

RAYMOND SIRRETTA

LE VOL A VOILE



FLAMMARION

LE VOL A VOILE

SPORTS ET TOURISME

Collection publiée sous la direction de François Toché.

VOLUMES PARUS

LA NATATION, par Monique BERLIOUX.

LE CYCLISME, par Raymond HUTTIER.

LE CANOE, par Charles LEYGUES.

SPORTS ET TOURISME

RAYMOND SIRRETTA

LE VOL A VOILE

(L'aile et le vent)

ILLUSTRÉ DE 83 FIGURES
PAR JACQUES MELOT ET L'AUTEUR
ET 4 PAGES HORS TEXTE

FLAMMARION
26, rue Racine, Paris

A mes amours.

R. S.

Droits de traduction, de reproduction et d'adaptation
réservés pour tous les pays.

Copyright 1948, text and illustration
by ERNEST FLAMMARION.
Printed in France.

AVANT-PROPOS

J'ai mis dans ces quelques pages un peu de mon expérience et beaucoup de celle des autres. Et je les remercie ceux-là, tous les camarades, qui, discutant le coup devant moi, m'ont ainsi permis de vous donner ces quelques notes.

Le vol à voile n'est pas un sport de solitaire. Celui-là qui, seul dans son planeur, spirale là-haut au-dessus de vos têtes, n'est là que parce que tous, vous avez de votre effort commun permis son envolée et de vos expériences individuelles construit sa connaissance de l'élément, et il doit vous en être reconnaissant.

Mon travail n'a guère été que celui du scribe d'autrefois : une compilation d'éléments épars, et, si vous y trouvez quelques fioritures, n'y voyez pas autre chose que le délassement du gosse qui dessine des pantins aux marges de son cahier d'école.

A le bâtir, ce livre m'a appris plus de choses qu'il ne vous en apprendra peut-être. Je n'ai pas crainte de l'avouer, et je l'aime pour cela.

Car on aime les choses du vol à voile d'une passion plus exclusive et jalouse que celle qui enveloppe la plus désirable des maîtresses, et cette passion est mon excuse à ce péché.



La photo de la couverture représente le planeur de performance Français AIR 100 en vol.

HISTORIQUE SOMMAIRE

Dans cet historique, je ne remonterai pas à Icare, ni même au marquis de Bacqueville.

Ceux qui nous intéressent sont ceux qui ont réellement volé et dont l'effort s'est continué, et non pas les tentatives sporadiques des hommes pour imiter l'oiseau.

Mais je ferai une exception pour le Français Jean-Marie Le Bris, qui vola, en 1856, sur la grève de Trefeuntech, en Bretagne, et qui est, des temps modernes, l'homme qui le premier vola avec un planeur, emportant même un passager involontaire en la personne d'un de ses aides.

Il est également le premier à être parti du sol, son appareil ayant eu comme chariot de roulement une charrette attelée.

Emmené probablement par une ascendance de pente issue de la brise de mer déflétant sur les hauteurs de l'arrière-grève, Le Bris fit un vol à environ 100 mètres d'altitude, son passager, sans doute plus mort que vif, cramponné à une corde, puis vint se reposer avec quelques dégâts à son planeur et quelques contusions aux deux hommes.

Malheureusement, l'époque n'était pas propice. Le Bris était pauvre. Un second appareil, construit, ne put être essayé et la *grande idée* s'endormit jusqu'à Lilienthal (1).

Sans contestation possible, le père du planeur est l'Allemand Otto Lilienthal. Il fut le premier à glisser sur l'air, le premier à consacrer sa vie à l'étude du planeur.

Il en fut aussi la première victime.

Lilienthal a fait plus de 2 000 vols, atteignit jusqu'à 300 mètres en ligne droite, remonta parfois au-dessus de son point de départ et effectua même des virages.

Pour réaliser son rêve, il avait fait construire une butte conique

(1) *Jean-Marie Le Bris, marin breton, précurseur de l'aviation*, Édition des Ailes, 77, boulevard Malesherbes, Paris.

du haut de laquelle il s'élancait, suspendu par les bras à son planeur, gouvernant en faisant varier son centrage par le jeu pendulaire des jambes.

Et, le 9 août 1896, à quarante-huit ans, une de ses ailes l'abandonnait en l'air et il venait se fracasser au sol, première et glorieuse victime de ce vieux désir de l'homme : voler.

Dès 1895, il avait de nombreux imitateurs et disciples. Le plus fameux est Chanute, Français naturalisé américain, dont les expériences au bord du lac Michigan firent époque.

Un autre Américain, le professeur Langley, établit différentes machines qui eurent des sorts fâcheux.

Mais ceux qui devaient réaliser pratiquement le rêve furent les frères Orville et Wilbur Wright, de Dayton (Ohio).

C'est à partir de 1900 qu'ils commencent leurs essais sur des planeurs qui avaient, dès le début, la silhouette caractéristique de leur célèbre aéroplane.

En 1902, seuls, ils réalisèrent plus de 1 000 vols; en 1903, ils établissent un record officieux de durée avec 72 secondes. Leur appareil avait alors, pour la première fois, un dispositif de gauchissement des ailes ayant l'effet de nos ailerons actuels.

Le premier grand précurseur français est le capitaine Ferber, qui vole dès 1901 sur des planeurs de sa construction et qui poursuit ses essais jusqu'en 1903, puis dispose déjà un moteur sur sa machine. C'est lui qui, en France, déclenche le mouvement qui fut soutenu par le grand mécène que fut Ernest Archdeacon.

On voit alors Gabriel Voisin, Robert Esnault-Pellerie rivaliser, on peut le dire, d'audace.

Les premiers essais de remorquage par canot automobile furent réalisés sur la Seine, en 1905, par Voisin.

Puis le moteur allait pour un temps oblitérer jusqu'au souvenir du planeur.

Ce sont les Allemands qui reprennent le flambeau en 1919.

Le traité de Versailles a anéanti leur aviation, mais ils savent qu'un peuple moderne ne peut vivre que s'il tient sa place dans la compétition aérienne. Ils savent aussi que le traité ne durera pas et qu'il faut qu'ils soient prêts, que leurs hommes soient prêts pour l'heure où ils le déchireront. Alors ils tournent le traité. Puisqu'ils ne peuvent avoir d'avions, ils auront des planeurs.

Ils ont d'ailleurs déjà de l'avance; en pleine guerre, en 1917, ils ont un concours de planeurs, et, en 1920, le concours de la Rhœn

réunit 23 concurrents. On y parcourt 1 830 mètres et l'on y fait une durée de 2 m. 22 s.

En 1921, à la Rhœn, il y a déjà 45 concurrents, et, en 1922, sous l'impulsion de Georges Houard, nous ouvrons le concours de Combe-grasse avec 49 engagés, où Bossoutrot faisait un vol de 5 m. 18 s., totalisant 48 minutes de vol. Henri Potez couvrait 5^{km},850, et Bossoutrot, encore, y faisait un gain d'altitude de 80 mètres. On y rencontre déjà celui qui devait devenir notre grand champion : Eric Nessler.

Le concours venait à peine de se terminer que l'Allemand Märtens réussissait à Gessfeld un vol de 1 h. 6 m., parcourant 13 kilomètres. Puis Hentz en volait 3 h. 10 m. avec un gain d'altitude de 300 mètres.

En 1923, toujours sous l'impulsion de Georges Houard, c'est le concours de Vauville. La durée passe à 6 h. 4 m. avec Barbot. Simonet totalise 24 heures en 15 jours, plus que ne font actuellement les stagiaires à la Montagne Noire en bonne période.

Mais les Allemands avaient déjà volé sur 51 kilomètres, et notre Maneyrol avait porté le record de durée à 8 heures. Thoret, sur avion à moteur, faisait des hélices calées de plus de 8 heures en Afrique, sur les thermiques des dunes de Biskra, et sur les ascendances de relief des Alpilles.

Je m'en voudrais de ne pas citer l'as Thoret, qui, sur des avions tels que le HD 14, lesquels, s'ils n'étaient point trop chargés au mètre carré — pour des avions, — n'étaient tout de même pas précisément fins, a démontré les puissances bénéfiques et mauvaises des courants verticaux aériens et dévoilé pour beaucoup ce que nous pouvions attendre de l'énorme réserve d'énergie que renferme le vent.

Le vol à voile était lancé, mais surtout chez les autres.

Chez nous, Français, le groupement l'Avia, sous l'impulsion de Massenet, et avec l'aide des ingénieurs Jarlaud et Cartier, essayait de maintenir le flambeau. Nous sortions quelques machines. Le XI A, le XV A, le très beau 40 P, le 41 P que Nessler mena à la gloire. Puis, à la veille des hostilités, on voyait sortir le Delanne 60, enfant lui aussi de Jarlaud qui mérite bien le nom de père du vol à voile français actuel.

En 1939, à la veille de la guerre, nous n'avions pas 400 brevétés C et 30 brevétés D ! Les Allemands avouaient, pour la seule année 1938, plus de 15 000 brevétés C et ils avaient 1 200 brevétés D et 19 brevétés E.

Malheureusement, le flambeau de l'Avia n'était guère qu'un lumignon qui manquait d'huile, je veux dire de crédits, et le dévouement de ses chefs n'arrivait pas à compenser cette pauvreté.

Sous l'occupation allemande, le vol à voile a «vivoté» en zone sud, où l'équipe de la Montagne Noire fit des efforts héroïques pour maintenir notre standing vélivole. C'est pendant cette période que Nessler y battit le record du monde de durée solo avec plus de 38 heures de vol.

On en profite pour mettre au point quelques machines dont l'Émouchet, le C 800, le 301 et le 310 P.

Des programmes d'étude furent établis qui nous dotèrent de machines intéressantes telles que le biplace Castel-Mauboussin 25 S, le PM 200, le monoplace métallique SOP 1.

Dans la performance courante, on étudiait le biplace Castel-Mauboussin CM 7, mais aucun monoplace intéressant. Puis ce fut l'occupation de la zone sud et l'arrêt total du vol à voile jusqu'à la fuite de l'occupant.

A ce moment, on créa hâtivement une direction des Sports Aériens, munie de puissants crédits et d'une direction malheureusement incompétente. Et l'on passa à tour de bras des commandes. Quelques-unes étaient justifiées, notamment les commandes de biplaces Caudron C 800, une excellente machine, et d'Émouchets.

Mais, à côté de cela, on commandait des masses d'une copie du Grunau allemand, le N 1300, alors qu'avec l'Émouchet, déjà cité, et le Castel-Mauboussin 310 P, nous avions des machines vraiment françaises et supérieures aux productions allemandes, lesquelles ont d'ailleurs été copiées à tort et à travers, et on transformait le bon appareil d'entraînement qu'était le Grunau en un veau complet. Sort commun de tous les plagiats.

Il fallait encore plus de deux ans de tâtonnements pour corriger quelques-unes de ces erreurs et s'apercevoir que ce sport scientifique n'avait rien à voir avec la sordide politique.

Maintenant, de nombreux aéro-clubs et centres interclubs fonctionnent en France et en Algérie, sans compter les grands centres nationaux :

— La Montagne Noire, spécialisée dans le vol de pente et l'école de moniteurs sous la haute direction de Noirtin et du chef pilote Gourbeyre, lequel a unifié la méthode d'instruction et rendu de ce fait un immense service au vol à voile, et à l'aviation en général ;

— Beynes, centre de haute performance spécialisé dans la distance ;

— Challes-les-Eaux, centre de vol de montagne ;

— Saint-Auban-sur-Durance, spécialisé dans le vol d'onde ;

— Pont-Saint-Vincent, centre de distance et d'école en général.

Les aéro-clubs sont groupés en une Fédération Nationale des Sports Aériens, dont le siège est 7, avenue Raymond-Poincaré, à Paris (XVI^e). C'est à cette Fédération que vous devez vous adresser pour connaître l'aéro-club le plus proche de votre domicile où vous pourrez apprendre à voler. La Fédération a mis au point la doctrine du vol à voile sur un canevas dressé par un des plus anciens vélivoles français, Georges Abrial, et dont vous allez trouver le texte plus loin.

Actuellement, la France est en passe de devenir la nation la mieux équipée pour l'enseignement et la pratique du vol à voile, et il est regrettable que nos dirigeants n'aient point su tirer parti de cet effort des jeunes de notre pays pour sa propagande à l'étranger.

Jarlaud et son équipe nous ont sorti un planeur de performance, l'Air 100, qui n'a rien à envier aux meilleures machines étrangères et qui l'a démontré au concours américain de Wichita Falls, en 1947.

Ils ont en préparation un planeur de haute performance, le SA 140, qui promet beaucoup.

Nous avons également avec l'Émouchet, mis au point par la même équipe, une des meilleures, peut-être la meilleure machine d'entraînement du monde.

Les Castel 301 et 310 P complètent admirablement cette gamme de planeurs d'entraînement.

Dans les biplaces d'école, le C 800, fils de Jarlaud, s'est révélé une machine étonnante. Nous avons le Castel-Mauboussin 25 S, et cette maison nous promet un planeur biplace de performance, le CM 7, qui semble devoir être excellent.

D'autre part, on peut considérer nos équipages comme les meilleurs du monde, car l'aérologie française, rarement brutale, oblige nos pilotes à utiliser les moindres ascendances s'ils veulent tenir en l'air, à rechercher les moindres remous et à les interpréter au mieux des nécessités de leur vol.

LES RECORDS

La progression des records de vol à voile nous donne l'allure de l'amélioration des matériels et des techniques de ce sport.

ANNÉE	DISTANCE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
RECORDS DE DISTANCE EN LIGNE DROITE (MONOPLACES)				
1926	10 ^{km} ,500	Cattaneo.	GPI.	Italie.
1929	70 ^{km} ,200	Nehring.	Darmstadt.	Allemagne.
1929	149 ^{km} ,420	Kronfeld.	Wiener.	Autriche.
1930	164 ^{km} ,510	—	—	—
1931	220 ^{km} ,270	Grœnhoff.	Fafnir.	Allemagne.
1934	240 km.	Hans Fischer.	D. Windspiel.	—
1934	375 —	Dittmar.	Sao-Paulo.	—
1935	504 ^{km} ,200	œltzchner.	D. Leuna.	—
1937	652 ^{km} ,256	Rastogoueff.	GN 7.	U. R. S. S.
1939	749 ^{km} ,203	Klepikova.	Rot Front 7.	—
<i>Record français.</i>				
1947	506 km.	Eric Nessler.	Air 100.	France.
<i>Record féminin international.</i>				
1939	749 ^{km} ,203	Klepikova.	Rot Front 7.	U. R. S. S.

ANNÉE	DISTANCE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
<i>Record féminin français.</i>				
1945	347 ^{km} ,466	Marcelle Choisset.	40 P.	France.
RECORDS DE DISTANCE EN LIGNE DROITE (BIPLACES)				
1936	133 km.	Iltchenko et Loguinov.	Kim 2.	U. R. S. S.
1937	407 —	Iltchenko et Emerik.	Stakhanovetz.	—
1938	619 —	Kartachev et Savtsov.	—	—
<i>Record français.</i>				
1945	332 ^{km} ,706	Eric Nessler et Henri Fourcade	Kranich.	France.
<i>Record féminin international.</i>				
1939	223 km.	Velikosseltreva et Gorokhova.	Stakhanovetz.	U. R. S. S.
1940	443 ^{km} ,714	Klepikova et Ubardina.	—	—
<i>Record français.</i>				
1945	237 ^{km} ,030	Marcelle Choisset et Jacqueline Gomichon.	Castel 242.	France.

LE VOL A VOILE

ANNÉE	DISTANCE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
RECORDS DE DISTANCE MONOPLACE AVEC BUT FIXE				
1939	1602 ^{km} ,358	Svatzov.	Rot Front 7.	U. R. S. S.
<i>Record français.</i>				
1947	352 km.	Paul Lепanse.	SOP 1.	France.
<i>Record international féminin.</i>				
1939	195 km.	Zelenkova.	Rot Front 7.	U. R. S. S.
1940	343 ^{km} ,018	Prokhorova.	—	—
<i>Record français.</i>				
1945	253 ^{km} ,017	Marcelle Choissnet.	Meise.	France
RECORD DE DISTANCE BIPLACE AVEC BUT FIXE				
1939	395 km.	Kartachev et Gorokhova.	Stakhanovetz.	U. R. S. S.
1940	495 ^{km} ,020	Kartachev et Petrotchenkova.	—	—
<i>Record féminin.</i>				
1939	223 ^{km} ,633	Velikosseltzeva et Zavialova.	Stakhanovetz.	U. R. S. S.
<i>Record français.</i>				
A établir.				

LES RECORDS

ANNÉE	ALTITUDE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
RECORDS DE DISTANCE MONOPLACE AVEC RETOUR AU POINT DE DÉPART				
1938 :	85 km.	H. Straatman.	Minimoa.	Allemagne.
Avril.	191 ^{km} ,348	I. Korotov.	GN 7.	U. R. S. S.
Juin.	305 km.	Flinsch.	D II 180.	Allemagne.
Juillet.	342 ^{km} ,370	Kimelman.	Rot Front 7.	U. R. S. S.
1939	470 km.	McCready.	Schweizer.	U. S. A.
1947				
<i>Record français.</i>				
1945	202 ^{km} ,473	Eric Nessler.	Weihe.	France.
<i>Record féminin international.</i>				
1946	145 km.	Marcelle Choissnet.	Weihe.	France.

ANNÉE	DISTANCE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
RECORDS DE DISTANCE BIPLACE AVEC RETOUR AU POINT DE DÉPART				
1938	258 km.	Hirth et Brandt.	Kranich.	Allemagne.
1939	342 —	Kartachev et Chechoulkine.	Stakhanovetz.	U. R. S. S.
1940	416 ^{km} ,070	Kartachev et Petrotchenkova.	—	—
<i>Record français.</i>				
1945	202 ^{km} ,473	Eric Nessler et Albert Simille.	Weihe.	France.
<i>Record féminin.</i>				
A établir.				
RECORDS D'ALTITUDE MONOPLACE				
1923	77 m.	Bossoutrot.	Farman.	France.
1923	545 —	Descamps.	Dewoitine.	—
1929	1 209 —	Nehring.	Darmstadt.	Allemagne.
1929	2 589 —	Kronfeld.	—	Autriche.
1934	4 325 —	Dittmar.	Condor.	Allemagne.
1938	6 838 —	Erwin Ziller.	D 6440.	—
1947	8 200 —	Per Axel Persson.	Weihe.	Suède.
<i>Record français.</i>				
1947	3 973 m.	Élisabeth Boselli.	Nord 2 000	France.
<i>Record international féminin.</i>				
1938	1 184 m.	Edmée Jarlaud.	Avia 40 P.	France.
1939	2 071 —	Zelenkova.	Rot Front 7.	U. R. S. S.
1940	3 335 —	Prokhorova.	—	—
1947	3 973 —	Élisabeth Boselli.	Nord 2 000	France

ANNÉE	DISTANCE	TITULAIRE	PLANEUR	NATIO- NALITÉ
RECORDS D'ALTITUDE BIPLACE				
1937	3 304 m.	Ziller et Quadfassel.	D 6405.	Allemagne.
1945	5 723 —	Vicente Juez Gomez et José Brimbible.	Kranich.	Espagne.
<i>Record français.</i>				
1946	4 434 m.	Gaudry et Pierramat.	Kranich.	France.
RECORD D'ALTITUDE BIPLACE FÉMININ				
1939	1 634 m.	Velikosseltzeva et Zavialova.	Stakhanovetz.	U. R. S. S.
1947	2 083 m.	Marcelle Choynet et J.-J. Rousseau.	Kranich.	France.

DATE	DURÉE	PILOTE	APPAREIL	NATIO- NALITÉ
RECORDS DE DURÉE MONOPLACE				
1922	3 h. 21	Maneyrol.	Peyret.	France.
1923	8 h. 04	—	—	—
1925	10 h. 19	Massaux.	Poncelet.	—
1927	14 h. 07	Schultz.	Westpreussen.	Allemagne.
1931	21 h. 34	W. A. Cocke.	Cocke	U. S. A.
			Nighthawk.	
1933	36 h. 35	Kurt Schmidt.	Westpreussen.	Allemagne.
1942	38 h. 21	Eric Nessler.	Spalinger.	France.
1942	55 h. 52	Ernst Jatchmann.	Weihe.	Allemagne.
RECORDS DE DURÉE MULTIPLACE				
1937	13 h. 59	Jatchmann et Flossdorf.	RM 4.	Allemagne.
Avril 1938	19 h. 08	Makaroff et Godovikoff.	Keremetieff.	U. R. S. S.
5-6 sept. 1938	23 h. 41	Kahlbacher. et Tauschegg.	Mg 9 A.	Allemagne.
8-10 sept. 1938	40 h 38.	Kahlbacher. et Tauschegg.	—	—
9-11 déc. 1938	50 h. 26	Bödecker et Zander.	Kranich.	—
RECORDS FÉMININS MONOPLACE				
1937	24 h. 14	Modlibowska.	Komar.	Pologne.
<i>Record français.</i>				
1948	19 h. 01	Marcelle Choynet.	Nord 2 000.	France.
RECORDS FÉMININS MULTIPLACE				
1939	12 h. 30	Zelenkova et Samarina.	Keremetieff.	U. R. S. S.
1946	12 h. 58	Madeleine Renaud et Thérèse Buquet.	Castel 242.	France.
1947	16 h. 03	Suzanne Melk et Thérèse Buquet.	—	—

J'ai, de ma propre autorité, maintenu dans la liste des records de durée ceux de Nessler et de Jatchmann, quoique la Fédération aéronautique internationale (F. A. I.) les ait radiés sous prétexte qu'il était indécent que des hommes se livrent à une lutte courtoise et sportive pendant que le monde entier s'entr'égorgeait.

