite de produire un travail utile.

En règle générale, le ventilateur n'est mis en route qu'au moment du besoin ; on l'arrête dès que le résultat cherché est obtenu.

Enfin, dans certains dirigeables, comme le *Parseval*, qui sont munis de plusieurs ballonnets, l'air insufflé peut, à volonté, au moyen d'un système de valves, d'ailleurs assez compliqué, être envoyé dans l'un ou l'autre ballonnet. On peut même faire passer de l'air d'un ballonnet dans l'autre sans l'intermédiaire du ventilateur.

Les ventilateurs sont établis en cuivre et aluminium, de manière à éviter les étincelles, qui pourraient sans cela se produire par suite d'un choc accidentel des ailettes sur les parois.

Les *ballons libres à ballonnet* sont eux aussi munis de ventilateurs ; mais la commande de ces derniers se fait uniquement à bras. Le fonctionnement et l'établissement de ces engins est d'ailleurs le même qu'à bord des dirigeables.

### VICTIMES (de l'aéronautique militaire).

— Si les engins de l'aéronautique militaire s'affirment de plus en plus comme les auxiliaires indispensables du commandement, leur utilisation ne va pas toutefois sans de grands dangers. Les victimes en sont déjà nombreuses et leurs noms méritent d'être cités, car ils sont synonymes d'abnégation et de dévouement.

Capitaine MARCHAL (génie) ; lieutenant CHAURÉ (génie) ; adjudants RÉAU et VINCENTOT (génie), morts dans l'accident survenu au ballon dirigeable *République* à Moulins, au retour des manœuvres du Bourbonnais (26 septembre 1909).

Capitaine MADIOT (artillerie), 23 septembre 1910, à Douai sur biplan *Bréguet*.

Lieutenant DE CAUMONT (cavalerie), 31 décembre 1910, à Saint-Cyr, sur monoplan *Nieuport*.

Lieutenant de vaisseau BYASSON, 14 avril 1911, à Coignières (Seine-et-Oise), sur biplan *Maurice Farman*.

Capitaine TARRON (génie), 18 avril 1911, à Villacoublay (Seine-et-Oise), sur biplan *Maurice Farman*.

Lieutenant PRINCETEAU (cavalerie), 18 juin 1911, à Issy-les-Moulineaux, sur monoplan *Blériot*.

Lieutenant TRUCHON (artillerie), 29 juin 1911, au camp de Châlons, sur biplan *Henri Farman*.

Capitaine CAMIME (génie), 2 septembre 1911, à Vauvillers (Seine-et-Marne), sur monoplan *Rep*.

Lieutenant DE GRAILLY (cavalerie), 2 septembre 1911, à Rigny (Seine-et-Marne), sur monoplan *Rep*.

Sapeur-aérostier réserviste DENIEPORT dit NIEUPOURT (génie) 16 septembre 1911, à Verdun, sur monoplan *Nieuport*.

Lieutenant CHOTARD (artillerie coloniale), 13 septembre 1911, à Villacoublay (Seine-et-Oise), sur biplan *Bréguet*.

Sous-lieutenant LODEE (génie), le 7 décembre 1911, victime le 6 mai 1911 d'un accident sur biplan *Maurice Farman* à Saint-Cyr-l'École.

Lieutenant LANTHEAUME (infanterie coloniale), le 13 décembre 1911, à Melun, sur monoplan *Blériot*.

Enfin, il faut citer également :

Le capitaine FERBER (artillerie), tué le 22 septembre 1909 à Boulogne-sur-Mer, alors qu'il était en congé pour faire des expériences.

Le lieutenant BAGUE (tirailleurs algériens), perdu en mer sur monoplan *Blériot* au large de Nice, le 7 juin 1911.

**VITESSE PROPRE.** — On désigne sous le nom de *vitesse propre* la vitesse du déplacement d'un navire aérien par rapport à l'air environnant. Si on

suppose l'atmosphère complètement immobile, si en outre le navire aérien se déplace toujours en ligne droite, la vitesse propre sera la distance horizontale parcourue pendant l'unité de temps. Cette vitesse est obtenue par les seuls moyens mécaniques ou de moto-propulsion dont on dispose à bord.

Jamais les conditions théoriques ci-dessus ne sont réalisées : on arrive bien à faire déplacer le ballon sensiblement suivant une ligne droite, mais jamais on ne se trouve dans le cas d'une atmosphère absolument calme et immobile. L'engin de la locomotion aérienne a donc toujours à compter avec le vent, si faible soit-il, et l'on peut dire que dans aucun cas la vitesse réelle mesurée par rapport au sol, la seule intéressante, n'est égale à la vitesse propre.