Je suis d'un avis diamétralement opposé et je trouve cela magnifique. Rien n'effacera le fait que Jatchmann a tenu l'air 55 h. 52 mn. seul à bord !

Cela n'a pas empêché la F. A. I. d'homologuer récemment les records russes de 1940, quoique, à cette époque, nos bons amis soviétiques aient aussi été des belligérants.

Si vous en doutez, demandez aux Polonais.

DOCTRINE DU VOL A VOILE FRANÇAIS

Cette doctrine résulte de l'expérience acquise dans la pratique du vol à voile et a été rédigée avec le souci d'éviter certains inconvénients constatés jusqu'ici.

La Commission de Vol à Voile avait chargé M. G. Abrial d'établir un projet de doctrine. Celui-ci fut présenté et discuté lors de la réunion du 24 janvier 1947 et, après quelques modifications, aboutit au texte définitif ci-inclus qui fut adopté par le conseil d'administration de la F. N. A. dans sa séance du 25 janvier 1947.

I. — BUTS NATIONAUX DU VOL A VOILE

Dans notre pays, il ne peut être question de considérer le vol à voile comme une discipline à objet essentiellement militaire. Le but poursuivi par la France, en accordant une aide substantielle au vol à voile, est multiple :

1° Donner à nos jeunes gens une formation aéronautique qui peut être nécessaire à leurs activités futures.

2° Développer chez eux le goût de l'effort collectif, des activités sportives et de l'audace réfléchie.

3° Rendre possible à tout pilote d'avions la pratique, même temporaire, du vol sans moteur, considérée comme une étape indispensable à l'aviateur moderne pour l'initier aux mouvements atmosphériques utiles ou dangereux.

4° Élever au maximum le niveau national en matière de vol sans moteur, tant du point de vue sportif (records et performances) que du point de vue technique et scientifique.

Il s'agit donc, en fait, de former l'homme, en même temps que l'aviateur, par la pratique aérienne la plus sportive qui soit ; le vol



Le vol à voile en montagne, planeur suisse devant le Cervin
(Photo due à la courtoisie de l'Aéro-club suisse)



Planeur " Emouchet S. A. 103 "



Aile volante " Fauvel AV. 17 "



Planeur biplace P M. 200

à voile apprend au jeune homme l'esprit d'entraide et d'équipe et la persévérance. Chaque vol coûte un effort : manutention au sol des câbles et des appareils, courses sur le terrain, vie de plein air, entretien et perfectionnement du matériel, etc. Tout cela contribue à développer harmonieusement, en même temps que le corps, les facultés intellectuelles et morales, ainsi que l'esprit d'initiative, de décision, les connaissances techniques et la camaraderie.

C'est pourquoi l'État a décidé de développer ce sport qui répond au but proposé bien plus que le vol mécanique, école de facilité analogue à l'école automobile. Il s'efforce de le rendre accessible à tous, surtout aux jeunes, généralement enthousiastes mais impécunieux ; les inévitables efforts et la persévérance que sa pratique comporte élimineront ceux qui, encore nombreux, ne comprennent pas la haute valeur éducative et morale du vol à voile ; ceux-là le considèrent en fait comme un plaisant intermède aéronautique et le négligent ouvertement dès qu'ils disposent d'avions à moteur. Mais la foi de ceux qui s'y attachent n'est plus à démontrer.

C'est pourquoi les organismes intéressés doivent unir leurs efforts pour donner au vol à voile la place exacte qu'il peut occuper dans le pays ; mieux pratiqué, fût-ce par un nombre moindre, il gagnera en considération, et tels qui le négligent aujourd'hui s'y rallieront lorsqu'ils le verront bien pratiqué par d'autres.

Considéré sous cet angle, le vol à voile français, puisant dans les couches profondes du pays, suscitera des éléments qui, par leurs aptitudes techniques et leurs qualités morales, constitueront une sélection parmi les autres hommes.

Par ailleurs, le vol à voile est encore le meilleur moyen de connaître pleinement les ressources et les embûches des courants atmosphériques verticaux, qu'ils soient engendrés par certains nuages ou par l'influence des reliefs ; la formation complète d'un pilote doit donc comprendre le vol sans moteur, au moins au même titre que la voltige et le P. S. V.

Enfin, les recherches techniques et scientifiques dans les multiples domaines : constructions aérodynamiques, aérologie, mécanique des fluides, instruments, etc., qui trouvent leur expression dans le vol à voile, doivent être encouragées. Cela permettra, en premier lieu, d'améliorer nos performances et records nécessaires au prestige national et, par voie de conséquence, d'amener de substantiels progrès dont peut bénéficier l'aviation tout entière.

C'est pour atteindre ces divers objectifs, ainsi que pour remédier

si possible aux imperfections déjà révélées par l'usage, qu'a été élaborée l'organisation décrite ci-après. Elle ne concerne que des principes généraux, et chaque point de détail pourra être précisé par la suite, s'il est nécessaire.

II. — MOYENS DE FONCTIONNEMENT DU VOL A VOILE

Le fonctionnement du vol à voile est assuré conjointement par :

- l'État par l'intermédiaire de services qualifiés ;
- le *secteur privé*, qui comprend l'ensemble des aéro-clubs et l'organisme fédéral qui les représente.

Ils conjuguent leurs moyens pour atteindre les buts généraux définis plus haut chacun d'eux se chargeant en principe d'attributions déterminées.

L'État accorde un large soutien aux aéro-clubs agréés et se charge de l'instruction aérienne de leurs membres, à ses échelons élémentaires et supérieurs, dans la mesure où les clubs ne voudraient pas s'en charger.

Le *secteur privé* répartit et met en œuvre, selon les règles, les moyens provenant de l'État. Il provoque aussi les apports matériels et financiers des organismes et personnes privées, pour assurer l'exécution du but poursuivi.

Il comprend :

- a. L'organisme fédéral qui :
 - décide de l'agrément des associations ;
 - discute avec les pouvoirs publics ou privés des intérêts des clubs dont il est l'émanation ;
 - a la responsabilité de la répartition des matériels prêtés ou cédés par l'État en accord avec lui ;
 - coordonne la propagande et assume en général toute action ayant pour objet la vie et le développement du vol à voile national dans le plan privé.

- b. Les aéro-clubs, qui sont les organes utilisateurs locaux :
 - se chargent bénévolement de l'action aéronautique dans leur zone d'influence ;
 - assurent l'entraînement aérien de leurs membres, principalement les jeunes, pour les amener au stade des brevets supérieurs et des performances ;

— peuvent contribuer aux progrès techniques du vol à voile par leurs propres travaux.

III. — TECHNIQUE DE FONCTIONNEMENT DU VOL A VOILE — AIDE DE L'ÉTAT

L'aide de l'État se manifeste sous diverses formes, notamment par :

a. Le fonctionnement du Service de l'Aviation Légère et Sportive, ayant mission d'organiser et de coordonner l'action des divers autres organismes officiels intéressés.

b. La création et le fonctionnement de centres (nationaux et régionaux) pour la formation des cadres professionnels et bénévoles, l'entraînement des membres des clubs, dans le cas où ceux-ci ne pourraient s'en charger.

c. La création et l'entretien de l'infrastructure nécessaire et sa mise à la disposition des aéro-clubs avec ou sans apport de ceux-ci ou des collectivités locales.

d. Des dotations aux aéro-clubs en matériel : planeurs, avions remorqueurs, treuils, etc., selon les règles.

e. Des subventions aux aéro-clubs basées principalement sur les résultats réels qu'ils obtiennent.

f. Une aide générale constante : conseils, cession de plans d'appareils, de documents divers, d'accessoires, encouragement matériel à toute initiative intéressante, etc.

A. — CENTRES D'ÉTAT

Pour l'instruction élémentaire des pilotes (instruction primaire), l'État crée un certain nombre d'écoles aux moyens limités dont il assure la vie matérielle, de manière que le vol à voile reste accessible aux éléments jeunes et impécunieux. Les centres pourront être gérés par les aéro-clubs qui en feront la demande.

a. *Répartition.* — Ceux-ci sont uniquement gérés par l'État : terrain, bâtiments, personnel, matériel. Ils sont répartis dans le territoire métropolitain de façon à être accessibles de partout par un déplacement maximum de 200 kilomètres. Les cinq centres nationaux existants (Pont-Saint-Vincent, Challes-les-Eaux, Saint-Auban, Montagne Noire et Beynes) répondent en partie à cette

condition ; il suffira de les compléter par trois autres centres à établir dans les régions de : Bordeaux, Angers (coteaux du Layon) et Clermont-Ferrand (Banne d'Ordanche ou Monédières).

En outre, certaines grandes villes, quoique situées dans le rayon d'un de ces centres, doivent être dotées de centres supplémentaires pour absorber les élèves urbains (Dijon, Strasbourg, Lyon, Marseille sont dans ce cas, ainsi surtout que Paris, qui, outre Beynes, nécessite deux autres centres : Persan et Chelles par exemple).

Enfin, d'autres villes importantes situées au delà de la zone d'influence des centres précédents doivent aussi être dotées d'un centre (Brest, Cherbourg, Lille, Châteauroux, Montpellier, Tarbes). Ces centres urbains seront, en principe, des centres d'État constitués en partie avec les éléments des actuels centres interclubs : ils peuvent, toutefois, être gérés par un club qualifié et responsable.

b. *Attributions.* — Tous ces centres (centres de plaine, de pente ou mixtes) ont pour but :

1° D'accueillir les élèves des clubs de la région possesseurs du brevet élémentaire des sports aériens (ou d'un brevet technique équivalent) et de leur donner l'instruction technique et aérienne jusqu'au brevet « B » ou « C », suivant les possibilités, si les clubs locaux ne peuvent se charger de cette instruction. Dans ces centres bien équipés, l'enseignement de la méthode de Salon sur planeur biplace est de rigueur.

2° D'accueillir les pilotes qui, normalement, s'entraînent dans leur club, mais qui auraient besoin d'une reprise en main.

3° D'accueillir aussi les meilleurs pilotes des clubs pour des stages de perfectionnement ou de spécialité (P. S. V., voltige, etc.) avec des moyens que ne possèdent généralement pas les clubs.

4° D'accueillir aux meilleures conditions les pilotes d'avions pour les initier par le vol à voile à la navigation dans les courants verticaux de convection et de relief, et les mettre en mesure de les utiliser ou de les éviter.

5° D'assurer la formation des cadres moniteurs professionnels et bénévoles nécessaires au fonctionnement des centres et des aéro-clubs.

6° De contribuer aux recherches techniques, notamment dans le plan aérologique, en liaison étroite avec les organismes qualifiés.

Certains centres peuvent être spécialisés suivant leurs qualités propres : vols de durée, vols d'onde, etc.

c. *Utilisation de l'infrastructure.* — L'État assume totalement les

charges de création et d'entretien de ses propres centres ; il peut également financer l'aménagement de « stations de pente » régionales. D'une manière générale, il autorise les clubs à pratiquer le vol à voile sur les aérodromes lui appartenant, notamment sur ceux des classes C1 et C2, conjointement avec les avions à moteur. Dans ce cas, une stricte discipline de piste doit être observée de part et d'autre, suivant des règles précises.

d. *Prêts de matériel et aide financière aux aéro-clubs.* — Les clubs agréés sont aidés en raison du potentiel technique et matériel qu'ils représentent.

Ils reçoivent une dotation de démarrage en matériel de vol, planeurs, treuils, avions remorqueurs, remorques de transport, parachutes, instruments, etc., sous réserve qu'ils remplissent certaines conditions mentionnées plus loin au chapitre « Club ».

L'État s'efforcera d'amener une refonte des modalités et tarifs en vigueur, pour toutes les assurances, dans le cadre d'une Mutuelle, dont il subventionnera la première mise de fonds.

L'État contribue aux frais de fonctionnement des aéro-clubs, mais seulement en fonction des services rendus sous forme de primes aux résultats. Des barèmes largement calculés peuvent s'appliquer aux brevets, nombre de vols, performances, records, études et réalisations particulières, etc.

Les divers avantages énumérés ci-dessus ne peuvent être accordés qu'autant qu'ils s'appliquent à des activités répondant directement aux buts nationaux du vol à voile définis plus haut.

B. — FONCTIONNEMENT DU SECTEUR PRIVÉ

Organisme fédéral. — Il est la représentation des aéro-clubs et ses membres, nommés par eux, ont la charge de coordonner la répartition et la mise en œuvre des diverses formes de l'aide de l'État au vol à voile, en accord avec les services officiels.

Il se prononce sur l'agrément des clubs.

Aéro-clubs. — a. *Composition, agrément et activités des clubs de vol à voile.* — Tout club présentant des garanties : dirigeants à dévouement et compétences éprouvés, moniteurs agréés, pilotes brevetés, nombre suffisant de membres pratiquants, possession ou disposition d'infrastructure, etc., est susceptible d'être agréé et

soutenu si les activités qu'il se propose présentent un intérêt collectif entrant dans le cadre des buts généraux du vol à voile.

Dans le cas plus général, le club recrute ses membres parmi la population de sa zone d'influence. Il peut aussi se limiter au personnel d'une usine, d'une société, d'une administration, etc., pourvu que cette limitation lui assure un nombre de membres largement suffisant pour utiliser avec un plein rendement le matériel qui lui est confié et que son activité corresponde aux buts fixés.

Les clubs présentent donc entre eux une certaine diversité de composition, de moyens, d'aspirations naturelles. Il n'est pas question de décourager ce qui fait leur personnalité, mais, au contraire, de profiter au mieux de leurs aptitudes pour concourir aux buts proposés.

La conception rigide du club « Sports aériens », qui devait obligatoirement pratiquer conjointement l'enseignement technique, l'instruction pré militaire, l'aéromodélisme, le vol à voile, le parachutisme et le vol mécanique, ne peut constituer une règle absolue. Elle peut (et cela est très souhaitable) s'appliquer à d'importants clubs de province qui ont le devoir de ne pas décourager les diverses aspirations des jeunes, mais elle ne doit pas être impérative dans les grands centres urbains et surtout dans la région parisienne.

On constate que la grande majorité des clubs ont surtout pour objectif l'aviation à moteur, au détriment des autres activités.

Par contre, des groupements sont enthousiastes du modélisme, d'autres du vol à voile, etc., et, s'y spécialisant, obtiennent de magnifiques résultats qui concourent au progrès général.

Il est donc normal que toutes les compétences et bonnes volontés puissent prétendre à l'aide officielle, même si elles ne s'exercent que dans un seul sens, notamment dans le vol à voile, dont le fonctionnement exige un grand dévouement. Un club spécialisé peut donc s'attacher à la formation des jeunes, à l'entraînement et au perfectionnement des adultes, à la propagande, aux manifestations sportives, à l'amélioration, voire à la création des matériels, aux études techniques (aérodynamique, méthodes d'application, essais de terrains, etc.), mais doit expressément communiquer ses résultats à l'organisme fédéral et aux services intéressés qui peuvent les diffuser aux autres clubs.

Dans tous les cas, on exige des responsables qualifiés parmi les dirigeants du club (majorité de pratiquants brevetés au sein du

Comité directeur), qui doit disposer de moniteurs agréés bénévoles ou professionnels sous la seule autorité du président.

En retour de ces activités, le club peut obtenir, suivant les possibilités budgétaires, une aide matérielle dans les formes indiquées plus haut ; mais cette aide doit être établie de telle sorte que les jeunes soient particulièrement favorisés et que les adultes puissent profiter d'avantages, en fonction directe des services qu'ils rendent aux clubs.

b. *L'instruction technique élémentaire.* — Sanctionnée par un « brevet élémentaire des sports aériens » (1), elle est nécessaire à tout jeune qui se prépare au vol. Elle lui permet de comprendre, au moins sommairement, les principes du vol et la valeur des termes dont usera son moniteur. Elle n'est pas obligatoire pour ceux qui possèdent des références techniques équivalentes ou supérieures.

Le club a la charge d'organiser cette instruction au profit de ses membres, en appliquant les programmes élaborés par l'organisme fédéral. Mais, dans les grands centres urbains, plusieurs clubs auront souvent intérêt à s'entendre pour organiser un seul cours suivi par l'ensemble des élèves.

Les sessions d'examens ont lieu tous les trois mois et les résultats sont publiés dans les quinze jours qui suivent l'examen.

c. *Formation des pilotes de clubs.* — Dans la plupart des cas, le club moyen est mal équipé pour assurer dans de bonnes conditions de rendement l'école élémentaire du vol plané ; c'est pourquoi les élèves débutants doivent être envoyés en stage de deux à quatre semaines, au centre de formation élémentaire (d'État ou de club) le plus proche (national ou régional), qui leur donne l'instruction de base théorique et aérienne jusqu'au brevet B ou C dans les meilleures conditions. Le rôle du club est ensuite de parfaire l'entraînement du jeune pilote pour l'amener aux stades supérieurs des performances et des brevets D et E sous l'égide du moniteur du club.

Ainsi, pour la majorité des clubs, qui n'ont pas les moyens techniques de former leurs propres débutants ou pour qui cette formation serait trop longue, le centre d'État en assure l'instruction rationnelle avec des méthodes unifiées ; il peut, en outre, entretenir ses pilotes par des « révisions périodiques ».

(1) Le programme actuel est entièrement à remanier en vue de rendre le brevet élémentaire des sports aériens accessible aux jeunes travailleurs manuels, qui ne sont pas les moins intéressants des clubs.

Par contre, les clubs qui, par vocation, attachent du prix à la formation initiale de leurs élèves et qui justifient de l'expérience et de moyens nécessaires (surtout en moniteurs qualifiés) peuvent pratiquer l'école élémentaire, soit limitée à leurs propres membres, soit s'étendant en outre aux membres de clubs voisins.

Dans ce cas, de tels clubs peuvent être agréés au titre de « centre régional privé », et cet agrément est sanctionné par un accord avec les services officiels qui leur fournit des moyens supplémentaires en rapport avec l'importance de leur tâche.

d. *Méthodes d'instruction élémentaire.* — Les divers moyens d'instruction dont on dispose sont : le planeur monoplace, le planeur biplace et l'avion biplace.

Ces divers moyens d'instruction qui ont chacun leurs partisans ont tous leur intérêt et, loin de s'opposer, peuvent, au contraire, se conjuguer par dosage convenable. Il est donc normal que chacun d'eux puisse être employé soit isolément, soit conjointement, suivant les diverses tendances et surtout selon les moyens dont on dispose. Aucun ne doit être rejeté *a priori*, et la confrontation des résultats, compte tenu du prix de revient, conduira sans doute à une formule optimum encore à déterminer.

Il est toutefois imposé que le matériel, les moniteurs, les processus adoptés présentent toutes garanties dans chaque cas particulier.

e. *Moniteurs.* — Ainsi que nous l'avons vu, la question ne se pose pas pour les centres d'État ; les moniteurs sont tous professionnels, appliquant la méthode type enseignement en double commande de la méthode de Salon.

Dans les clubs, les moniteurs peuvent être professionnels si le club a les moyens d'assurer ses appointements, ou bénévoles dans le cas contraire.

Il faut tenir compte que le bénévole exercera surtout les dimanches et jours fériés, ce qui conditionne l'activité aérienne du club.

Les vues déjà échangées à ce sujet ont précisé que les moniteurs professionnels et bénévoles doivent posséder les mêmes aptitudes et ne diffèrent que par le salaire. Ceci s'applique aux moniteurs en vol emmenant un élève à leur bord.

f. *Financement des clubs.* — Si large que soit l'aide de l'État au vol à voile, elle ne peut suffire à équilibrer le budget d'un club. Celui-ci doit donc se procurer des ressources complémentaires :

— droit d'entrée et cotisations de ses membres ;

— participation de ceux-ci aux frais de vol (combustible, assurances, etc.).

Les participations aux concours peuvent aussi fournir un appoint.

Les tarifs de vols doivent être minimes et particulièrement accessibles aux jeunes.

Enfin, des ressources peuvent être obtenues par des initiatives du club ; baptêmes de l'air, fêtes, etc., mais celles-ci ne doivent en aucun cas prendre le pas sur les activités aériennes et, en particulier, limiter l'entraînement des jeunes, objectif essentiel du vol à voile.

L'État consent aussi, en faveur des aéro-clubs, à l'exonération des taxes d'atterrissage et d'abri, cette dernière étant remplacée par une location de principe, au plus juste prix, des hangars utilisés.

Enfin, des tarifs spéciaux sont appliqués à l'essence consommée pour le fonctionnement des aéro-clubs, soit par détaxe, soit par ristourne, après consommation, sur justification d'emploi.

Conclusion. — Ainsi organisé, le vol à voile répond pleinement aux possibilités et aux besoins ; il prend sa place dans l'armature aéronautique de la France et concourt efficacement à la formation technique et morale de ses jeunes, tout en donnant aux adultes le moyen de servir le mouvement.

La séparation des rôles de l'État et du secteur privé conjugue harmonieusement leurs moyens respectifs.

Une grande souplesse caractérise le fonctionnement des clubs ; ils sont libres de s'attacher aux activités qui les attirent, pourvu que celles-ci concourent aux buts généraux fixés en tête de la doctrine.

En définissant et en appliquant les raisons d'être du vol à voile sous ses aspects humains, sportifs, utilitaires et techniques, nous avons la certitude qu'il peut rendre d'incalculables services au pays.

Les clubs ont leur personnalité propre. Il serait souhaitable que toute application d'une doctrine soit exercée avec le maximum de souplesse, pour laisser effectivement toutes libertés qui rendent plus aisés leurs efforts et plus vivante leur gestion.

LE RECRUTEMENT

Les jeunes gens sont admis à l'instruction du vol à voile à partir de l'âge de seize ans, après un examen médical. On a discuté de cet âge. A mon avis, seul l'âge physiologique et psychologique devrait compter et le spécialiste décider.

Il y a des petits gars qui peuvent voler dès quatorze ans et d'autres qui, à dix-huit, ne sont pas encore mûrs.

Il faut, en dehors des qualités psychologiques, une forte endurance physique, car le vol à voile est un sport dans toute l'acception du mot, un sport qui ne demande pas seulement l'effort violent d'une course à pied ou d'une partie de football, mais l'effort continu, au cours d'une longue journée, pendant laquelle les courses vers les planeurs, les efforts musculaires pour porter les machines, les lancer, tenir les câbles, etc., seront harmonieusement répartis, mais constants. C'est un sport d'endurance et de grand air.

Ce en quoi sa valeur éducative est déjà supérieure à celle de l'aviation motorisée, où l'impétrant se contente d'attendre son tour, les mains dans les poches, en discutant le coup et fumant des cigarettes.

Et c'est également un sport d'équipe, car il faut les efforts concertés de tous pour que le club marche bien et qu'on vole.

LE VOL A VOILE ÉCOLE DE DÉBUT

Définition. On englobe généralement sous le nom de vol à voile deux expressions bien distinctes de l'art de voler : le vol plané et le vol à voile proprement dit.

Le vol plané est celui de l'apprenti vélivole qu'on projette dans l'atmosphère à une certaine hauteur par un moyen quelconque, sandow, treuil, avion remorqueur, et qui redescend vers le sol en glissant sur l'élément aérien.

Le vol à voile proprement dit comporte également cette première phase de lancement, puis la recherche et l'utilisation par le pilote du courant aérien à composante verticale qui lui permettra de rester en l'air plus ou moins longtemps, de gagner une altitude supérieure à celle du moment où il est sorti de la phase de lancement, de voyager d'ascendance en ascendance.

Si le vol plané est une excellente école de début, le vol à voile est la plus haute expression de l'art de voler.

On a discuté longuement de l'utilité du vol à voile comme école. Des polémiques ont mis aux prises partisans de l'avion et partisans du planeur, et il semble bien que l'avantage soit resté à ces derniers.

Incontestablement, l'école en planeur peut se faire plus économiquement qu'en avion, surtout avec les méthodes modernes de treuillage, et, aussi incontestablement, l'apprentissage de l'air se fait mieux en planeur.

Apprendre l'air ! Depuis près de quarante ans, l'homme a trouvé des ailes, et la plupart de ceux qui volent de ces ailes ignorent tout de l'océan aérien, de ses surprises, de ses traîtrises et de ses ressources.

Je dis bien la plupart, c'est-à-dire le pilote privé, le pilote de tourisme, le pilote du dimanche. Car ils sont légion et demain encombreront les routes du ciel et feront les environs des aérodromes urbains aussi embouteillés le dimanche soir que l'était la route de

Saint-Cloud lors des rentrées dominicales d'avant guerre. Déjà, aux États-Unis, on compte 50 000 propriétaires d'avions privés contre quelques centaines de pilotes de ligne. Ceux-là ne connaissent pas l'air.

Lâchés au bout de huit heures de double commande en moyenne, ils fonceront derrière leur moteur sans se préoccuper de l'air qui les porte; cela peut paraître ahurissant, mais c'est un fait. Habitué aux routes polies par des armées de cantonniers et de spécialistes, ils n'ont pas encore compris qu'il n'y aura jamais de cantonniers du ciel et que les routes aériennes seront toujours mal pavées. Secoués, heurtés, ils passent au travers des accidents atmosphériques sans en connaître les causes, ni comment les éviter ou les utiliser.

Ces inconscients me rappellent cette histoire de Marius pilotant un passager dans la rade de Marseille sur un canot automobile rapide. Et, comme le passager, inquiet des fantaisies nautiques de notre ami, lui demandait: « Mais, au moins, vous les connaissez les écueils de la rade? — Si je les connais! répond Marius. — Et au même instant, bing! le canot s'ouvre en deux dans un grand choc contre un de ces rochers. — Si je les connais, té, en voilà un. »

Pour un pilote motorisé, un atterrissage loupé se rattrape avec un petit coup de moteur. Le pilote voilier doit, lui, apprendre à faire un atterrissage correct en toutes circonstances, ce qui ne le gênera certainement pas, du moins je le crois, quand il passera au moteur.

Le souci primordial du pilote voilier voyageant est d'**avoir toujours**, à portée d'aile, un terrain où se poser. Si ce souci faisait partie de l'éducation du pilote motorisé, on verrait moins d'accidents dus à cette manie du rase-mottes qui fait tant de victimes et tant de tort à la propagande aéronautique.

La sujétion au moteur en est venue au point que l'on escamote toujours l'épreuve de descente hélice calée que devrait faire un pilote pour l'obtention de son brevet. On la transforme illicitement en épreuve de descente moteur ralenti, ce qui n'a rien à voir avec ce qu'avaient voulu les auteurs du texte.

Combien de pilotes pourraient se tirer d'affaire en campagne avec un moteur les plaquant sec?

Et, avec la vitesse grandissante, n'en vient-on pas maintenant à déclarer que l'ennemi n° 1 de l'aviation, c'est la turbulence et non le givrage?

Connaître son ennemi n'est-ce pas le vaincre? Et comment mieux connaître cette turbulence que par la pratique du vol à voile au sein même des remous qui la forment? Ceci n'est-il pas tout l'art du pilote voilier?

Je ne saurais passer ici sous silence les lignes qui terminaient un article, dans *Les Ailes*, de l'excellent pilote-moniteur d'avion et de planeur qu'est A. Colin:

« Il faut admettre que le pilote d'avion est un profane dans les questions atmosphériques. Les remous aériens, pourtant si différents dans leurs causes et dans leurs effets, ne sont pour lui que des coups de tabac, des coups de pompe, et rien de plus.

» L'atmosphère n'est pour l'avion qu'un support, alors qu'elle est, pour le planeur, la source d'énergie unique, d'énergie mouvante, en transformation incessante, tantôt brutale, tantôt impalpable, toujours fugitive, et dont la détection et la poursuite relèvent à la fois de l'observation raisonnée et de l'intuition. C'est pourquoi le planeur est et restera le grand seigneur de l'espace, car seul, à l'instar des oiseaux voiliers, il lui est donné de pénétrer intimement l'élément aérien, d'utiliser et d'analyser cette structure fine du vent — notion subtile d'aérologie s'il en est une, — créée, semble-t-il, spécialement à son intention.

» Jeune Français, souviens-toi que le planeur t'offre la plus belle forme du vol qu'il te soit possible de désirer, la mieux adaptée à ton caractère et à tes qualités juvéniles, la plus proche de la nature et la plus conforme à tes aspirations de liberté et d'évasion.

» Si le vrombissement des puissants moteurs t'attire, si les perspectives interstellaires des fusées te font rêver, n'oublie jamais que le mot magique d'aviation est étymologiquement tiré du substantif latin *avis*, qui signifiera toujours, malgré la démence des siècles, l'oiseau.

Quant à la méthode de pilotage, que ce soit en avion ou planeur, c'est rigoureusement la même.

Il n'y a qu'un seul genre de pilotage, celui qui maintient correct l'équilibre gravimétrique et aérodynamique de la machine aérienne, et, quelle que soit cette machine, cet équilibre est soumis aux mêmes lois. Mais la charge alaire réduite du planeur permet de mieux les analyser, en sentir les incidences, affiner et perfectionner les réflexes intelligents qui empêchent cet équilibre de se rompre, et créeront en vol, même en atmosphère agitée, cette harmonie de l'élément, de la machine et de l'homme qu'est le *pilotage*.

UN PEU DE MATHS...

Je m'excuse de donner quelques formules, mais il est vraiment impossible de comprendre pourquoi un planeur vole si nous ne nousastreignons pas à un petit effort mathématique que je vais essayer de rendre aussi peu fatigant que possible.

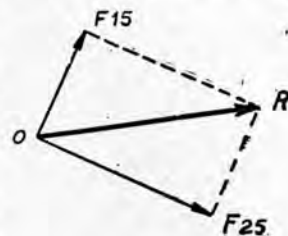
D'abord, ne vous mettez pas martel en tête, vous n'aurez pas besoin de voler avec une règle à calcul. Si vous voulez vous lancer dans la construction des avions, je vous repasserai à d'autres professeurs plus compétents que moi. Mais, si vous voulez, un jour, tirer le maximum de votre machine, il faut la connaître à fond, que vous sachiez pourquoi et comment vous pouvez vous mettre en perte de vitesse, quel angle de descente utiliser dans telle circonstance, etc. Sur ceux qui ne savent pas, vous pouvez gagner ainsi des mètres en hauteur, des kilomètres en distance. Le vol à voile n'est pas un sport comme le loto, par exemple; c'est tout de même plus scientifique.

Rappel élémentaire. Premièrement, un petit rappel de mécanique : la décomposition des forces. Nous allons en parler souvent, et il y a tellement de forces diverses qui agissent sur un planeur qu'il faut bien savoir les composer en une force résultante unique si nous voulons connaître le comportement de la machine.

Si nous appliquons deux forces à un corps, suivant deux directions différentes, ce corps se déplace suivant une direction unique. Quand vous vous attachez à deux, chacun au bout d'une corde, pour tirer un planeur avec au bout des sandows pour le lancer, ce planeur se déplace dans une seule direction, à moins qu'il ne soit pas très solide et que vous en emportiez chacun un morceau.

Représentons l'objet tiré par vous par un point qui sera son centre de gravité (fig. 1). L'angle que fait vos cordes est, par exemple,

de 90°, et l'un de vous tire avec une force de 15 kilos, l'autre de 25 kilos. Pour trouver la force résultante, vous construisez le parallélogramme des forces, c'est-à-dire : de l'extrémité F_{25} vous menez une parallèle à OF_{15} ; de l'extrémité F_{15} une parallèle à OF_{25} . Vous joignez le point O au point de rencontre R des deux parallèles menées, et vous avez la direction dans laquelle se mouvra votre planeur.



Composition des forces

FIG. 1.

Au point O ne sera plus appliqué utilement une force de 15 plus 25 kilos, mais une force égale à la longueur OR, si vos segments OF_{15} et OF_{25} ont été tracés en longueurs proportionnelles aux forces 15 kilos et 25 kilos. Si nous mesurons ce segment OR, nous constaterons que la force OR, que nous appellerons **résultante**, est de 29kg,154.

Qu'est-ce qu'un couple ? Vous devez aussi savoir ce qu'est un couple. Vous en entendez souvent parler : couple de tangage, couple de roulis, etc.

Une force appliquée au bout d'un bras de levier forme un couple. Ainsi une pression de l'air sur le gouvernail de profondeur est une force qui fait pivoter le planeur autour de son centre de gravité et autour de l'axe de tangage. Elle le fait piquer ou cabrer. C'est un couple de tangage qui vient de se créer.

De même le jeu des ailerons crée un couple de roulis, et celui du gouvernail de direction un couple de lacet.

Vous entendrez aussi parler de **moment**. Le moment est l'expression mathématique du couple. Le moment d'une force par rapport à un point est égal au produit de cette force par la distance qui sépare son point d'application du point considéré.

Un peu d'aérodynamique simplifiée. Un planeur a des surfaces inclinées d'une certaine façon par rapport à sa course et qui sont ses ailes, son empennage. Si nous représentons l'aile par un simple plan incliné AB exposé à un courant d'air suivant la flèche horizontale

(que l'aile se déplace par rapport à l'air fixe, ou l'air par rapport à l'aile fixe, c'est évidemment la même chose), cette aile subira une certaine poussée de la part de l'air, laquelle sera représentée par la force R perpendiculaire, on dit aussi normale, au plan de l'aile (fig. 2). Cette force se décompose en deux autres forces. L'une, F_z ,

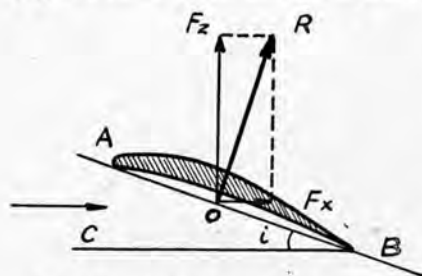


FIG. 2. — Schéma des forces agissant sur l'aile.

tendra évidemment à ramener l'aile en arrière: ce sera la résistance de l'aile à l'avancement, ou **traînée**. L'autre, F_z , tendra à soulever verticalement le plan: ce sera la **force de sustentation**, ou **portance**. Le point d'application O de ces forces, ou **centre de poussée**, sera quelque part vers l'avant de l'aile, à une position qui dépend du **profil** et de l'**incidence** de l'aile. L'incidence de l'aile sera l'angle i qu'elle fait ou que sa corde fait (quand c'est un profil incurvé) avec la direction de l'air.

On vous apprendra en aérodynamique que la force R se décompose en une pression sous l'aile, ou **intrados**, et en une dépression sur l'aile, ou **extrados**, cette dernière force étant plus importante que la pression.

On vous apprendra également que si vous augmentez exagérément l'angle i , c'est-à-dire si vous cabrez votre appareil, l'air décollera de l'extrados, formera sur celui-ci une couche tourbillonnaire, votre portance F_z décroîtra brusquement, votre traînée F_x augmentera, au contraire, et le résultat sera la chute ou la vrille.

La finesse. Ce qu'on appelle la **finesse** de votre planeur dépend essentiellement de ces deux forces F_z et F_x . C'est le rapport $\frac{F_z}{F_x}$.

Ces deux forces peuvent se représenter par les formules :

$$F_z = k_z \times S \times V^2;$$

$$F_x = k_x \times S \times V^2;$$

dans lesquelles k_x et k_z sont des coefficients de traînée et de portance qui dépendent de la nature du profil de l'aile et de l'incidence i sous laquelle l'aile attaque l'air; S est la surface de l'aile et V sa vitesse.

Vous voyez d'ailleurs que ces valeurs sont fonction du carré de la vitesse, c'est-à-dire que, si vous allez deux fois moins vite, la portance sera quatre fois moindre.

Vous voyez également que le rapport de finesse peut s'écrire :

$$\frac{k_z}{k_x},$$

ce qui vous montre que la finesse dépend exclusivement de la forme du profil et de son incidence, la vitesse et la surface n'ayant aucune action directe sur cet élément.

On n'utilise pas le coefficient k . Il est remplacé par le coefficient C . Vous avez d'ailleurs lu fréquemment dans les revues aéronautiques les termes C_z et C_x .

C'est un coefficient dont la valeur est exprimée par $C = k \times \frac{2}{d}$, formule dans laquelle d est la masse spécifique de l'air. Il vous suffira de vous souvenir qu'au sol, dans l'atmosphère type, c'est-à-dire à 15° de température et 760 millimètres de pression, $\frac{2}{d} = 16$, d'où $C = 16 k$.

Donc :

$$F_z = \frac{C_z \times S \times V^2}{16}. \quad (1)$$

$$F_x = \frac{C_x \times S \times V^2}{16}. \quad (2)$$

La finesse est alors $\frac{C_z}{C_x}$.

On vous démontrera également que la finesse d'un planeur est le rapport entre sa vitesse de route horizontale et sa vitesse verticale de chute. Ce qui fait que, si la finesse d'un planeur, c'est-à-dire

le rapport $\frac{C_z}{C_x}$, égale 20, et que ledit planeur soit à une hauteur de 1 000 mètres, il parcourra, en air calme, une distance en projection horizontale de 20 000 mètres, ou 20 kilomètres, avant de se poser, si, naturellement, vous l'utilisez à son incidence de finesse maximum.

La polaire. Les qualités d'une aile ou d'un planeur sont exprimées par une courbe qu'on appelle *polaire*. Cette polaire est caractéristique du profil employé. Mais, comme les quantités C_x et C_z sont très petites, pour les porter sur le graphique de la polaire on les a multipliées par 100, ce qui donne $100 C_x$ et $100 C_z$, et, x étant aussi beaucoup plus petit que z , on a divisé par 10

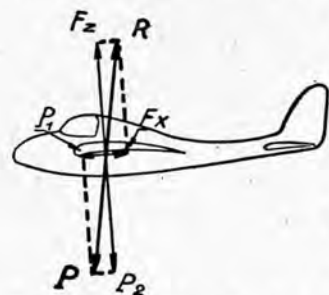


FIG. 4. — Schéma des forces agissant sur un planeur.

l'échelle représentative des x par rapport aux z . C'est-à-dire que sur le graphique de la polaire, si 1 centimètre représente $100 C_x$ sur l'horizontale, la même grandeur de 1 centimètre représentera 1 000 C_z sur la verticale.

Nous allons travailler sur un exemple concret, et je vais vous donner plus loin la polaire du planeur Émouchet.

J'ai oublié de vous dire qu'il y a un autre coefficient C_r appliqué à la résultante R des forces F_z et F_x , et nous allons nous en servir pour déterminer la vitesse du planeur.

Si nous examinons les différentes forces qui agissent sur le planeur (fig. 4), nous voyons que le planeur est sollicité vers le sol par son poids P , opposé à la résultante R des forces de l'air agissant sur la voilure. En décomposant ce poids P suivant le parallélogramme des forces, nous voyons qu'une force P_1 tend à tirer le planeur sur sa trajectoire, force opposée à F_x .

Quand le planeur est en équilibre, les forces R et P , F_x et P_1 sont égales et opposées.

De même que nous avons les formules (1) et (2), nous dirons :

$$R = P = \frac{C_r \times S \times V^2}{16},$$

d'où nous déduisons :

$$V = \sqrt{16 \times \frac{P}{S} \times \frac{1}{C_r}}. \quad (3)$$

On voit donc que la vitesse sur la trajectoire est proportionnelle à la racine carrée de $\frac{P}{S}$, c'est-à-dire de la charge au mètre carré

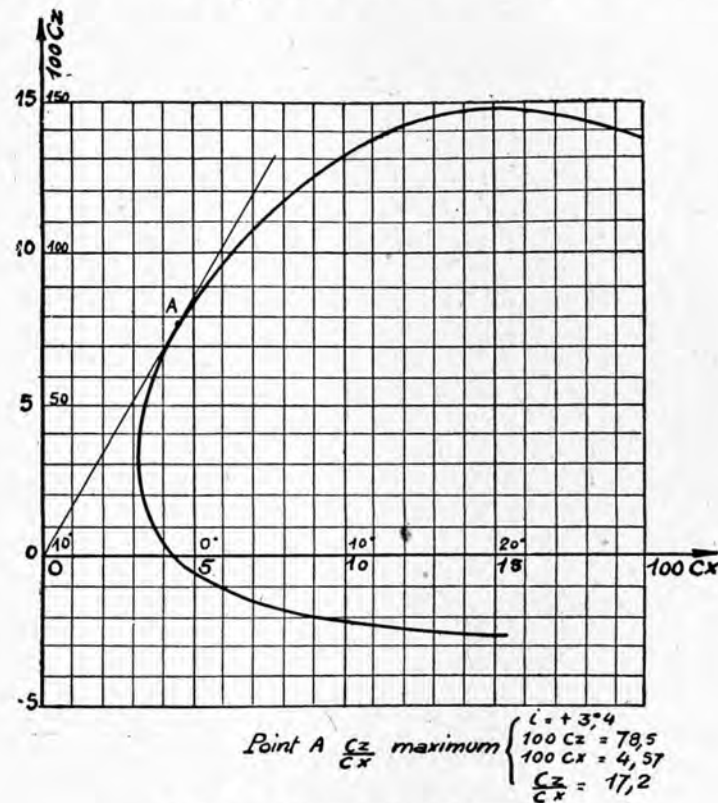


FIG. 5. — Polaire du planeur Émouchet.

ou charge alaire, et, si nous considérons que C_r et C_z sont très près l'un de l'autre en valeur, nous dirons que la vitesse est inversement proportionnelle à la racine carrée de la portance. Donc, aux mêmes

angles d'attaque avec le même appareil, un pilote lourd ira plus vite qu'un pilote léger.

La vitesse sur la trajectoire va se décomposer en deux vitesses : l'une vitesse de chute, ou V_z , et l'autre vitesse horizontale, ou V_x .

La vitesse de chute, ou V_z , augmente donc quand la charge alaire augmente, diminue naturellement quand la portance augmente et diminue encore quand la finesse, ou $\frac{C_x}{C_z}$, augmente.

Pour construire la polaire d'un planeur, on établit une maquette exacte du planeur et on la « souffle » dans une soufflerie aérodynamique en lui faisant prendre toutes les incidences.

A l'aide de balances précises qui mesurent la traînée de la maquette et sa portance, on calcule les C_z et les C_x du planeur et on les porte sur le graphique.

Polaire des vitesses. De cette polaire du planeur on calcule la courbe qui va être pour le vélivole la plus importante et qu'on appelle la polaire des vitesses (fig. 6, 7 et 8).

Cette polaire est établie pour tous les angles d'incidence de vol.

Nous venons de voir qu'à l'aide du coefficient C_r nous pouvons calculer la vitesse sur la trajectoire.

Nous pouvons également calculer la vitesse verticale de chute du planeur pour chacune des vitesses sur la trajectoire correspondant à un certain C_r .

Cette vitesse V sur la trajectoire se décompose en deux vitesses : V_x la vitesse en projection horizontale, et V_z la vitesse de chute. En général, les angles de plané étant très faibles, on confond pratiquement V et V_x .

Nous avons vu par la formule (3) que la vitesse varie avec la racine carrée de la charge alaire, mais aussi avec la racine carrée de $\frac{1}{C_r}$, que nous avons assimilé à $\frac{1}{C_z}$.

Donc, pour le même angle de plané, la vitesse V_z est proportionnelle à $\sqrt{\frac{P}{S}}$ et à $\sqrt{\frac{1}{C_z}}$.