Deux facteurs entrent donc en jeu : vitesse propre et vitesse du vent. La première a une valeur constante, ou tout au moins une valeur maximum, qui dépend uniquement de la force motrice dont on dispose. On peut donc, en prenant ce maximum, la considérer comme constante. Au contraire, la vitesse du vent est essentiellement variable et ces variations ont une étendue considérable : on a vu des ouragans atteindre et même dépasser 50 mètres à la seconde, alors qu'à certains jours on a des vitesses de 1 à 2 mètres par seconde. Il résulte immédiatement de ces considérations que la lutte entre ces deux vitesses conduira à des résultats très différents suivant les jours. Le colonel Renard, par un théorème resté célèbre, a démontré que « pour qu'un navire aérien soit dirigeable, il faut que sa vitesse propre soit supérieure à la vitesse du vent, au moment considéré ». La démonstration de ce théorème est simple ; mais elle n'est pas indispensable. Il suffit de remarquer que du moment où il y a lutte, le plus fort l'emportera ; or le plus fort est évidemment, dans ce cas particulier, celui qui a la plus grande vitesse. Supposons donc qu'un navire aérien ait une vitesse propre de 15 mètres à la seconde ; d'après ce qui vient d'être dit, il pourra lutter avec succès, théoriquement tout au moins, contre des vents ayant une vitesse inférieure à cette valeur. Mais si, un jour, le vent vient à atteindre une vitesse de 16 mètres, le navire aérien ne pourra plus lutter et par conséquent pas sortir. La propriété pour un navire aérien d'être dirigeable est donc essentiellement relative, tel engin pouvant être dirigeable aujourd'hui et cesser de l'être le lendemain.

Il convient de remarquer qu'un engin aérien qui

aurait une vitesse propre égale à 15 mètres, resterait sur la ligne verticale de son point de départ, s'il essayait de remonter un vent de même vitesse : pratiquement, il ne serait pas dirigeable. Il faut donc, en réalité, que le navire aérien ait une vitesse propre supérieure à celle du vent. On admet en général que cette différence doit être au moins égale à 4 mètres en faveur du navire aérien. Ainsi, un engin de cette nature, ayant 15 mètres de vitesse propre, ne sortira que par des vents ne dépassant pas 11 mètres. D'après une statistique établie par le colonel Renard, une vitesse propre de 13 à 14 mètres permettrait de sortir 250 jours par an environ, et une vitesse de 18 à 19 mètres par seconde correspondrait à un nombre de jours de sorties égal à 320 jours par an. Ces chiffres sont encore trop forts, car ils ne tiennent pas compte, au moins pour les dirigeables, d'un très grand nombre de circonstances pratiques, qui modifient beaucoup les conditions théoriques : difficultés de manœuvre à terre, de sortie hors du hangar et de rentrée, d'atterrissage, etc.

Quoi qu'il en soit, la question de la vitesse propre est primordiale, et, surtout au point de vue militaire, il importe de chercher à augmenter cette propriété. Grâce à elle, le navire aérien pourra parcourir rapidement de grandes distances, c'est-à-dire rester hors de son hangar le moins longtemps possible, et il échappera plus facilement à la poursuite d'adversaires moins rapides, ainsi qu'au tir des batteries ennemies.

Les vitesses propres des principaux ballons dirigeables sont les suivantes : la *France*, 6<sup>m</sup> 50, les *Lebaudy*, 11 mètres, les dirigeables *Astra*, 12 à 14 mètres, les *Bayard-Clément*, 14 mètres ; le *Zeppelin* aurait atteint 15 mètres, ainsi que le *Militaire italien*.

Les vitesses propres des aéroplanes sont plus élevées : les biplans atteignent facilement 18 à 19 mètres ; les monoplans et certains biplans font 20 et même 21 mètres à la seconde.

#### **VOITURE photographique. V. Photographie en ballon.**

**VOITURES A TUBES.** — Le service de l'aéronautique militaire désigne sous ce nom des voitures chargées de tubes en acier renfermant l'hydrogène nécessaire aux gonflements et renflouements des ballons captifs ou dirigeables.