Elle varie enfin proportionnellement à l'inverse de la finesse $\frac{1}{f}$.

Nous pourrions donc écrire :

$$V_z = \frac{1}{f} \sqrt{16 \times \frac{P}{S} \times \frac{1}{C_z}}$$

$$V_z = \frac{C_x}{C_z} \sqrt{16 \times \frac{P}{S} \times \frac{1}{C_z}}$$

$$V_z = \sqrt{16 \times \frac{P}{S} \times \frac{C_x^2}{C_z^3}}$$

Nous avons donc, avec la polaire du planeur, tous les éléments

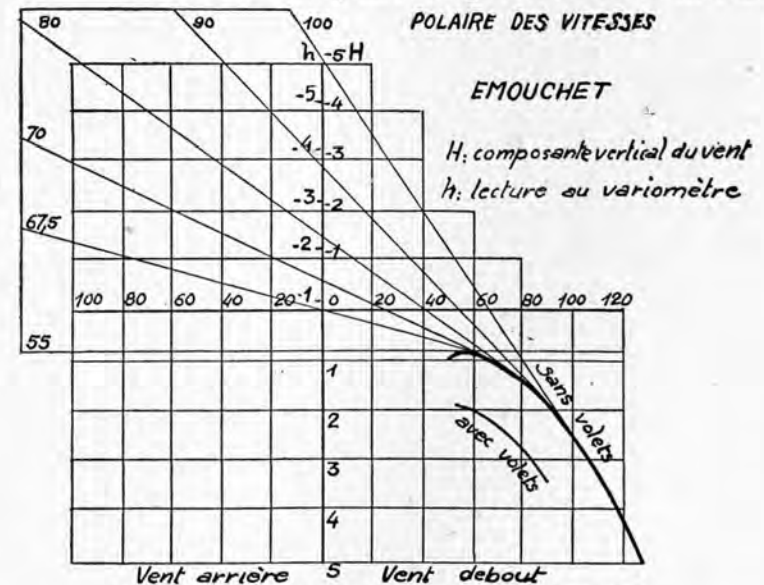


Fig. 6. — Polaire des vitesses du planeur Émouchet.

pour calculer la polaire des vitesses que nous établissons par points

en portant sur l'axe horizontal les vitesses V_x , et, sur l'axe vertical, les vitesses V_z .

Nous prenons la même précaution que pour le tracé de la polaire du planeur, c'est-à-dire que nous donnons aux vitesses verticales

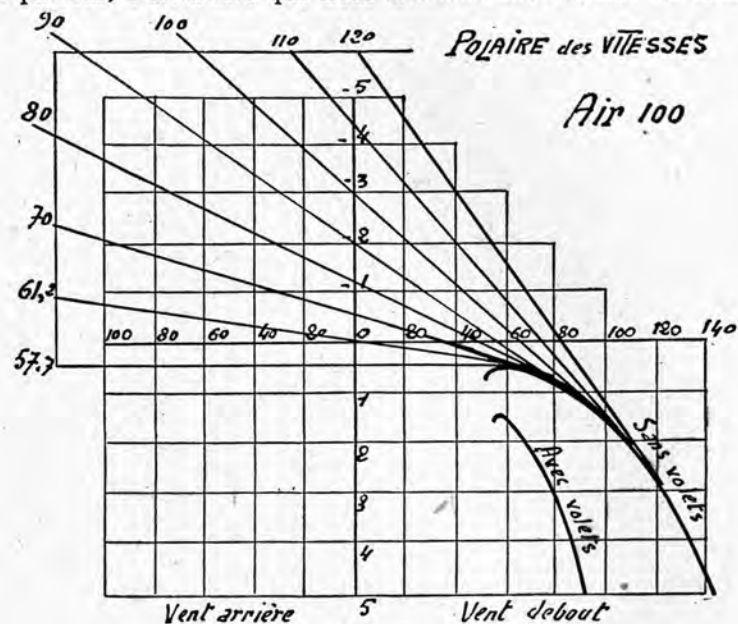


FIG. 7. — Polaire des vitesses du planeur Air 100.

une échelle au moins dix fois plus grande que pour les vitesses horizontales.

Pour connaître notre vitesse à la meilleure finesse du planeur, nous n'avons qu'à mener une tangente à la polaire des vitesses en partant du point de rencontre des axes vertical et horizontal.

C'est en effet ce point-là qui nous donnera évidemment le plus grand rapport $\frac{V_x}{V_z}$.

Sur la polaire de l'Émouchet que je donne ici, nous voyons que cette tangente nous donne une vitesse horizontale de 55 kilomètres-heure pour une vitesse de chute de 0^m,80 par seconde.

Il y a, en principe, trois façons de construire la polaire des vitesses :
1° Par le calcul.

2° Par les essais en vol. Cette dernière façon est naturellement la plus précise, car elle donne la polaire vraie. Pour cela, on essaie le planeur par temps absolument calme en air stable. Le planeur est muni d'instruments enregistreurs de précision qui notent les vitesses sur la trajectoire et les vitesses de descente verticale. On

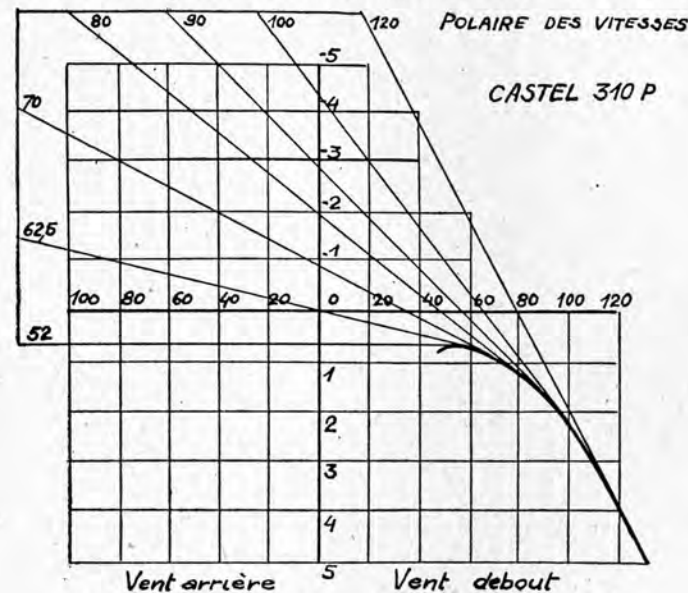


FIG. 8. — Polaire des vitesses du planeur Castel 310 P.

fait de nombreux essais à toutes les incidences de vol et on fait la moyenne.

3° Et il y a la polaire du badin. Cette dernière est celle que vous utiliserez. Vous l'établirez en contrôlant votre vitesse de vol avec votre badin et votre vitesse de chute avec votre variomètre. Car votre badin et votre variomètre n'ont pas la précision d'étalonnage des instruments employés par le Centre d'essais en vol, et la courbe que vous obtiendrez sera, à peu de chose près, une courbe homothétique de la polaire officielle des essais en vol, largement décalée.

En principe, pour l'établir, faites quelques vols par temps calme en atmosphère stable, les matins d'été, ou les journées d'hiver lorsqu'on est en inversion de température (voir plus loin au chapitre

Planeur CASTEL type 301 S

POLAIRE DES VITESSES

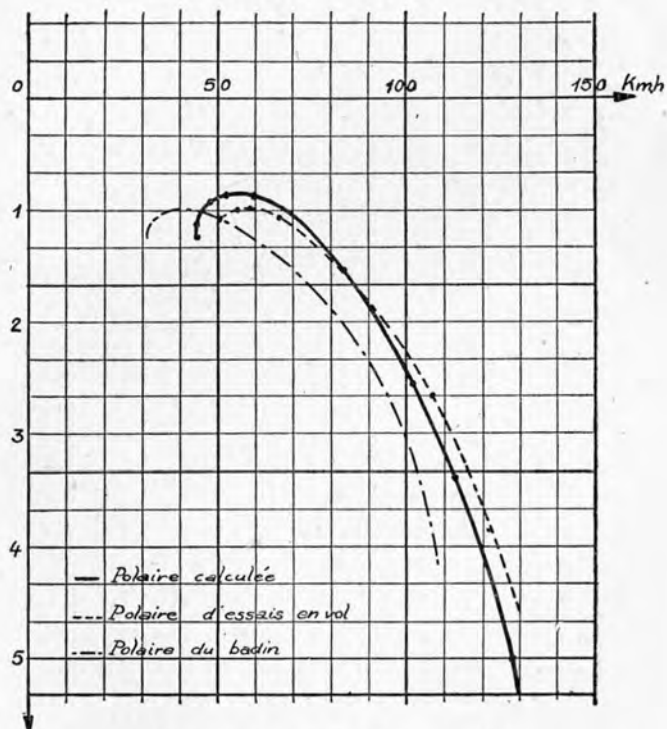


FIG. 9. — Polaires du planeur 301 S.

Aérologie). Notez votre vitesse au badin pour votre vitesse de chute minimum à votre vario.

Cela vous donnera le point supérieur de votre courbe. De ce point-là, vous mènerez une courbe parallèle à celle de la polaire des essais en vol, et vous aurez votre polaire d'utilisation.

Je vous donne en exemple trois polaires des vitesses du planeur de début Castel 301 S (fig. 9).



Nuage cumulo-congestus se développant en cumulo-nimbus



Planeur de demi-performance "Castel-Mauboussin 310 P." à l'atterrissage



Planeur de charge " Castel-Mauboussin CM 10 "



Le treuil Ford

UN PEU DE MATHS...

La polaire des vitesses a pour nous un intérêt considérable, car elle va nous permettre d'étudier le comportement des planeurs dans le vent et d'en tirer des conclusions pratiques, quant à l'utilisation de l'appareil.

Prenons la polaire des vitesses de l'Émouchet (fig. 6) par exemple, et supposons que nous marchions avec cet appareil contre un vent de 30 kilomètres-heure, ayant une composante descendante de 1 mètre-seconde, ce qui nous donne $-1^m,80$ au vario, puisqu'il faut que nous ajoutions la chute verticale propre au planeur.

Il est évident que le point O de notre diagramme va se trouver reporté en O', point d'intersection des coordonnées 30 kilomètres-heure et -1 .

Si nous voulons voler à la finesse maximum, il faudra, pour trouver cette finesse, que, du nouveau point O', nous menions une tangente à la polaire. Nous allons tangenter en un point qui nous indique qu'il faut que nous volions à 85 kilomètres-heure pour obtenir ce résultat.

Je vous analyserai plus tard l'utilisation de la polaire des vitesses au cours du vol, mais n'oubliez pas que celle qui vous servira sera a polaire du badin établie avec votre badin et votre vario.

STABILITÉ DU PLANEUR

Un planeur est en équilibre autour de trois axes. Tous ses mouvements peuvent être définis par rapport à ces trois axes.

Chacun de ces axes passe par le centre de gravité de la machine (fig. 10).

Le premier, est l'**axe de tangage**. C'est celui autour duquel le planeur cabre ou pique du nez, c'est-à-dire tangue.

Le second est l'**axe de roulis**. C'est celui autour duquel le planeur s'incline à droite ou à gauche, c'est-à-dire roule.

Le troisième est l'**axe de lacets**, perpendiculaire aux deux précédents, celui autour duquel le planeur vire, change de direction.

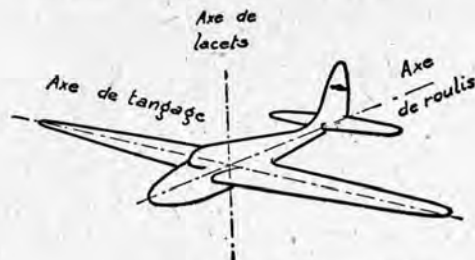


FIG. 10. — Les axes de référence du planeur.

On tend à rendre les planeurs automatiquement aussi stables que possible, c'est-à-dire autostables, toutefois sans excès, car un planeur qui serait parfaitement autostable serait difficilement maniable, parce qu'il faudrait des efforts plus importants sur les gouvernes pour le faire changer de position, c'est-à-dire dans les cas de virages, piqués ou cabrés volontaires. N'oubliez pas que l'excès en tout est un défaut.

Prenons la stabilité autour de l'axe de tangage. Si notre planeur pique du nez, il faudra qu'une force tende à lui faire reprendre son angle de plané normal. On y arrive par un calage du plan fixe à une certaine position et une certaine incidence.

Si le planeur pique ou cabre, l'influence du plan fixe au bout du fuselage tendra à le ramener dans la position initiale. On peut

naturellement agir aussi, volontairement, avec le gouvernail de profondeur, lequel fait tourner le planeur autour de l'axe de tangage.

Une des astuces pour corriger le roulis est de donner du dièdre à la voilure (fig. 11). Si un planeur a du dièdre et marche horizontalement sans balancements, les deux ailes ont chacune une force portante R normale à l'aile que nous pouvons décomposer en force F_z perpendiculaire au plan de marche. Si le planeur s'incline pour la même vitesse, les forces R restent les mêmes; à l'aile gauche, la force F_{z2} se confond avec R_2 , et, à l'aile droite, la force verticale F_{z1} est devenue beaucoup plus petite, étant donné que l'angle entre R et F_{z1} a augmenté. Donc F_{z2} , étant plus forte que F_{z1} , va tendre à faire tourner le planeur

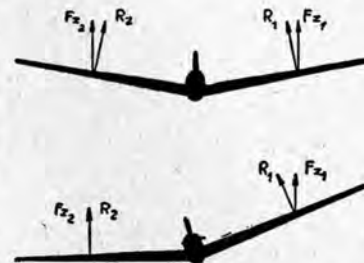


FIG. 11. — Stabilisation latérale automatique par le dièdre.

autour de son axe de roulis et le ramener à sa position initiale.

Ceci est quelquefois un défaut pour un planeur, lequel est une machine qui vole surtout en spirales pour gagner la hauteur qu'il utilisera en ligne droite.

Un planeur vire donc souvent. Or vous apprendrez plus loin que, pour assurer la stabilité du virage, il faut que le planeur s'incline du côté du virage; donc le dièdre tendra à l'empêcher de s'incliner; il faudra donc agir plus fort et constamment sur les ailerons, qui vont alors ainsi servir de freins par leur braquage. Résultat : on perdra de la finesse au moment où l'on en a le plus besoin.

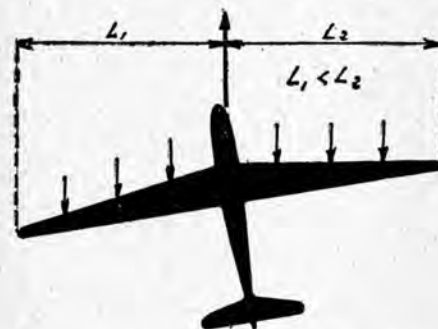


FIG. 12. — Stabilisation de route automatique par la flèche.

La stabilité de route se constate autour de l'axe de lacets. Elle peut être améliorée par l'aile en flèche. Il est évident que, dans une aile de ce genre, si le planeur tourne vers la gauche autour

de l'axe de lacets (fig. 12), l'aile droite va avoir une traînée supérieure à l'aile gauche et produire ainsi un couple qui va tendre à rétablir la situation.

C'est également pour assurer la stabilité de route qu'on munit les planeurs d'une dérive ou plan fixe vertical.

C'est pour combattre l'effet de lacet dit « lacet inverse » qu'on donne aux planeurs des ailerons différentiels, c'est-à-dire dont les commandes sont montées de telle sorte que l'aileron qui se lève au-dessus de l'extrados a une course plus grande que celui qui se baisse sur l'intrados.

Si les ailerons avaient la même course, que se passerait-il ? La surface de l'aileron abaissé, heurtant une couche d'air en surpression sous l'aile, recevrait une poussée plus grande que l'aileron levé dans une couche de dépression au-dessus de l'aile. D'où il se formerait un couple qui tendrait à faire tourner le planeur autour de l'axe de lacets.

Les ailerons à fente corrigent également ce défaut.

C'est avec le pied qu'autrement on combat le lacet inverse. C'est encore un cas d'application et de dosage intelligent de la coordination des mouvements du palonnier et du manche.

Et maintenant que vous êtes saturé de formules et devez avoir saisi le mécanisme du planeur, passons à la pratique.

LES CONDITIONS D'EMPLOI DU PLANEUR

Du choix du terrain. Le choix du terrain a une importance primordiale. On a le tort de croire, en général, que, du moment qu'il s'agit de vol à voile et que les planeurs ne vont pas vite, n'importe quelle bande de terre plus ou moins entourée de décors : haies, arbres, voire maisons ou lignes télégraphiques, peut faire l'affaire.

Le planeur, en effet, atterrit lentement, mais, à cause de cette qualité, il est pratiquement sans défense à la période du vol qu'est l'atterrissage. Une fausse manœuvre, que les motorisés rattrapent d'un coup de manette de gaz, est sans recours pour le voilier.

Le terrain idéal, au contraire de l'idée généralement admise, doit être largement dégagé sur tous les azimuts. Les terrains de plaine sont très préférables en cela aux terrains de montagne, surtout pour l'atterrissage. Avec un terrain de ce genre, vous n'avez pratiquement aucune casse, les terrains à décors ou autres difficultés d'atterrissage doivent être réservés aux pilotes entraînés, et, à ce sujet, je ne saurais trop conseiller au vélivole de changer de temps à autre, si possible, son centre d'activité. On finit en effet par se familiariser avec un terrain au point d'être complètement désorienté quand on en change ; or il faut pouvoir se poser partout. Et ne croyez pas que le terrain de plaine soit impropre aux « accrochages ». Loin de là, vous y trouverez toujours des thermiques de service ; rares sont les « trous aérologiques ».

En tout cas, pour la partie du vol à voile qu'est l'apprentissage, c'est-à-dire le vol plané, ils sont largement préférables. Ce décor que vous avez évité cent fois vous jouera un mauvais tour à la cent unième, parce que vous vous trouverez dans une situation imprévue, car l'obstacle, suivant le vent, la température, l'état même du pilote, présente une variété infinie de réactions sur l'atterrissage.

Il est d'ailleurs aussi inutile, et même nuisible, de faire apprendre le vol au milieu des difficultés que de faire commencer le calcul à un enfant par les intégrales.

Le matériel de piste et son emploi.

D'abord le B. O. C'est généralement une vieille voiture qui ne peut plus décemment affronter les rencontres élégantes sur les grandes routes. On la déshabille. On laisse le siège avant et on fait un platelage sur le châssis. Sur ce platelage, on cloue en travers deux planches d'environ 5 centimètres de large espacées de 15 centimètres. Cela fait une gouttière dans laquelle on peut mettre un patin de planeur, et vous vous en servirez quand vous ramèneriez un planeur à son point de départ. Au lieu de le traîner au sol, vous le mettez sur le B. O. : c'est plus rapide.

A l'arrière du B. O., un crochet de remorque standard, à boule, pour accrocher le treuil et le mener à sa position de travail. A droite et à gauche, toujours à l'arrière, deux crochets fixés sur le châssis et qui vous serviront à attacher les câbles du treuil pour les ramener vers le point de départ des planeurs.

Soignez votre B. O. Ce n'est pas une raison, parce que c'est une vieille bagnole, pour la brutaliser. Vous vous apercevrez rapidement que c'est l'outil le plus utile dont vous pouvez disposer. Sans lui, vous ramèneriez les câbles et les planeurs à la main, et, au lieu de faire cent lancers dans les belles journées, vous n'en ferez pas vingt. Soignez-le d'autant plus qu'il est vieux et ne le confiez qu'à un très bon conducteur éprouvé. Les jeunes qui apprennent à conduire dessus le massacrent et risquent d'annihiler l'activité véluvole de votre club. Que le chef de piste soit intransigeant à cet égard. Il y va de la vie du club.

Savez-vous ce que veut dire B. O. ? C'est — ou plutôt c'était — l'indicateur du vieux tramway parisien Bourget-Opéra ; cela remonte à celle que des présomptueux appelaient la « Grande Guerre », à 1914-1918. A cette époque, de nombreux pilotes militaires se perdaient au cours d'une mission et se retrouvaient toujours miraculeusement au-dessus du terrain du Bourget. Ils atterrissaient, demandant d'un air étonné : « Où suis-je ? », et, après avoir garé leur taxi, couraient prendre le B. O., qui les amenait dans les bras de leur petite amie. Cela s'appelait piloter le B. O. De là, le nom est passé à la voiture de service de l'escadrille, qui était souvent utilisée aux mêmes fins. Le vol à voile est le dernier tenant de cette vieille tradition.

Aux temps préhistoriques, c'est-à-dire vers 1938, on pouvait se payer un B. O. en allant chez le casseur chercher une vieille voiture. On en avait pour au moins cinq cents francs !

Le treuil.

Si vous avez la veine d'avoir un treuil Ford moderne, tout est pour le mieux. Je ne pense pas avoir à vous conseiller de le soigner. Sans lui, plus de lancers économiques.

Bien entretenu et conduit, le treuil doit durer toute la vie du club, c'est-à-dire des années. Des centres interclubs faisant plus de 6 000 lancers par an ont le même matériel et s'en servent sans panes.

Le constructeur livre avec le treuil une notice. Ce n'est pas pour vous embêter, c'est pour que vous en suiviez scrupuleusement les indications si vous voulez que votre club vive.

Les présidents de clubs devraient faire afficher sur le treuil la suite des opérations à accomplir avant de le mettre en route, en insistant sur le graissage de tous les organes, et vérifier avant le premier lancer que tout est en ordre, toutes consignes d'entretien exécutées.

Ces conditions sont aussi impératives si le club se sert d'une vieille voiture sur une roue arrière de laquelle on a fixé un tambour pour l'enroulement du câble.

Le déroulage du ou des câbles du treuil vers le point de départ des planeurs doit se faire rapidement, mais sans à-coups. Les irrégularités de vitesse dans la conduite du B. O. sont mortelles pour les câbles. Cent mètres avant d'arriver au but, le conducteur du B. O. commence à ralentir progressivement jusqu'à s'arrêter complètement à la hauteur du nez des planeurs.

La conduite du treuil est délicate et ne doit être confiée qu'à un conducteur de voiture connaissant bien les moteurs et la mécanique. Il faut dresser à ce travail le plus grand nombre possible de membres qualifiés du club, afin de n'être jamais en panne de treuillard.

Le conducteur doit aussi être un bon pilote de planeur, car il doit analyser les mouvements du planeur qu'il tire afin de l'aider. Un bon treuillard vous économisera 50 p. 100 des câbles, et même des casses d'appareil.

Le démarrage de la treuillée, ou giclée, doit être doux. Le treuillard tend d'abord doucement le câble ; quand il le voit tendu, il démarre progressivement mais vivement, de façon que le pla-

neur décolle rapidement. Aucun à-coup dans la treuillée, surtout au départ, sinon le câble cassera. Il faut beaucoup de doigté, de souplesse.

Le treuillard règle sa vitesse normale de treuillée suivant les indications du premier lancé. La vitesse de traction dépend en effet de la vitesse du vent. Par vent absolument nul, on peut tirer un Grunau ou un biplace de 70 à 80 kilomètres-heure, vitesse à diminuer de la vitesse du vent. Un monoplace d'entraînement genre Castel 301 se tire de 60 à 70 kilomètres-heure. Encore une fois, ces chiffres ne sont pas absolus, les indications des moniteurs devant être respectées par le treuillard.

Quand le câble est à environ 45°, le treuillard ralentit progressi-

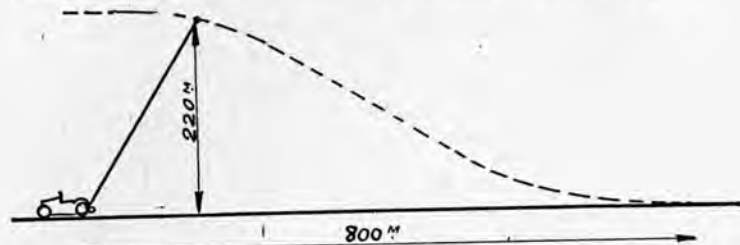


FIG. 13. — Schéma d'un lancer au treuil.

vement jusqu'à arrêter⁴ totalement la traction quand le planeur arrive à 80° du treuil (fig. 13).

Ne pas oublier que la vitesse du vent augmente très rapidement avec l'altitude. Un vent de 8 mètres-seconde au sol peut faire 14 à 15 mètres à 200 mètres.

Il arrive parfois, surtout aux jeunes pilotes, qu'en fin de traction l'appareil commence à faire le veau batifolant, c'est-à-dire à prendre des oscillations longitudinales le faisant ressembler à un marsouin prenant ses ébats. Ralentir très sensiblement la traction dans ce cas, et même l'arrêter si le pilote continue ses oscillations.

Arrêter aussi dès qu'on voit un appareil en difficulté au bout du câble.

C'est pourquoi le treuillard doit être un bon pilote.

Si le planeur arrive au-dessus du treuil avec son câble toujours attaché, quoique le treuillage soit arrêté, n'hésitez pas à couper le câble. Et, à ce sujet, que vos cisailles soient fréquemment essayées, toujours affûtées et en bon état de fonctionnement.

Voiture de remorquage pour lancers.

La méthode de lancer par remorquage à l'aide d'une voiture n'a jamais été utilisée couramment chez nous, alors qu'aux États-Unis c'est le moyen préféré du vélivole.

Il faut pour cela une bonne voiture assez puissante. Elle n'a pas besoin d'être exceptionnellement rapide, 60 à l'heure est la vitesse maximum utilisée. Les Américains se servent beaucoup de la célèbre Jeep pour cet usage. Elle n'est peut-être pas très puissante, mais ses quatre roues tractrices lui assurent d'excellentes qualités de remorqueuse.

On relie la voiture au planeur par un câble dont la longueur dépend du terrain disponible pour le roulage et de la hauteur à laquelle on veut envoyer le planeur. Généralement 400 mètres de câble pour une giclée à 300 mètres.

Il faut naturellement une piste dure, roulable, c'est-à-dire unie.

Je m'excuse de ne pouvoir vous donner plus de renseignements sur ce procédé intéressant et qui devrait être plus répandu chez nous.

Le sandow.

Ça, c'est du sport et du sport d'équipe.

Le sandow doit être soigné comme une mécanique. Il faut le protéger de la pluie, quoiqu'il soit en caoutchouc, car la gaine, elle, est susceptible de pourrir, et, si la gaine est abîmée, le sandow est mort.

Le rouler soigneusement après usage et le suspendre dans le hangar en un endroit sec. Ne jamais le traîner sur le sol. On ne traîne pas un sandow, on le porte.

On lance au sandow du haut d'une pente. Il est évident que, quand on dispose d'une pente, c'est le procédé de lancement le plus économique et le plus sportif.

Le sandow est composé de deux câbles de sandow de la même longueur qu'on engage dans le crochet de lancer du planeur. Ce dernier est maintenu à terre par une corde passée à la béquille et amarrée à un piquet enfoncé dans le sol. Un aide tient l'extrémité libre de cette corde.

Les planeurs allemands avaient à l'arrière du patin un petit crochet, dit crochet de retenue, qui servait à cet usage plutôt que la béquille, autour de laquelle l'amarrage est parfois peu commode.

A chaque extrémité libre des brins de sandow est attachée une corde solide et assez forte, munie tous les 2 mètres d'un fort nœud

donnant prise à la main. Chacune de ces cordes a environ 12 mètres de longueur.

Les membres de l'équipe de lancement se divisent en deux partis, chacun desquels saisit une des cordes, chaque membre de l'équipe à l'un des nœuds, et ils se placent de telle sorte que l'ensemble fasse un grand V dont l'extrémité fermée est accrochée au planeur, chacune des branches s'étendant à droite et à gauche de façon que le planeur passe entre elles au moment du lâcher.

Le moniteur juge de la tension nécessaire et commande, par exemple : « Quinze pas et courir. » Il peut commander seize pas ou douze ou dix sans courir pour les premiers lancers, dans lesquels l'élève doit faire une simple glissade.

Les équipes partent donc, le chef d'équipe comptant les pas à haute voix : « Un, deux, trois... quatorze, quinze. » A ce moment-là, l'homme à la corde de béquille lâche le planeur et simultanément les équipes se mettent à courir, généralement en hurlant. La tradition veut que le pilote du planeur fasse entendre un « merci » retentissant en passant au-dessus des camarades du sandow. Malheur à celui qui l'oublie.

Signalisation. Pour correspondre du treuil à l'aire de départ et *vice versa*, on peut avoir le téléphone sans fil avec haut-parleur fixé sur le treuil et poste portable au point de lancer. Si vous avez dans votre club des amateurs técédistes de classe, vous pouvez leur demander de réaliser cet équipement.

En attendant ce perfectionnement désirable, utilisez le panneau. C'est mieux que le fanion, ce dernier se mettant dans le lit du vent et étant, par conséquent, pratiquement invisible du treuil, puisque la piste est théoriquement dans l'axe du vent.

Un panneau carré en contre-plaqué, de 60 centimètres de côté, fixé au bout d'une latte de 2 mètres environ, vous donnera le moyen idéal de signalisation. Comme il offre de la résistance au vent et que vous devez le mettre face au vent, composez-le de lattes de contre-plaqué de 4 centimètres environ espacées de 5 centimètres. Une espèce de gril. A distance, on le dirait plein et c'est plus léger et moins fatigant. Un bon conseil : procurez-vous quelques catalogues, ou de cette mosaïque de miroirs qu'on appelle verre mural, et clouez cela sur le panneau. Il brillera au soleil, et le treuillard ne pourra manquer de le voir.

Pour la signalisation aux planeurs qui sont en l'air — ordre

d'atterrir par exemple, — on peut disposer sur le sol un chiffre blanc correspondant au numéro du planeur. On peut également équiper un vieux phare d'auto sur une fourche à pivot et, avec une batterie d'accumulateurs de voiture, faire des éclairs en visant le planeur. Ces éclairs sont très visibles même en plein jour. On peut aussi les colorer en interposant des écrans de couleur.

Les câbles. Rien de spécial à ce sujet, sinon que leur vie dépend d'un bon conducteur de B. O. et d'un bon treuillard.

Le câble s'abîme surtout quand il retombe du planeur au sol et quand le treuillard le rembobine. A ce moment, on le tire à grande vitesse sur le sol et, le soir, vous pouvez voir les gerbes d'étincelles qu'il tire des cailloux.

Vous remarquerez d'ailleurs que c'est toujours le bout du câble côté planeur qui casse, et, quand il est trop abîmé de ce côté, vous prolongerez sa vie en le retournant bout pour bout sur la bobine.

Un bon procédé pour économiser le câble est d'interposer entre son extrémité et le planeur un bout de corde de chanvre (ou mieux de nylon pour les clubs de luxe) d'environ 8 millimètres de diamètre, ou une corde doublée de 6 millimètres. Mettez-en 6 à 8 mètres. Cette corde forme amortisseur de choc, car elle a une élasticité plus grande que celle du câble. Je recommande vivement ce procédé.

Le départ sur slip est également à recommander, car c'est à l'arrachage au départ que les câbles fatiguent. Le slip peut être composé d'un rail creux en bois formé de planches avec des rives clouées et sur lequel on place le patin du planeur au départ.

Mais l'idéal sera toujours le planeur à roulette, et je me demande pourquoi on n'a pas universellement adopté cette solution.

Le câble doit être en bon acier et d'un diamètre de 3^{mm},7 environ jusqu'à 4^{mm},5. Le câble de 3,7, ou câble à ballon, d'une résistance d'environ 900 kilos, est le plus utilisé.

A l'extrémité du câble de treuillage, du côté du planeur, il faut attacher une belle cravate faite d'un chiffon rouge ou tango. Elle permettra au chronométreur de saisir le moment exact du largage. Elle permettra aussi de retrouver aisément le bout de câble cassé que, faute d'elle, on cherche parfois des heures dans l'herbe du terrain.

Certains astucieux vous proposeront de munir votre câble de treuillage d'un émerillon. Ne faites jamais cette boulette.

Si vous les écoutez, lors de la traction, le câble aura tout natu-

rellement tendance à se détordre quand la traction cessera et que le câble retombera; il reviendra, pas tout à fait, vers sa position de torsion rapidement, en faisant des coques.

N'oubliez pas que la torsion du câble est un élément de sa résis-

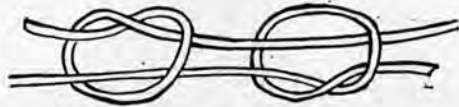


FIG. 14. — Le nœud pêcheur.

tance; vous ne verrez jamais d'émerillons aux câbles d'ascenseurs.

Quand un câble casse, on le répare tout simplement en renouant les deux bouts. Certains font un nœud plat. Pour ma part, je préfère de beaucoup le nœud dit « pêcheur », dont je vous donne le schéma.

Remorquage. Le remorquage se fait par avion. Le planeur est attaché à l'arrière de l'avion par un câble en acier, en chanvre ou mieux en nylon. Le nylon a l'avantage d'une élasticité affectée d'hystérésis, c'est-à-dire d'une certaine paresse à reprendre sa position initiale. Cela permet un remorquage plus doux dans les remous de la turbulence.

Mais, entre nous, le bon vieux chanvre de nos pères peut rendre les mêmes services à bien meilleur marché.

Le câble d'acier, de la grosseur des câbles de treillage, c'est-à-dire de 3^{mm},7 à 4^{mm},5 de diamètre, manque d'élasticité, et le remorqué a plus de difficultés à tenir sa ligne de vol qu'avec les câbles nylon ou chanvre. On dit qu'il « bouchonne » plus facilement.

La remorque française a 60 mètres de long. Aux États-Unis, on utilise des câbles de 80 à 100 mètres. Des essais sont actuellement en cours chez nous tendant à raccourcir encore la distance que nous utilisons.

Aux deux bouts de la remorque sont fixés, par des épissures, des anneaux. L'un sera fixé au crochet de la béquille du remorqueur et l'autre au nez du planeur remorqué.

Le câble de remorquage doit être muni, tous les 10 mètres, d'un chiffon rouge visible d'assez loin, ce pour signaler son existence aux avions et planeurs qui viendraient tourner dans le sillage du remorqueur.

Sur certains remorqueurs, notamment le Caudron Luciole, on a installé un moulinet à air composé d'une roue portant des cuillères ou aubes. La partie inférieure de cette roue à aubes sort du fuselage et, les cuillères étant tournées concavité vers le sens de marche, la roue tourne sous l'impulsion du vent relatif, entraînant, par l'intermédiaire d'une chaîne de vélo, un tambour de treuil sur lequel le câble de remorque s'enroule dès qu'il est libéré du planeur remorqué. Une lampe s'allume devant le pilote quand le câble est totalement rentré.

Pour le départ, le câble étant accroché au remorqueur et au planeur, un aide saisit ce câble à la main à peu près vers le milieu et le tend en s'éloignant de la ligne idéale formée par l'alignement de l'avion et du planeur. Le remorqueur se met alors en route lentement, et l'aide accompagne le câble tout en le tendant jusqu'à ce qu'il forme une ligne droite bien tendue entre remorqueur et planeur. L'aide alors s'écarte vivement, et le remorqueur se met en route, entraînant le planeur.

Si l'on ne prenait pas la précaution de tendre le câble de cette façon, il fouetterait au départ et casserait infailliblement, sans compter les avaries qui pourraient survenir à la coque du planeur.

Inutile d'ajouter qu'un aide accompagne le planeur à l'aile, du côté du vent quand le vent est légèrement de côté, pendant les opérations de départ.

Une fois le planeur largué, le remorqueur revient au terrain et passe au-dessus de l'aire de départ, à basse altitude, et il y décroche son câble que les aides vont chercher immédiatement.

Un autre procédé est d'atterrir avec le câble quand aucun obstacle, tel que bordure d'arbres ou ligne électrique, ne s'y oppose. On gagne ainsi un temps précieux, mais on use davantage de câbles, ce qui n'est pas à considérer dans le cas du câble d'acier ou de chanvre, mais qui est ruineux avec un câble en nylon.

Au départ en remorqué, ayez toujours la main sur la poignée de largage, prêt à vous en servir instantanément. Supposez, en effet, qu'un accident arrive à votre remorqueur, l'obligeant à s'arrêter pile (éclatement de pneu, par exemple). En moins de trois secondes vous serez sur lui si vous n'avez pas largué et manœuvré pour l'éviter en passant au-dessus.

Avions remorqueurs. Nous avions en France un excellent avion remorqueur, le Caudron Luciole, lequel, avec 140 CV, enlève allègrement un biplace lourd.

Une solution de paresse a consisté à les remplacer par des Storch rebaptisés Morane 500. Évidemment, les 240 CV de cet engin ne s'aperçoivent presque pas de la remorque.

En Suisse, aux États-Unis, on remorque avec des Piper Cub de 75 CV. Vous voyez d'ici l'économie !

Chez Mauboussin, à Aire-sur-l'Adour, on remorque un monoplace Castel-Mauboussin de semi-performance 310 P avec le monoplane Mauboussin 123 muni d'un moteur Salmson de 60 CV. Disons que, pour cela, il faut que le planeur soit muni d'une roulette, sinon le patin l'ancre au sol.

Il est évident qu'on pourrait étudier un avion spécialement destiné au remorquage, bon grimpeur, faible vitesse, faible charge au mètre carré, biplace côte à côte pour permettre l'école, et petite puissance.

Hélas ! ce n'est encore qu'à l'état de rêve.

Mode d'accrochage des planeurs. Pour le remorquage, il est évident que la meilleure des positions du crochet est dans le nez du planeur. On utilise pour cela le crochet allemand, exigeant un anneau de faibles dimensions pouvant s'engager dans le logement du crochet. Un dispositif de sécurité permet de larguer automatiquement le câble quand le planeur prend une position trop haute par rapport au remorqueur.

Certains planeurs ne comportent qu'un crochet pour le remorquage et le treuil. Ce crochet, ou crochet français, est à deux positions. L'une complètement fermée pour le remorquage, l'autre demi-ouverte pour le treuillage ou le sandow. Ce crochet est généralement placé à l'avant du patin.

Il est essentiel, avec ce crochet, d'utiliser un anneau rond de grand diamètre (au moins 40 millimètres intérieur), pour éviter qu'il ne se coince sur le crochet de largage, pouvant causer ainsi un accident très grave. Pour le treuillage des élèves, il est indispensable d'utiliser le crochet ainsi placé à l'avant du patin.

Pour le treuillage des pilotes de performance, c'est-à-dire bien entraînés, on peut utiliser un crochet situé plus en arrière, à environ 70 à 75 centimètres derrière le bec du patin. Ce crochet ne doit avoir qu'une seule position : largement ouvert.

Ce dernier type de crochet a un avantage considérable. Avec la même longueur de câble et le même treuil, il permet d'augmenter de plus de 50 p. 100 l'altitude de largage, doublant presque le temps de vol plané.

Ainsi, sur le biplace C 800, le crochet, reculé de 70 centimètres, a permis de doubler le temps de vol d'école pour la même consommation d'essence au treuil. Le planeur en treuillée monte à 11 mètres-seconde au variomètre au lieu de 7 mètres, et la montée se fait à 65 au badin au lieu de 80. Elle dure donc plus longtemps et l'altitude atteinte est meilleure.

Ce type de crochet était utilisé parfois sur le Grunau allemand, mais il a rencontré dans ce cas la défaveur des services techniques, car il était disposé beaucoup trop en arrière, sous le siège du pilote, et l'appareil fatiguait évidemment.

Dans le cas du crochet arrière, on doit entoiler le vide entre la coque et le patin du côté du crochet, pour éviter que l'anneau de câble ne vienne s'y coincer au largage. L'aide tenant le planeur à l'aile doit alors toujours le tenir du côté du crochet, le planeur n'étant plus tiré exactement dans l'axe ayant une légère tendance à craber au départ.

Utilisé avec le minimum de précautions qu'on doit apporter à tout ce qui est aviation, ce dispositif représente un réel progrès dans le lancement des planeurs.

Quand vous opérez avec un treuil à deux câbles et qu'un biplace est en piste, laissez toujours la priorité au biplace et faites-le partir sur le premier câble.

Le monoplace, partant ensuite, aura ainsi la piste à lui et pourra s'amuser à spiraler au-dessus du treuil, s'il y trouve quelque chose, sans gêner les camarades.

Pour les mêmes raisons, la priorité sera à l'élève en monoplace et le second tour au champion.

On doit aussi toujours lancer en premier l'appareil le moins fin. En effet, il descend plus vite, et, si vous l'avez « giclé » en second, il se présentera à l'atterrissage en même temps que le premier lancé, lequel, de par sa plus grande finesse, sera resté en l'air plus longtemps. Les deux appareils se gêneront à l'atterrissage, ce qu'il faut toujours éviter dans la mesure du possible.

Le B. O. de planeur ou diablo.

C'est très simple, c'est l'engin qui sert à ramener le planeur qui s'est posé loin ou court et à le manœuvrer au sol : deux roues munies de pneumatiques, si possible, et un essieu fixé sous une gouttière en tôle ayant la largeur d'un patin de planeur. Dans cette gouttière on soude un téton dépassant de 3 ou 4 centimètres. Dans les patins de planeurs, on perce un trou correspondant au téton.

Peut-être un jour les constructeurs penseront-ils à mettre une roulette sous tous les planeurs. Cela simplifiera les choses. Mais c'est peut-être trop simple pour les cerveaux surchargés de nos bureaux d'études.

Le chef de piste.

Dans le matériel, nous pouvons faire entrer le chef de piste. C'est généralement un monsieur irrémédiablement inoculé par le virus et qui ne comprend pas que les autres ne soient pas atteints au même degré. Il est chargé de l'entretien du matériel, de faire observer les consignes de piste, les ordres de départ. Sa fonction la plus importante est d'obliger les membres du club à remuer leurs puces : « Tout le monde au pas gymnastique pour ramener le planeur ! Quelqu'un au câble ! Un tel à votre tour. Comment, vous n'avez pas encore votre parachute sur le dos ? Alors au suivant, et que ça saute ! »

Le soir, il préside à la rentrée des planeurs et du matériel. Il lui faut une endurance à toute épreuve, tant physique que morale. Il doit être bon pilote et treuillard, posséder des cordes vocales en acier étiré à froid et une autorité indiscutable. Un bon chef de piste peut augmenter de 50 p. 100 le nombre des lancers.

Entretien du matériel de piste.

Les soins quotidiens ou autrement périodiques à donner au matériel : treuil, B. O., etc., doivent être affichés afin que les responsables de ces machines ne puissent prétendre les ignorer. Le chef de piste doit y veiller. Un matériel en bon état et propre, c'est les deux tiers de la vie du club.

Propre. Je dis bien propre. L'eau, le savon, la brosse et la peinture doivent toujours être en action. Le pilote voilier doit être comme certains marins dont les bateaux tiennent encore sur l'eau à force de peinture, c'est-à-dire parce que bien entretenus. Le vol à voile est l'aristocratie de l'aviation, et il doit être impeccable, et n'oubliez pas, je vous le répéterai, vous ne ferez rien de propre avec du matériel sale.

LES APPAREILS DE BORD

Avant de prendre votre première leçon de vol, il faut que vous fassiez connaissance avec les appareils de contrôle placés sur le tableau de bord, appareils qui vont guider votre vol, qui doivent vous servir, mais non vous hypnotiser.