Les voitures à tubes font partie du matériel des compagnies d'aérostiers de campagne ; on en a placé également dans les stations de dirigeables. Chacune de ces voitures porte six tubes, actuellement fabriqués en métal très résistant (acier nickel) ; antérieurement à l'année 1906, les voitures portaient huit tubes disposés sur deux rangées horizontales de quatre chacune. Le poids de ces engins (4.300 kilos) ayant été trouvé excessif, le nombre des tubes fut ramené à six ; les anciennes voitures furent seulement transformées. Elles ont maintenant une rangée inférieure de quatre tubes et une supérieure de deux tubes seulement. Les voitures nouvellement construites comprennent deux rangées de trois tubes chacune. Les dimensions des tubes sont les suivantes : longueur, 4<sup>m</sup> 15 ; diamètre, 0<sup>m</sup> 27 ; épaisseur de 7 à 9 millimètres ; chacun d'eux contient 25 mètres cubes d'hydrogène détendu. La pression de chargement, qui avait été d'abord de 200 kilos, a été ramenée à 133 kilos, en raison d'explosions qui s'étaient produites.

Les voitures à tubes sont munies d'un siège à l'avant et à l'arrière, ce qui leur permet de transporter six aérostiers. Enfin, parmi les quatre voitures qui sont nécessaires à un gonflement de ballon normal, une d'entre elles reçoit une claie de gonflement, sur laquelle on place le ballon disposé de manière qu'il soit constamment prêt à être gonflé et qu'il suffise de le descendre pour procéder aussitôt à l'opération. Les voitures à tubes sont traînées par huit chevaux ; elles ont un poids de 3.000 kilos environ, non compris les charges supplémentaires (hommes et ballons) qu'on peut placer sur elles.

**WRIGHT (Aéroplane).** — Les frères Wright (Wilbur et Orville), Américains, se sont livrés pendant de longues années et dans le secret des immenses plaines des États-Unis, à de patientes études et à de minutieuses expériences sur la navigation aérienne par le plus lourd que l'air. Après avoir débuté par des essais de planeurs, ils ont été peu à peu conduits à l'établissement d'un aéroplane biplan, qui est certainement le premier appareil volant à moteur qui ait été réalisé.

Malheureusement, le mystère dont les frères Wright entouraient leurs essais et aussi les difficultés dont ils hérissaient au début leurs propositions d'achat, ne permirent pas de se rendre compte de la valeur de leurs appareils et firent même douter des résul-

tats qu'ils disaient avoir obtenus. Leurs premières tentatives connues remontent à peu près à 1900 et, dès 1901, le capitaine Ferber, l'un des précurseurs de l'aviation chez nous, entre en relations avec eux. Malgré les affirmations de cet officier, on reste incrédule, et c'est seulement en 1905 que la France entame officiellement des pourparlers avec les frères Wright. Ceux-ci se montrent d'ailleurs très fermes et très exigeants, de sorte que les pourparlers n'aboutissent pas. En 1908, cependant, les frères Wright, qui, en raison de leurs prétentions, n'ont trouvé aucun débouché, se décident à venir en France et, le 8 août 1908, Wilbur Wright exécute son premier vol, de 1 minute quarante-cinq secondes, à l'aérodrome des Hunaudières.

Depuis cette date, les frères Wright ont exécuté de nombreux vols à Pau et au Mans, et en Amérique à Dayton. Mais leurs aéroplanes ont été depuis largement dépassés par ceux d'autres constructeurs. Actuellement (1911), les frères Wright tenteraient la réalisation d'un monoplan et d'un *planeur*.

**\*ZEPPELIN (Dirigeables).** — Nom donné aux ballons construits sur les plans du comte Zeppelin, général *sur Disposition* de l'armée allemande. Ces engins appartiennent tous au système rigide; ils sont caractérisés par leur volume énorme, qui n'est jusqu'ici jamais descendu au-dessous de 14.000 mètres cubes et qui est allé jusqu'à 20.000 mètres (V. **Ballons dirigeables**).

**\*ZODIAC (Dirigeables).** — Nom donné à une certaine catégorie de ballons destinés jusqu'ici plus spécialement au tourisme aérien. Ces engins, du système souple, sont caractérisés par leur faible volume, et surtout par leur système de construction, qui les rend très facilement démontables et transportables. La Société Zodiac construit maintenant des ballons de plus grand volume, en particulier le *Capitaine Ferber* destiné à l'armée (V. **Ballons dirigeables**).

30027

BIBLIOTEKA

ASG

NAUKOWA

AV

11394