Il faudra de temps en temps, fréquemment même, jeter un coup d'œil qui embrasse le tableau de bord et lire à la fois tous les instruments, sans pour cela oublier que vous apprenez à piloter à vue d'abord, c'est-à-dire que votre regard contrôle également la ligne de vol et la stabilité de votre appareil d'après la position de l'horizon par rapport à votre capot ou pare-brise. Pour cela, un excellent entraînement est d'aller voir souvent des films américains en version originale sous-titrée. Un œil sur le jeu des acteurs, un autre sur le sous-titre... Vous voyez, ce n'est pas plus difficile que cela.

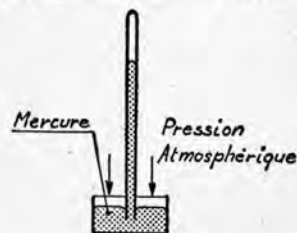
Altimètre.

Voici d'abord l'altimètre. Pas très utile pour le moment, cet appareil. Il sert seulement à la connaissance de votre altitude et n'a aucune fonction de contrôle de pilotage pour vous, puisque vous n'aurez jamais, en planeur, à faire d'approche de terrain en P. S. V. Il n'a donc pas besoin d'être extrêmement précis. Le meilleur sera le plus petit, car il tiendra ainsi moins de place sur votre tableau de bord, qui va être bien encombré sans lui quand vous en serez à la performance. Il en serait tout autrement si nous pouvions disposer d'un altimètre de précision à deux aiguilles.

Les altimètres de précision comportent deux aiguilles, tout comme une montre. La grande fait le tour du cadran en 25 à 30 mètres par exemple ; elle est assez sensible pour vous servir de variomètre. La petite indique les milliers de mètres. Elle fera un tour de cadran pour 5 000 ou 10 000 mètres, suivant le cas.

Mais, pour le moment, votre altimètre sera largement suffisant

avec une seule aiguille faisant un tour pour 3 000 ou 4 000 mètres par exemple. Quand vous voyagerez ou tournerez dans un thermique au-dessus du terrain, 100 mètres de plus ou de moins n'auront pas grande importance.



Baromètre à mercure

FIG. 15. — La pression atmosphérique diminue avec l'altitude, ainsi qu'on peut le constater avec un baromètre à mercure (expérience de Pascal au Puy-de-Dôme).

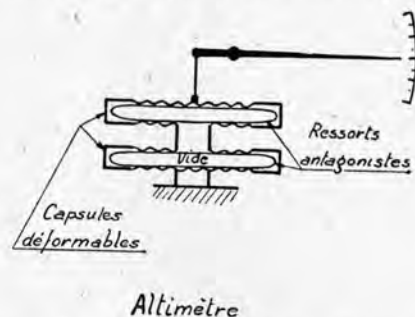


FIG. 16. — Baromètre anéroïde ou altimètre.

devant le cadran. Ce dernier est mobile afin que vous puissiez le ramener au zéro avant chaque départ, ce qu'il ne faut pas oublier de faire, car, l'altimètre-baromètre étant sensible aux

Pour les approches du terrain, votre altimètre vous donnera deux indications : 1° Ne pas couper le terrain à moins de 300 mètres pour ne pas gêner les treuillées ; 2° Ne pas spiraler à moins de 100 mètres.

Vous savez tous comment est fait un altimètre. Vous savez que c'est un instrument qui vous donne la pression atmosphérique, laquelle diminue au fur et à mesure que vous vous élevez, étant donné que vous avez à supporter en moins le poids de l'atmosphère que vous laissez au-dessous de vous (fig. 15).

L'altimètre est donc un vulgaire baromètre anéroïde (fig. 16) gradué en mètres. Il est composé d'un ou plusieurs récipients étanches dans lesquels on a fait le vide le plus parfait possible. Les récipients : boîtes ou capsules, sont rendus facilement déformables par un plissement de leurs couvercles en forme de cercles concentriques. Ils résistent à l'écrasement total dû à la pression atmosphérique grâce à un ressort antagoniste placé à l'intérieur ou à l'extérieur. Le centre de la boîte inférieure est fixé au boîtier de l'appareil, et celui de la boîte supérieure à un fil qui actionne un ou une série de leviers qui font déplacer l'aiguille

variations de pression atmosphérique, le zéro varie continuellement. En fait, près du sol, une variation de pression barométrique de 1 millimètre correspond à une différence de hauteur de plus de 10 mètres.

Anémomètre. Beaucoup plus important, voici l'anémomètre, indicateur de vitesse relative ou vitesse par rapport à l'air, et qu'en France nous appelons plus couramment « badin », du nom du constructeur qui, le premier, a répandu cet instrument.

Le badin n'est autre qu'un manomètre un peu plus précis que ceux qui vous indiquent la pression de votre chaudière de chauffage central ou du pneumatique de votre voiture.

Voyons comment il fonctionne.

Le badin comporte d'abord une antenne en forme de trompe de Venturi, c'est-à-dire d'ajutage convergent-divergent. Si nous faisons passer un courant d'air dans cet ajutage, nous constaterons que le col de l'appareil est soumis à une certaine dépression. Vous le comprendrez plus facilement en regardant le croquis qui vous montre la disposition des filets d'air dans un tube cylindrique soumis à un



FIG. 17. — Forme d'une veine fluide dans un tube court cylindrique.

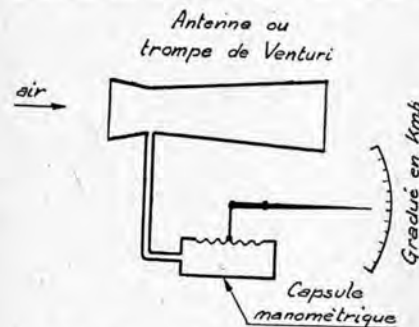
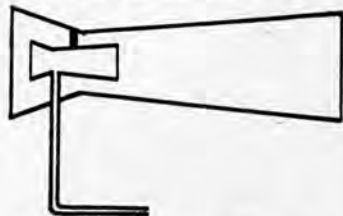


FIG. 18 — Anémomètre Badin.

Si nous relions par un tube le col du badin à l'intérieur d'une capsule manométrique semblable aux capsules barométriques, vous comprenez que la dépression qui va se produire à l'intérieur de

cette capsule pourra être matérialisée et mesurée par le déplacement d'une aiguille devant un cadran, et qu'après étalonnage dans une soufflerie on pourra graduer ledit cadran en kilomètres-heure (fig. 18).

En fait, l'antenne du badin comporte deux venturis l'un dans l'autre, car on a constaté que le venturi intérieur devenait le siège d'une dépression environ six fois plus importante que celle de l'appareil simple (fig. 19).



Antenne double du badin

Fig. 19. — Antenne du badin.

La dépression enregistrée n'est pas uniquement fonction de la vitesse de l'air, mais également de sa densité. Donc, quand l'air est moins dense, c'est-à-dire quand vous vous élevez, votre badin indiquera une certaine vitesse relative, et vous irez plus vite par rapport au sol que s'il indiquait cette même vitesse près du sol.

Quant à l'antenne, elle n'a pas lieu d'être orientée strictement selon l'axe de vol du planeur. Ce serait une erreur. Elle doit être parallèle au point de la coque où elle est fixée, car les filets d'air épousent sur une assez grande distance la forme et les contours des surfaces qu'ils rencontrent.

Variomètre. Et voici le variomètre, l'appareil qui va vous dire si vous montez ou si vous descendez. Il indique les variations d'altitude, d'où son nom. Les anciens ballonniers l'appelaient baroscope.

Le variomètre est encore un manomètre, mais sa capsule est en communication avec une capacité fixe, en l'occurrence une bouteille isolante, plus connue sous le nom de « thermos » (fig. 20).

Cette bouteille est également en communication avec l'atmosphère par un tube ou trou extrêmement fin dit capillaire, c'est-à-dire du diamètre d'un cheveu.

Si nous montons, la pression atmosphérique devient moins forte, mais la pression dans la bouteille mettant un certain temps pour s'égaliser avec la pression atmosphérique à cause de la résistance au passage de l'air vers l'extérieur par le trou capillaire, la pression dans la capsule va être, pendant la montée, plus forte que la pres-

sion atmosphérique, et l'aiguille sur notre cadran va monter, indiquant la montée. Quand on descend, le processus s'inverse.

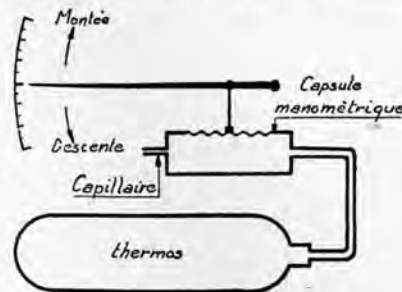
Les variomètres que nous utilisons en France ont un grave défaut : ils ont un retard appréciable dû au volume des capacités parasites (capsule et tuyauterie). En fait, ils ont un retard de sept à dix secondes, et cela sera bien gênant quand vous ferez de la performance, car, en dix secondes, vous pouvez traverser une colonne ascendante ou sortir de votre ascendance sans vous en apercevoir.

L'inertie du variomètre diminue quand la tension de la membrane croît, c'est-à-dire que, si votre vario indique par exemple 2 mètres de montée, les variations de notation que vous apercevrez à ce moment correspondront bien à des variations d'allure dans la montée et la descente, mais qui n'auront plus alors que deux à trois secondes d'avance sur les indications de votre appareil.

C'est surtout aux alentours du 0 que vous aurez le maximum d'inertie.

La maison l'Appareillage Aéronautique dirigée par M. Badin fait maintenant un vario qui a moins de deux secondes d'inertie grâce à une membrane extrêmement mince de 2/100 de millimètre. On peut l'en remercier.

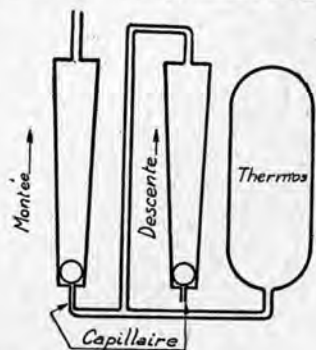
Les Suisses, les Américains et d'autres tribus utilisent de préférence le variomètre à balle de sureau. Ce dernier a l'avantage de peu d'inertie. Il est plus rapide de réponse, car il mesure un débit plutôt qu'un volume. C'est toujours une capacité qui est à la base du système, mais l'appareil de mesure est composé de deux tubes de verre coniques placés devant le pilote. Chaque tube est fermé dans le bas par une petite balle de moelle de sureau, donc extrêmement légère (fig. 21). Si nous nous élevons, la capacité va se décharger dans l'atmosphère. L'air expulsé va soulever la balle de sureau d'autant plus haut qu'il sortira plus vite, c'est-à-dire que le planeur montera plus vite. Dans le cas contraire, la balle de gauche retombe,



Variomètre

Fig. 20. — Schéma d'un variomètre.

obture le tube, et c'est la balle de droite qui s'élève, indiquant la descente. Simple, n'est-ce pas ? Vous pouvez essayer d'en bricoler un vous-même avec une bouteille thermos et l'aide d'un souffleur de verre adroit, comme en général ils le sont tous. Toutefois le variomètre à balle de sureau perd légèrement de sa sensibilité dans le virage, la force centrifuge augmentant le poids de la balle. Cette perte est d'ailleurs assez faible. Pour un virage à 15° , le poids de la balle est à multiplier par 1,035; à 20° , par 1,06; à 30° , par 1,15. Il est rare qu'en spirale d'ascendance vous dépassiez ces inclinaisons.



Variomètre à balle de sureau

FIG. 21. — Schéma d'un variomètre à balle de sureau.

Pour passer du zéro à l'indication de la vitesse de montée ou de descente, le variomètre à balle de sureau a aussi de l'inertie, car il faut que la capacité remplisse la partie du tube conique comprise entre le siège de la balle de sureau

et cette balle stabilisée à sa hauteur. Si nous supposons une balle de 10 millimètres carrés de surface (environ $3\text{ mm},5$ de diamètre) et une bouteille isolante d'un demi-litre de capacité (ce qui est très fort, la bouteille des varicos à membrane contenant de 100 à 200 centimètres cubes), nous constaterons qu'une montée de 1 mètre dans l'atmosphère basse correspond à une augmentation du volume d'environ $1/8\ 000$. Notre balle de sureau montera donc de 6 millimètres. Si la capacité n'a qu'un quart de litre, la balle ne montera que de 3 millimètres. On voit donc que, dans ce cas, la rapidité des indications est fonction du volume de la capacité.

En tout cas, le nouvel appareil de M. Badin est plus sensible que l'appareil à balle de sureau.

Accéléromètre. On devrait user d'un appareil qu'on appelle accéléromètre et qui est destiné à mesurer les accélérations. Disposé de façon à noter les accélérations verticales, cet appareil pourrait servir à déceler les plus faibles ascendances, c'est-à-dire le moment où le planeur entre dans l'ascendance... ou la descente.

La règle d'emploi serait celle-ci. Dès que l'accéléromètre indiquerait l'entrée dans une ascendance, continuer tout droit pendant deux secondes environ, puis se mettre en spirale et attendre que le variomètre décide de la situation.

L'accéléromètre indiquerait évidemment les moindres bosses de l'atmosphère, et toutes ne sont pas utilisables, mais l'indication est instantanée, et c'est un avantage.

Kronfeld utilisait un accéléromètre en lequel il avait grande confiance et qui lui permit de belles performances.

Un accéléromètre est composé d'une masse solide ou liquide pouvant se déplacer librement suivant deux directions opposées. Un pendule forme un accéléromètre, quoique inutilisable dans ce cas.

Prenez un pendule à la main, la masse pendulaire pendant au bout de son fil, et avancez vivement la main dans une direction quelconque. La masse pendulaire restera en arrière du fait de son inertie, et le fil formera avec la verticale un angle que vous pourrez mesurer en accélération.

Quant le conducteur de l'autobus donne un coup de frein et que vous allez hypocritement embrasser votre voisin d'en face, vous faites office d'accéléromètre et, dans l'ascenseur, quand vous pliez les genoux au démarrage, vous êtes un accéléromètre d'ascendance.

Indicateur de stabilité latérale.

Et voilà enfin l'indicateur de stabilité latérale, ou bille. C'est tout simplement un tube de verre cintré en arc de cercle et contenant une bille d'acier dans un liquide généralement composé d'un mélange d'alcool et de glycérine. On l'appelle aussi indicateur de glissade.

Dans toutes vos évolutions, cette bille doit rester au centre, elle est le témoin de votre bonne stabilité latérale. Tant que vous ne serez pas un pilote confirmé par des dizaines et même des centaines d'heures de vol, consultez-la fréquemment. La stabilité, notamment dans le virage, n'est pas une chose d'instinct. Si cet instinct existait, on n'aurait pas besoin d'instruments de P. S. V. (1). Vous aurez besoin d'un long entraînement dans le pilotage à vue pour obtenir la correction sensitive de vos réflexes, et, en P. S. V., il n'y

(1) P. S. V. : pilotage sans visibilité.

a que vos instruments qui comptent, les sensations n'existant plus que pour vous tromper.

La bille est certainement de tous les instruments du tableau de bord le plus utile, non seulement en P. S. V., mais en pilotage par temps clair. Car, à moins d'une longue pratique, bien peu de pilotes assurent correctement, d'instinct, la stabilité du virage.

J'ajouterai qu'elle est indispensable sur tous les appareils, depuis le gros porteur jusqu'au plus lent des planeurs en passant par les météoriques avions de chasse.

Si nous considérons un appareil en virage, nous remarquons qu'il est soumis à deux forces : son poids P et la force centrifuge C , lesquelles se combinent en une résultante R (fig. 22).

Il est évident que, pour assurer la stabilité en virage, les plans du planeur devront attaquer l'air symétriquement par rapport à R , c'est-à-dire être perpendiculaires à R , du moins dans les planeurs sans dièdre important (ce qui est aujourd'hui le cas général), puisque la force de sustentation doit être égale et opposée à R .

Nous pouvons dire que le planeur stable dans le virage ne tourne pas autour du centre apparent de virage O , mais plutôt autour du centre O' , auquel il semble être suspendu par un fil matérialisant la direction de R et décrivant un cône autour de l'axe de virage. Ceci se passe exactement comme pour le verre d'eau que vous suspendez à un fil par une attache en patte d'oie et que vous faites tourner suivant un cercle horizontal : le plan d'eau restera toujours perpendiculaire au fil quelle que soit l'inclinaison du verre.

La formule donnant la force centrifuge étant :

$$C = \frac{P}{g} \omega^2 r,$$

dans laquelle ω est la vitesse angulaire et r le rayon de giration, on voit que, quels que soient les poids respectifs du planeur et de la bille, les angles formés par la résultante R et les verticales passant

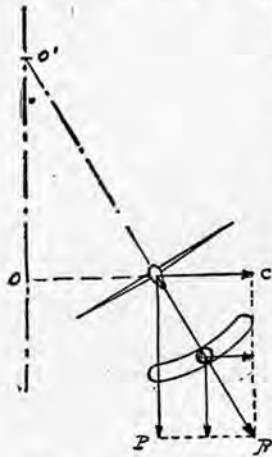


Fig. 22. — Équilibre dans le virage.

par les centres de gravité du planeur et de la bille sont les mêmes et leur variation uniquement fonction de $\omega^2 r$.

Vous m'excuserez si j'introduis ici la vitesse angulaire ω , mais il faut vous résigner à lire et retenir quelques formules mathématiques si vous voulez comprendre ce que vous faites et voler correctement. La vitesse angulaire d'un corps tournant autour d'un axe est la vitesse d'un point tournant avec ce corps et situé à 1 mètre de cet axe. C'est donc la vitesse tangentielle d'un corps tournant ayant un rayon égal à l'unité.

Si j'introduis dès maintenant cette notion, c'est que vous en aurez besoin plus tard quand nous analyserons le P. S. V.

La vitesse tangentielle d'un point d'un corps quelconque tournant autour d'un axe est donc égale à la vitesse angulaire de ce corps multipliée par le rayon de giration du point considéré, autrement dit sa distance à l'axe de rotation.

Je reprends. Par conséquent, la bille, dans son tube, subissant des efforts appliqués suivant les mêmes directions que ceux qui agissent sur le planeur, devra occuper une position telle que son centre se trouve sur l'axe de foi passant par le centre de courbure du tube quelle que soit la vitesse du planeur si l'inclinaison de ce dernier est correcte. On dit que la bille doit rester « au milieu » dans toutes les évolutions de la machine et non seulement dans les virages très inclinés, cela, naturellement, à condition que le rayon de virage soit le même pour la bille que pour le centre de gravité du planeur, ce qui est pratiquement le cas pour l'indicateur de glissade fixé sur les tableaux de bord.

Un pilotage plus fin devrait tenir compte de la dérive, c'est-à-dire du sens du vent, et là les indications d'une girouette verticale très sensible donneraient encore plus de précision au pilotage. J'analyserai d'ailleurs plus complètement la girouette et ses fonctions dans le chapitre qui parlera des instruments de bord indispensables au P. S. V.

Toutefois, la girouette obligerait à une correction continue du virage dans la spirale serrée, allure de vol fréquente sinon normale du planeur, et l'action répétée sur les commandes, au cours de la spirale, n'est probablement pas faite pour améliorer la finesse du vol.

Les pilotes qui opèrent dans un cockpit torpédo connaissent très bien le souffle venant sur une joue ou sur l'autre suivant que leur appareil glisse ou dérape même légèrement. D'ailleurs, un

excellent procédé est de voler avec un chapeau de feutre... auquel on tient. Si vous glissez ou dérapez, même peu, votre chapeau passera rapidement par-dessus bord. Le chapeau canotier, dont la sensibilité est très supérieure à celle du feutre, constitue un indicateur de stabilité latérale encore préférable.

Quoi qu'il en soit, la bille restera toujours, avec l'anémomètre, l'instrument de pilotage le plus simple et le plus utile, je dirais même indispensable.

Il est assez difficile de savoir exactement qui utilisa pour la première fois l'indicateur de stabilité transversale, ou indicateur de glissade. Il semble que la première application en ait été constatée sur les bombardiers de nuit bimoteurs allemands Gotha, vers 1916 ou 1917. C'était alors une masse pendulaire. En 1919, M. Badin fit, avec Labouchère, quelques essais qui aboutirent, en 1922, au contrôleur de vol tel que nous le connaissons, c'est-à-dire groupant l'anémomètre, le contrôleur de virage et l'indicateur de stabilité transversale à bille.

Cet appareil n'a pas eu d'abord la faveur des pilotes. La mode en était au pilotage d'instinct, et on prétendait qu'un bon pilote connaissait toujours la position de son appareil.

C'est en 1922, lors d'un vol dans le brouillard au cours duquel « il mélangea les pédales », que Rougerie, ne sachant plus où il en était, se décida à consulter le contrôleur de vol disposé devant lui, réfléchit et se tira d'affaire sans mal. C'est, si je ne me trompe, là qu'il faut chercher l'origine de la première école de P. S. V. : l'école Farman, créée, dirigée et animée par le regretté Rougerie et qui a rendu tant de services à l'aviation.

N'oubliez jamais une chose, c'est que, si vos sensations sont en contradiction avec vos instruments, ce sont eux qui ont raison et eux qu'il faut écouter et dont il faut suivre les conseils.

APPRENTISSAGE DU PILOTAGE

Tout mouvement inutile est un mouvement nuisible, car il oblige à faire un mouvement contraire pour détruire son effet. C'est ainsi que l'on voit, sous prétexte de le maintenir stable, des pilotes secouer eux-mêmes leur avion, alors que, s'ils laissaient la machine tranquille, elle volerait parfaitement bien toute seule. Le pilotage le plus pur est celui qui fait la plus grande économie de mouvement. Ceci est surtout perceptible dans le pilotage par les appareils de bord, car ceux-ci déterminent le sens et l'amplitude de chaque manœuvre nécessaire.

POINTIS.

Il n'y a que deux manières de piloter, la mauvaise et la bonne, mais, alors qu'il n'y a qu'une façon de bien piloter, il y en a de multiples de mal faire, provenant chacune de recettes individuelles.

Même en vol à voile, il ne saurait y avoir de recettes individuelles : l'art du pilotage est un, et son classicisme universel et inéluctable.

Il n'y a plus maintenant qu'une seule méthode admise : la méthode dite de Salon, enseignée en biplace.

Toutefois, pour les clubs qui n'ont pas de biplace et qui veulent voler quand même, je vais dire quelques mots de l'apprentissage en monoplace.

Apprentissage sur monoplace.

Il se fait sur des appareils robustes que les Allemands appelaient « Zögling ». Le type de l'appareil allemand de ce genre est le SG 38 (prononcer esse-gué 38). L'appareil français y correspondant était le XI A. Je dis « était », car on n'en construit plus. Paix à ses cendres.

Je lui garde toutefois un souvenir ému et reconnaissant et je ne

connais pas un vieux du vol à voile qui ne ferait encore volontiers une « giclée » sur l'ancêtre.

L'appareil, en tout cas, doit être robuste, car il va être « sonné » maintes fois dans sa journée. Les bouts d'ailes doivent être renforcés et, si possible, munis de béquilles, car ils vont traîner par terre plus d'une fois.

Et un bon conseil : munissez votre XI A, si vous en avez un, d'un badin placé sur le bec avant ou d'un étuvé que vous pouvez faire vous-même. Un bon pilote n'apprécie pas toujours très bien sa vitesse de vol au pifomètre, n'exigez donc pas cela d'un élève.

Le jeune élève, s'étant assis pour la première fois, et avec quelle émotion ! dans le baquet de l'appareil, est attaché. Ceinture et bretelles. Un casque pare-chocs le surmonte. Les pieds dans les étriers du palonnier, car il ne faut pas que le pied glisse et vienne en contact avec le sol. Le manche à balai dans la main droite. La main gauche cramponnée sous le siège, les yeux à l'horizon, et des lunettes protectrices. J'exige les lunettes, sans lesquelles les yeux pleurent et brouillent l'horizon. Autant que possible des lunettes en plexiglas ou rhodoïd, à cause des bris de verre possibles.

S'il s'agit d'une giclée au sandow, l'appareil est sur un petit monticule en pente douce, à 1 ou 2 mètres de dénivellation, et on va le tirer doucement pour un bond de quelques mètres de longueur.

Si c'est au treuil que se fait l'école, l'appareil est à côté du treuil, le câble de ce dernier passant sur une poulie de renvoi à 200 mètres de là. Le moniteur est au treuil, c'est lui qui va doser la vitesse, tirer son élève et rattraper, à l'occasion, une faute avec un coup d'accélérateur, ou en ralentissant ou stoppant. Le moniteur de monoplace doit avoir, pour de bons résultats, en dehors de ses connaissances du pilotage, des qualités de psychologue, de patience, de pédagogue, supérieures à celles qu'on exige du moniteur en biplace. Il ne doit surtout pas avoir de maladie de cœur, car ses élèves prennent parfois, au bout du fil, des positions à faire suer de peur même un ataraxique.

Première giclée : on tire l'élève sur 100 à 150 mètres au sol, assez vite pour que la vitesse relative permette une certaine efficacité des ailerons, pas assez vite pour que l'appareil décolle. L'élève doit tenir son gouvernail de profondeur « en ligne de vol », c'est-à-dire bien dans le prolongement du plan fixe. Le gouvernail de direction bien droit.

Ce n'est pas toujours très commode avec les secousses sur le sol.

Quand l'élève arrive à tenir ses ailes bien horizontales, on le fait glisser un peu plus vite, toujours au sol et sans décoller. Puis un petit bond à 50 centimètres avec ordre de tenir sa ligne de vol correctement sans ondulations ni battement d'ailes. Cela toujours au bout de la ficelle. Ensuite un palier à 1 mètre. Le moniteur, au treuil, maintenant la vitesse afin que l'appareil vole à 1 mètre du sol, l'élève devant le maintenir bien horizontal et en ligne droite.

Puis on va le gicler à 2 mètres et le lâcher. Il va donc atterrir seul. Ça se passera bien s'il tient toujours sa ligne de vol, et il y a été habitué par de nombreuses « glissades ».

Puis un peu plus haut encore et, progressivement, en corrigeant ses fautes au fur et à mesure, on l'amène au brevet A. Jour de gloire : une grande giclée à 60 mètres de haut et droit devant soi jusqu'à l'atterrissage. Il s'agit de tenir l'air 30 secondes et on a l'insigne bleu avec une aile blanche.

Puis en route pour le brevet B. Deux vols de 45 secondes et un vol de 1 minute avec deux virages à 180° en S. Et cela fait deux ailes blanches sur fond bleu. Nos as d'aujourd'hui ont commencé comme cela.

Malheureusement, la méthode du monoplace, si elle est excellente alternée avec des tours de biplace, ne vaut rien seule, car le jeune pilote est tenté de prendre de mauvaises habitudes, de piloter selon sa petite recette personnelle, et a naturellement tendance à croire que c'est arrivé et se sentir plus malin que les copains.

LE PILOTAGE

Je vais supposer que, pour tous ces exercices, vous volez en air calme sans turbulence, sans ascendance, le temps que vous trouverez l'hiver sans vent ou les matins d'été quand vous volez dans la couche d'inversion près du sol.

C'est-à-dire que vous allez faire du **vol plané** et non du **vol à voile**.

L'envol au treuil. Vous avez pris place avec toute la cérémonie d'usage. Auparavant, vous avez bouclé votre parachute, essuyé vos pieds, car il n'est pas indispensable d'emporter avec vous la boue du terrain. Confortablement assis, sur un coussin autant que possible, non pas tant pour protéger cette noble partie de votre individu que pour ménager le siège en contre-

plaqué, toujours trop léger, dans un atterrissage un peu dur. Et puis, si vous devez rester longtemps en l'air, n'oubliez pas que la moitié de votre sécurité est dans votre confort.

Ceinture et bretelles. **N'oubliez jamais les bretelles et ne consentez jamais à monter dans un appareil, planeur ou avion, qui n'en est pas muni. Il peut y aller de votre vie.**

* *

Quand vous êtes confortablement assis sur le siège, bouclez ceinture et bretelles en serrant les sangles de façon que vous fassiez corps avec votre machine. C'est extrêmement important.

N'ayez pas peur de serrer. Vous ne serez nullement incommodé si vous restez longtemps en l'air. Au bout de quelques minutes, vous vous sentirez plus à l'aise. Votre corps se sera adapté au siège, aux attaches, et vous aurez même une certaine liberté de mouvement.

Plus vous ferez corps avec votre machine, mieux vous en ressentirez les accélérations dans la recherche des ascendances, et, en cas d'atterrissage brutal, vous aurez toutes les chances de vous en tirer indemne.

Pour le pilote bien attaché, la « bûche » en planeur n'est pas très dangereuse. La structure de l'appareil se brisera, formant en quelque sorte amortisseur, et vous ne risquerez pas grand'chose si vous n'êtes pas projeté, et vous ne le serez pas si vous êtes très étroitement lié à votre siège.

* *

Les pédales ont été réglées à votre taille. Il vous faut une position jambes presque allongées. La position recroquevillée vous enlève la moitié de vos moyens, et vos genoux gênent les mouvements latéraux du manche ou la manœuvre du frein de piqué s'il y en a un.

Vos instruments sont au point, altimètre à zéro. Le badin fonctionne, le pilote précédent l'a affirmé, mais ne soufflez pas dans la trompe pour vous en assurer. Pour cela, on ferme les extrémités de la trompe avec les paumes des mains, et on presse légèrement. La compression dans la trompe fait vaciller l'aiguille. Et n'oubliez

pas que les indications de cet appareil n'ont qu'une valeur relative. Il peut avoir du retard ou de l'avance.

On ferme le capot sur vous. « Paré ? — Oui. » Alors on accroche l'anneau du câble au crochet de lancer. **Le crochet doit être à la position demi-ouverte** de façon que, la traction stoppant, le câble retombe de lui-même.

Un aide prend l'aile à terre du côté du vent et la lève, maintenant les plumes horizontales. Un autre lève le panneau de signalisation à droite ou à gauche du planeur suivant que vous partez sur le câble de droite ou celui de gauche.

Inutile de demander alors, comme le font certains, si votre gouvernail de profondeur est bien placé. Si vous êtes un pilote, vous vous en apercevrez bien au départ et le mettrez automatiquement dans la bonne position.

Le câble se tend. L'appareil commence à courir sur le sol, accélère, l'aide abandonne l'aile qu'il a maintenue en courant, vous **décollez en ligne de vol**. A environ 3 à 4 mètres du sol, vous faites un palier de quelques mètres, puis vous tirez sur le manche et grimpez. Pas la peine de tirer comme un sourd, vous ne feriez que freiner la montée et fatiguer l'appareil. Tirez sans excès ; vous devez sentir le manche peser dans votre main. Regardez votre vario : il doit indiquer dans les 5 à 6 mètres-seconde pour une montée correcte avec le crochet avant.

Si vous avez un crochet arrière, vous monterez à 11 ou 12 mètres, et il ne faudra pas tant tirer. Si le crochet est trop en arrière, comme sur le Grunau, il faudra même que vous mainteniez légèrement l'appareil, qui a tendance à monter trop à la verticale.

La traction se fait entre 70 et 80 kilomètres-heure. Vous arrivez presque sur le treuil, quoique parfois vous ne pouvez le voir à cause de votre position. Si vous maintenez l'appareil dans sa position cabrée, il va commencer à avoir de fortes oscillations longitudinales. Il faut donc que vous **rendiez la main** au fur et à mesure que vous vous approchez du sommet de la treuillée, jusqu'à être presque horizontal.

* *

Une question fortement controversée est celle de la correction de la dérive dans le lancement au treuil, vent de côté.

L'accord unanime est sur la prépondérance du manche dans cette

correction. Du manche du côté d'où vient le vent. Certains ne mettent que du manche et il semble que la position inclinée des ailes va donner plus de prise au vent, donc ne corriger que peu la dérive.

En mettant un peu de pied contraire, on se met en glissade vers le vent et, naturellement, on perd de la hauteur, mais on semble corriger mieux. D'autres mettent très peu de pied du même côté que le manche, se mettant en position de virage vers le vent, légèrement glissé. C'est ce que je fais, sans recommander particulièrement la recette. Cette position a l'avantage de vous mettre automatiquement face au vent, en cas de rupture du câble. Ces différentes corrections font d'ailleurs perdre de la hauteur, et, quand on ne risque pas de jeter le câble sur une route ou sur des arbres ou décors quelconques, la dérive au bout du câble n'a pas une importance primordiale.

Au bout de votre montée, **que le treuillage s'arrête ou non, vous tirez sur la commande de largage**. Il faut toujours vous

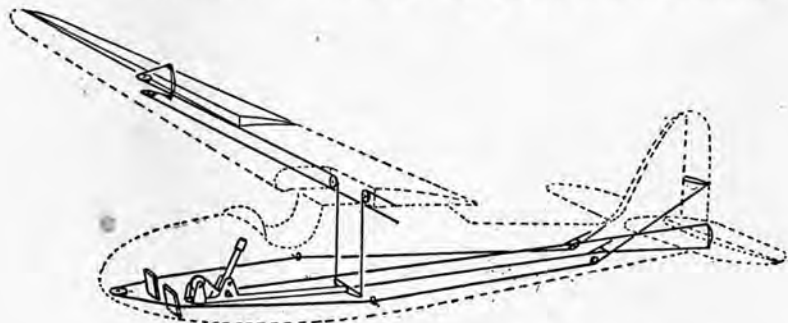


FIG. 23. — Schéma des commandes d'un planeur.

libérer vous-même, même si vous savez que le câble est tombé. C'est une précaution **indispensable**.

Immédiatement après avoir largué, ou bien si le câble casse, **rendez la main**. En effet, vous êtes tiré vers le bas par le nez du planeur, et, quand cette traction cesse, votre machine a tendance à

faire un bond cabré qu'il faut absolument éviter, surtout en cas de rupture du câble près du sol.

Dans ce dernier cas, ne tentez un retour au point de départ que si vous êtes suffisamment haut. Autrement, il vaut mieux filer droit devant soi en se raccourcissant au besoin par les volets ou une glissade, quitte à se poser vers le treuil et à obliger l'équipe de piste à venir vous chercher. Cela vaut mieux qu'une avarie à l'appareil sous prétexte de montrer votre habileté.

Étude du virage. Pour savoir faire une ligne droite, il faut savoir virer, c'est évident. Ce pourquoi nous allons commencer par l'étude du virage.

Vous n'avez d'ailleurs qu'à repenser à ce que je vous ai dit lors de la présentation des instruments de bord, et notamment de la « bille » indicatrice de stabilité latérale (fig. 22).

Dans le virage, le planeur est sollicité à la fois par son poids P et la force centrifuge C , lesquelles se combinent en une résultante R . Il faut donc, pour que vous teniez en l'air, que cette résultante R soit équilibrée par une force de sustentation S égale et de sens opposé. La force S étant toujours normale, c'est-à-dire perpendiculaire aux plans, aux ailes de votre planeur, il est évident qu'en virage ce dernier doit être incliné sur sa trajectoire, c'est-à-dire que l'aile vers le centre du virage sera plus basse que l'aile extérieure.

C'est ce que nous appellerons l'**inclinaison** du planeur, selon le vocabulaire de l'école de Salon.

Première conséquence : quand un planeur vire, il doit avoir une force de sustentation supérieure à celle qui lui est nécessaire dans la ligne droite, la force R étant plus grande que le poids P , qui agit seul dans le cas de la ligne droite.

Par conséquent, si nous voulons conserver la même finesse dans le virage et, dans son expression la plus courante dans le vol à voile, c'est-à-dire dans le virage continu, la spirale, il faudra que nous augmentions légèrement la vitesse de route.

Ne vous inquiétez pas, vous allez voir que cette augmentation de vitesse va arriver toute seule et que vous allez même être obligé de manœuvrer pour la réduire. Donc votre virage est stable quand les forces s'équilibrent et quand vous tournez régulièrement autour de votre centre de virage réel, lequel, ainsi que je vous l'ai expliqué pour la bille, est le sommet du cône que décrit le fil invisible passant par le prolongement de R et de S et auquel vous êtes comme suspendu.

Votre virage est correct, latéralement, quand votre bille est et reste au centre de son logement.

Si le poids P l'emporte, c'est que vous **glissez**. Si c'est la force centrifuge C qui gagne, vous **dérapez**, et n'oubliez pas que le dérapage est beaucoup plus grave et dangereux que la glissade. En effet, si la glissade augmente généralement votre vitesse, le dérapage tend à la diminuer. Vous risquez plus facilement le **décrochage**, la fatale perte de vitesse.

* *

Pour virer, vous appuyez du pied sur le palonnier du côté où vous voulez tourner et, simultanément, vous poussez le manche du **même côté**. Les deux mouvements doivent être parfaitement synchronisés, sans nervosité et progressifs. N'oubliez pas que les mouvements des commandes ne doivent jamais précéder les mouvements du planeur, mais les accompagner. Faites comme si, en poussant le manche, vous poussiez le planeur pour l'incliner.

Quand votre inclinaison est normale, bille au centre, vous rame- nez le manche, toujours sans nervosité, dans l'axe de la machine, en laissant le pied légèrement pressé sur le palonnier, et votre machine tourne toute seule.

Mais, en ramenant le manche au centre, vous le tirez également légèrement vers vous, car, à ce moment, votre gouvernail de direc- tion est incliné sur la trajectoire et agit également comme gou- vernail de profondeur, ainsi que je vous l'ai expliqué dans les notions d'aérodynamique. C'est ce qu'on appelle l'**intersion des commandes**, qui se produit non seulement aux fortes inclinaisons, mais à toutes les inclinaisons, et à un degré variant suivant ladite inclinaison.

Vous surveillez donc en même temps votre badin et ne laissez pas prendre à votre planeur une vitesse excessive. L'horizon doit défiler devant vos yeux, dans le pare-brise, à une vitesse régulière sans à-coups. Ce déplacement de l'horizon, c'est ce qu'on appelle la **cadence**. Votre cadence doit donc être régulière pendant tout le virage. En termes plus techniques, nous dirons que votre **vitesse angulaire** doit être constante, la vitesse angulaire pouvant, dans ce cas, être définie par la vitesse avec laquelle vous parcourez un arc embrassant un angle tel que la longueur de cet arc est égale au rayon du virage. On appelle cet arc un radian, mais cela n'a rien à

voir ici, c'est tout simplement pour vous faire entendre que je connais le mot.

Donc du pied, du manche du même côté, et je ramène le manche au centre en le pressant légèrement vers moi et en laissant du pied, mais moins de pied que pour le début du virage, car à ce moment il vous a fallu exagérer légèrement la pression pour vaincre l'inertie de l'appareil.

* *

Posons une règle. **Le manche attire la bille, le pied la repousse**, c'est-à-dire que, si nous poussons le manche à droite, nous nous inclinons à droite, et, naturellement, la bille, suivant les lois de la pesanteur, vient dans la partie à droite de l'axe de son logement. Même raisonnement si nous inclinons le planeur à gauche en poussant le manche vers la gauche.

Si nous poussons le palonnier du pied droit et que nous virions à droite, la force centrifuge chasse la bille vers l'extérieur du virage, donc à gauche. Vous voyez que la règle posée ci-dessus est vraie.

Donc, pour ramener la bille au milieu, agissez avec le manche en sens inverse du mouvement de la bille que vous voulez corriger, ou dans le même sens qu'elle au palonnier.

Le tout est de juger quand nous aurons le besoin d'agir sur le manche ou sur le palonnier. Si votre cadence est régulière, c'est-à-dire si votre vitesse angulaire ne varie pas, vitesse de route constante, horizon défilant sous vos yeux à la même allure, il faut agir exclusivement sur le manche pour maintenir votre bille au milieu, car c'est votre inclinaison qui varie.

Si c'est votre cadence qui a des hauts et des bas, c'est sur le palonnier qu'il faut agir pour rétablir l'équilibre du virage. Ceci naturellement dans le calme des matinées d'apprentissage et dans les lignes droites et les virages normaux.

On ramène donc le manche au milieu tout en retirant un tout petit peu de pied du côté du virage, c'est-à-dire qu'on diminue la pression de ce pied.

L'explication de ces mouvements est très simple :

Avec le gouvernail, c'est-à-dire le pied agissant sur les pédales ou palonnier, nous faisons prendre au planeur la direction désirée,

ou le maintenons sur la trajectoire du virage continu, laquelle est un cercle.

Avec le manche, nous inclinons l'appareil de façon à assurer sa stabilité dans le virage, suivant les indications de la bille, puis nous retirons du manche et le ramenons au milieu, car, si nous le laissons en position inclinée, le planeur finirait par passer sur le dos, la pression de l'air restant toujours sur les ailerons. Et nous retirons un peu de pied parce qu'en inclinant l'appareil avec le manche nous avons augmenté la traînée de l'aile dont l'aileron est baissé — l'aile droite dans le cas du virage à gauche — et, comme le bateau tourne autour de l'aviron qu'on maintient dans l'eau, le planeur a tendance à tourner autour de l'aileron baissé, c'est-à-dire en sens inverse du virage voulu.

Donc nous avons contrebalancé cette force inverse par un mouvement exagéré du pied dans le sens où nous voulons tourner, mais, ramenant les ailerons en position normale, nous devons alors retirer un peu de pied, la force antagoniste au virage cessant alors.

Cette manœuvre est d'ailleurs une question de dosage, car tous les appareils ne réagissent pas de la même manière aux ailerons suivant leur construction, car n'oubliez pas que le pilotage, pour être pur, doit être intelligent et réfléchi, et non dogmatique.

Vous commencez à comprendre pourquoi le vol à voile est, au point de vue pilotage, plus instructif que le vol à moteur, puisqu'il vous permet de mieux analyser et ressentir les incidences de l'aérodynamique sur la conduite des machines volantes dans tous les cas de vol.

Vous en serez encore plus convaincu quand nous passerons du vol plané de l'apprentissage au vol à voile proprement dit et à l'étude de l'aérologie.

Examinons les cas de virages défectueux et leur correction. Vous en trouverez plus loin un tableau. Je représente dans tous les cas un virage à gauche, vu du siège du pilote.

Dans les figures 24 à 43, j'ai représenté un planeur en virage à gauche.



FIG. 24. — Vol horizontal et rectiligne correct.

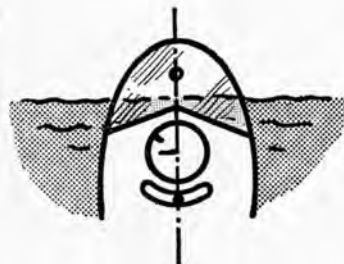


FIG. 25. — Vol rectiligne : l'appareil cabre, la vitesse diminue.

Correction : pousser le manche en avant sans brutalité et le ramener progressivement à la position neutre au fur et à mesure que l'appareil reprend une position correcte.

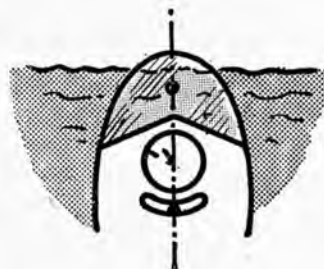


FIG. 26. — Vol rectiligne.

Cause : l'appareil pique.
Effet : la vitesse augmente.

Correction : ramener le manche à soi sans brutalité et le repousser ensuite progressivement vers la position neutre, au fur et à mesure que l'appareil reprend une position correcte.

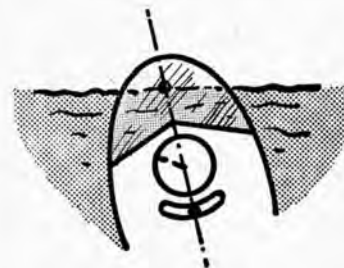


FIG. 27. — Virage à gauche à faible inclinaison, correct.

Effet : bille au milieu, vitesse sans changement.

Pour l'effectuer, mettre du pied à gauche tout en poussant le manche à gauche, puis ramener le manche au neutre.

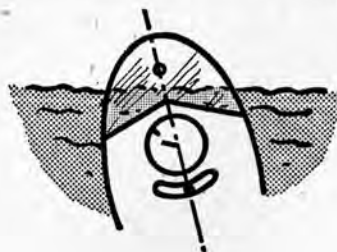


FIG. 28. — Virage à gauche à faible inclinaison, cabré. Bille au milieu, donc inclinaison correcte.

Cause: pente diminuée.

Effet: la vitesse diminue.

Correction: pousser le manche en avant comme dans 25.



FIG. 29. — Virage à gauche à faible inclinaison, piqué. Bille au milieu, inclinaison correcte.

Cause: pente augmentée.

Effet: la vitesse s'accroît.

Correction: tirer le manche à soi comme dans 26.

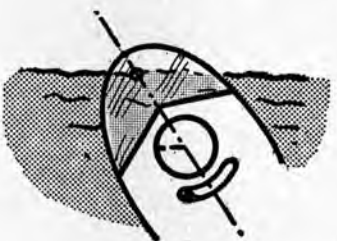


FIG. 30. — Virage à gauche à faible inclinaison, en glissade.

Cause: l'inclinaison est trop forte ou le rayon de virage trop grand (cadence trop faible).

Effet: bille à l'intérieur du virage.

Correction, sur l'inclinaison: mettre du manche à droite et le ramener progressivement dans l'axe au fur et à mesure que la bille revient au milieu; ou bien *sur la cadence*: mettre du pied à gauche.

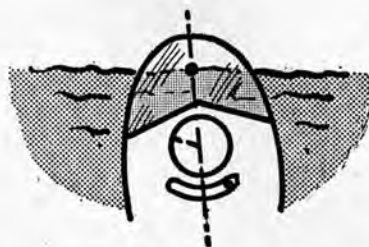


FIG. 31. — Virage à gauche à faible inclinaison, en dérapage (virage à plat).

Cause: inclinaison trop faible ou rayon de virage trop petit (cadence trop forte).

Effet: bille à l'extérieur du virage.

Correction, sur l'inclinaison: mettre du manche à gauche et le ramener ensuite comme ci-dessus; ou bien *sur la cadence*: mettre du pied à droite.

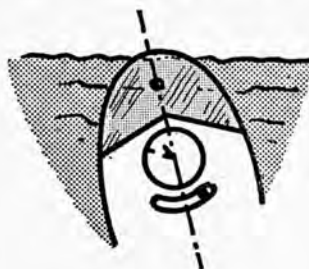


FIG. 32. — Virage à faible inclinaison à gauche, piqué et dérapé.

Cause: pente trop forte et inclinaison insuffisante ou excès de cadence.

Effet: vitesse s'accroît, bille à l'extérieur du virage.

Correction, sur pente et inclinaison: manche à gauche et en arrière, en le ramenant progressivement au centre au fur et à mesure que l'équilibre se rétablit; ou bien *sur pente et cadence*: mettre du pied à droite pour diminuer la cadence et du manche en arrière pour reprendre la ligne de vol, toujours avec retour progressif du manche à la position neutre.

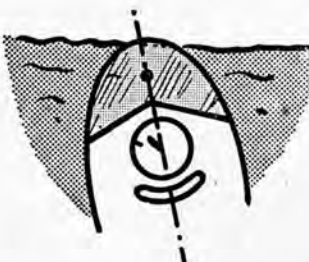


FIG. 33. — Virage à faible inclinaison, piqué et glissé.

Cause: pente trop forte et inclinaison trop forte, ou cadence trop faible.

Effet: vitesse s'accroît, bille à l'intérieur du virage; combinaison des fautes 30 et 31.

Correction, sur pente et inclinaison: manche à droite et en arrière en ramenant ensuite progressivement comme dans 32; ou bien *sur pente et cadence*: manche en arrière et pied à gauche.

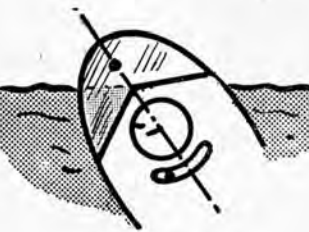


FIG. 34. — Virage à faible inclinaison, glissé et cabré.

Cause: pente insuffisante et inclinaison trop forte ou cadence trop faible.

Effet: vitesse diminue, bille à l'intérieur du virage, combinaison des fautes 29 et 31.

Correction, sur pente et inclinaison: manche en avant et à droite en ramenant suivant 32; ou bien *sur pente et cadence*: manche en avant et pied gauche.

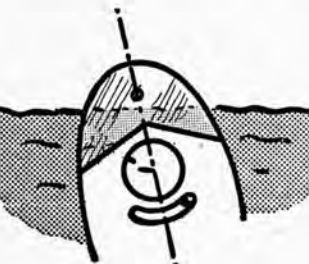


FIG. 35. — Virage à gauche à faible inclinaison, cabré et dérapé (position très dangereuse).

Cause: pente insuffisante et inclinaison trop faible ou cadence trop forte.

Effet: vitesse diminue, bille à l'extérieur du virage.

Correction, sur pente et inclinaison: manche en avant et à gauche, en ramenant suivant 32; ou bien *sur pente et cadence*: manche en avant et pied à droite.

Le point rond que vous voyez dans le pare-brise matérialise la hauteur à laquelle vous devez voir l'horizon dans ce cas.

En dessous, j'ai figuré le cadran du badin avec un repère indiquant votre vitesse normale de vol. L'aiguille, au centre du badin, se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire vers la droite quand la vitesse augmente et vers la gauche quand la vitesse diminue.

Au-dessous est l'indicateur de stabilité latérale ou bille.

* * *

Le virage à grande inclinaison.

Dans le virage à grande inclinaison, l'intervention des commandes devient très importante, et le pied agit plus comme commande de profondeur que de direction, alors que le manche agit davantage comme commande de direction que de profondeur, jusqu'au moment où l'on passe à la verticale et où l'intervention est parfaite et complète, le gouvernail de profondeur étant exclusivement utilisé à la direction et le gouvernail de direction exclusivement à la profondeur.

Théoriquement, quand le planeur est incliné à 45°, les actions des gouvernes direction et profondeur auraient chacune la même influence simultanément sur la direction et la profondeur, si elles avaient rigoureusement la même surface et si le plan fixe n'avait aucune incidence, et, en dépassant l'inclinaison 45°, il y aurait intervention réelle, c'est-à-dire prépondérance de la gouverne de profondeur sur les mouvements de direction et de la gouverne de direction sur les mouvements en profondeur.

Mais ce n'est pas toujours le cas. Les gouvernes ont des surfaces différentes, et le plan fixe ou stabilisateur a généralement une légère incidence. De ce fait, il arrive que l'intervention de la gouverne de profondeur est en avance sur celle de direction, et il est impossible de donner une règle précise quant à la prépondérance des mouvements du manche sur ceux du palonnier, et *vice versa*, pour telle manœuvre à effectuer.

Cela varie suivant les appareils. Ce pourquoi il faut piloter plus intelligemment que mécaniquement et savoir analyser le comportement de son planeur dans tous les cas de vol. Le résultat seul compte, et le résultat est la tenue correcte de l'équilibre de vol dans tous les cas, et, pour l'obtenir, il faut conserver **cadence**, **pente** et

inclinaison aux valeurs choisies, c'est-à-dire pour un rayon de giration constant, la même vitesse et la bille au milieu, indices d'un parfait équilibre du virage.

Tout cela étant d'ailleurs une question de dosage que vous apprendrez à faire varier suivant les circonstances, c'est-à-dire suivant le type de planeur que vous piloterez et suivant surtout l'état de l'atmosphère. Ce pourquoi vous devez apprendre à piloter aux instruments même par temps clair, tant que vous ne serez pas absolument familiarisé avec votre machine au point de faire corps avec elle.

Ainsi un Castel 310-P, qui est plus court et a une moins grande surface de gouvernail qu'un Émouchet, demandera plus de pied que ce dernier, et, dans des remous de turbulence, vos ailerons auront plus ou moins d'effet suivant le cas, ce qui vous obligera à des actions variables sur le manche pour le même important résultat final : la stabilité du virage.

* * *

La position du manche, en particulier, n'a aucune importance en soi. La seule chose à considérer, c'est la position de votre planeur par rapport à l'horizon, ou à vos appareils de contrôle si vous êtes en P. S. V., c'est-à-dire l'équilibre de votre machine.

Toutefois, vous devez vous entraîner à avoir le sentiment de la position neutre des commandes, c'est-à-dire du manche et du palonnier, surtout en P. S. V., pour, en certains cas, y revenir comme instinctivement, quoique l'instinct soit un mot et un sentiment qui n'ont pas grand'chose à voir avec le pilotage. Si cela était, les singes, qui ont un merveilleux sentiment de l'équilibre, feraient de merveilleux pilotes.

On ne répétera jamais assez que la conception du pilotage instinctif a fait maintenant suffisamment de victimes dans l'aviation pour qu'on l'abandonne.

* * *

Dans le virage, le planeur en équilibre doit également légèrement augmenter sa vitesse. En effet, le poids du planeur se compose avec la force centrifuge pour donner le nouveau poids fictif du planeur, qui est la grandeur représentée par la résultante R, toujours plus

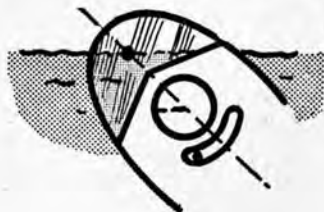


FIG. 36. — Virage à gauche à forte inclinaison (45°), glissé.

Cause : inclinaison trop grande ou cadence trop petite.

Effet : bille à l'intérieur du virage.

Correction, sur l'inclinaison : manche à droite en ramenant progressivement comme dans 32 ; ou bien sur la cadence : manche en arrière et pied à gauche.

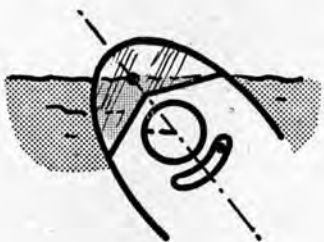


FIG. 37. — Virage à gauche à grande inclinaison (45°), dérapé.

Cause : inclinaison trop petite ou cadence trop forte.

Effet : bille à l'extérieur du virage.

Correction, sur l'inclinaison : manche à gauche en ramenant ensuite comme dans 32 ; ou bien sur la cadence : manche en avant et pied à droite.

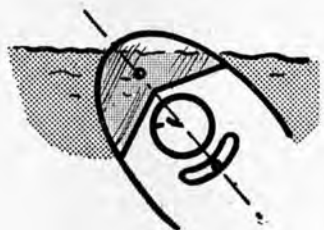


FIG. 38. — Virage à gauche à forte inclinaison (45°), piqué.

Cause : pente trop forte.

Effet : bille au centre, vitesse s'accroît.

Correction : manche en arrière et pied à droite. (Le manche en arrière tend à redresser l'appareil, mais aussi à accélérer la cadence du fait de l'intervention des commandes. Ce pourquoi on agit aussi avec du pied à droite, ce qui fait aussi redresser l'appareil, mais diminue la cadence du fait de ladite intervention. Appliquer le même raisonnement à tous les cas de correction de virages à grande inclinaison.)

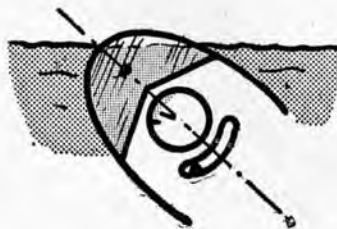


FIG. 39. — Virage à pente à forte inclinaison (45°), piqué et glissé.

Cause : pente trop forte et inclinaison trop grande, cadence trop faible.

Effet : bille à l'intérieur du virage, vitesse accélérée.

Correction : manche à droite et pied à droite. Dans ce cas, le planeur a toujours tendance à augmenter l'inclinaison et la pente, c'est-à-dire à passer à un régime de survitesse dangereux.

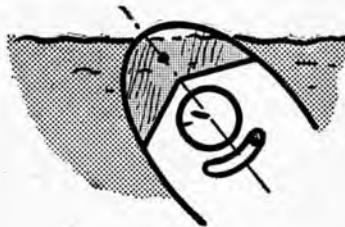


FIG. 40. — Virage à gauche à forte inclinaison (45°), piqué et dérapé.

Cause : pente trop forte et inclinaison trop faible, ou cadence trop forte.

Correction : manche à gauche et pied à droite.

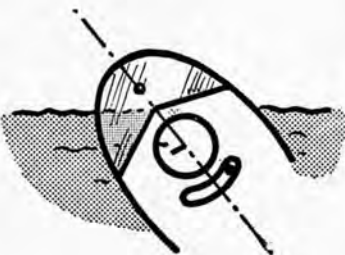


FIG. 41. — Virage à gauche à grande inclinaison (45°), cabré.

Cause : pente trop faible.

Effet : vitesse diminue.

Correction : manche en avant et pied à gauche.

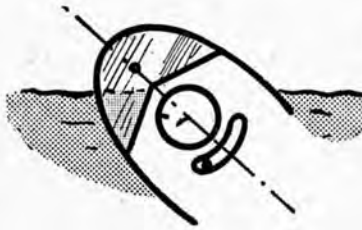


FIG. 42. — Virage à gauche à grande inclinaison (45°), cabré et glissé.

Cause : pente trop faible et inclinaison trop forte, ou cadence trop faible.

Effet : vitesse diminue. Bille à l'intérieur du virage.

Correction : pied à gauche et manche en arrière si l'action du pied a tendance à faire passer en position piqué.



FIG. 43. — Virage à gauche à grande inclinaison (45°), cabré et dérapé (position très dangereuse).

Cause : pente trop faible et inclinaison trop faible ou cadence trop forte.

Effet : vitesse diminue, bille à l'extérieur du virage.

Correction : manche en avant et à gauche.

grande que le poids P . Donc la force sustentatrice opposée F_z devra toujours être plus grande que dans le cas du vol horizontal, et, pour cela, le planeur, pour la même incidence de vol, doit aller plus vite puisque cette force sustentatrice est fonction du carré de la vitesse.

Par exemple, un planeur incliné à 30° voit son poids fictif R devenir 1,16 de son poids réel. La vitesse devrait donc être multipliée par $\sqrt{1,16}$, c'est-à-dire par 1,077. De même, si vous accrochez à un peson, au bout d'un fil, une balle pesant 100 grammes, et que vous la fassiez tourner de façon que le fil fasse un angle de 30° avec la verticale, vous constaterez que le peson marque 116 grammes. Mais, d'autre part, la portance, comme nous l'avons vu, augmente avec le carré de la vitesse. En définitive, le planeur volant normalement à 55 kilomètres-heure devra, dans ce virage, faire environ 57 kilomètres-heure.

**

Il est, également dans le virage, un cas troublant de croisement des commandes, troublant pour les pilotes d'avion passant sur planeur, mais bien explicable.

On est parfois, notamment aux grandes inclinaisons, c'est-à-dire aux faibles rayons de virage, obligé de « soutenir » le planeur latéralement au manche pour éviter de prendre une trop grande inclinaison. C'est-à-dire que le virage s'opère ainsi : pied et manche du côté du virage, puis retour du manche, mais, au lieu de

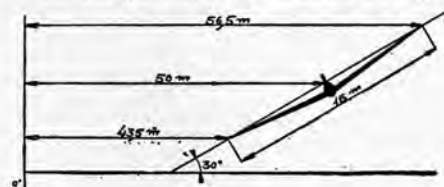


FIG. 44. — Planeur en virage à 30° d'inclinaison.

revenir au milieu, on est obligé de dépasser légèrement cette position et de pousser le manche vers l'extérieur du virage afin de conserver l'inclinaison normale.

En effet, supposons un planeur de 15 mètres d'envergure, virant dans un rayon de 50 mètres avec environ 57 kilomètres-heure au badin, c'est-à-dire dans l'axe du fuselage. Le planeur est incliné à disons 30° sur l'horizontale (fig. 44).

Si la coque a un rayon de virage de 50 mètres et une vitesse de 57 kilomètres-heure, l'extrémité de l'aile à l'intérieur a un rayon de virage de 43 m,5 et une vitesse de 49 km,540, et l'extrémité de l'aile extérieure tourne avec un rayon de 56 m,50 et une vitesse de 64 km,410.

L'écart de vitesse entre les extrémités est de 14 km,870.

L'aile extérieure a donc plus de portance que l'aile intérieure, d'où couple de roulis qu'il faut équilibrer en braquant légèrement vers le bas l'aileron de l'aile intérieure.

Ce mouvement contraire est d'amplitude variable suivant les types de planeur. Il peut aller de la simple pression jusqu'au croisement complet, comme dans le Castel 242.

Pour une même inclinaison, l'avion vire sur un beaucoup plus grand rayon, et les différences de vitesse des extrémités sont négligeables.

**

Attention au dérapage. Dans un virage dérapé, vous pouvez « décrocher », même en survitesse, avec les mêmes résultats que la perte de vitesse, mais en plus brutal. Le dérapage est, plus que la perte de vitesse, l'ennemi n° 1 du pilote, parce que plus sournois et plus brutal à la fois. Il vaut cent fois mieux glisser que dérapier et, $N + 1$ fois mieux encore, piloter correctement,

**

L'allure de vol la plus commune du planeur étant le virage continu ou spirale et cette spirale devant se maintenir dans un rayon aussi constant que possible pour rester centré dans son ascendance (sauf, naturellement, en cas de décentrage volontaire à la poursuite d'une ascendance fuyante), il convient surtout d'effectuer les corrections sur la pente et la cadence qui doivent rester constantes et régulières.

**

La ligne droite.

Un œil sur le badin, un œil sur l'horizon. Là ! vous avez votre bonne vitesse, disons 55 à l'heure, et votre horizon se trouve à telle hauteur dans votre pare-brise. Vous n'avez qu'à maintenir l'horizon au même point et

vous volerez correctement. Si l'horizon monte dans votre pare-brise, c'est que vous piquez ; ramenez alors doucement le manche à vous, un rien, sans brutalité. Si l'horizon baisse dans votre pare-brise, c'est que vous cabrez ; vous faites la manœuvre inverse : vous rendez la main, toujours en douceur et par de petits mouvements.

L'indicateur de stabilité latérale, ou bille, doit être au milieu.

Mais n'oubliez pas qu'en pilotage à vue, par temps clair, si l'on contrôle son pilotage par les instruments, on ne pilote pas avec eux.

On pilote avec l'horizon visible comme référence.

Seule la bille doit être consultée fréquemment, tant que vous n'avez pas le sentiment absolu de la stabilité latérale sur le type de planeur que vous pilotez.

Je vais vous recommander deux excellents exercices.

Quand vous serez un pilote passable, à l'entraînement pour le brevet D, essayez souvent de tenir une route au compas avec le moins de déviation possible. La ligne de foi du compas ne doit pas s'écarter du cap que vous avez choisi. Ce n'est pas très commode en planeur et demande beaucoup d'astuce. c'est-à-dire une bonne finesse de pilotage.

Également, et c'est aussi difficile, sinon davantage, tâchez de maintenir votre appareil à une vitesse constante au badin. Et cela, à la vitesse de finesse maximum. C'est plus facile à la vitesse de descente verticale minimum. C'est d'autant plus difficile que vous irez plus vite. L'aiguille du badin doit rester fixe devant vous à la vitesse que vous avez choisie. Si vous y arrivez, cela prouvera que vous avez bien en main le contrôle de votre appareil, et vous pourrez alors prétendre être sur la voie qui conduit au bon pilotage.

Exercices à faire, naturellement, par temps calme d'abord.

Et, si vous voulez être quelqu'un, ne trichez pas avec vous-même. Il s'agit de tenir un cap rigoureux et non à 5° près, et une vitesse rigoureusement constante et non à 2 kilomètres près.

De la douceur avant toute chose.

Si vous avez des mouvements trop vifs, ils seront trop amples. En effet, votre planeur est relativement inerte, c'est-à-dire qu'avant de prendre un régime de position il a à vaincre certaines résistances. Prenons, par exemple, le fait du piqué.

Vous avez voulu corriger un ralentissement de votre appareil et vous poussez sur le manche. Vous avez poussé trop vivement, l'appareil a pris immédiatement l'inclinaison sur sa trajectoire correspondant au mouvement du manche, mais il n'atteint pas immédiatement la vitesse correspondant à cette inclinaison. Il est comme votre bicyclette en haut d'une côte, il démarre d'abord doucement, puis de plus en plus vite avec une accélération qui ne s'arrêtera que quand la résistance de l'air équilibrera les effets de la pesanteur qui vous entraîne sur ce plan incliné.

Votre appareil n'ayant pas atteint immédiatement la vitesse que vous voulez de lui, vous avez poussé plus fort qu'il ne fallait pour obtenir plus rapidement ce régime, car votre réflexe est infiniment plus rapide que ceux de l'appareil. Résultat : vous êtes trop incliné sur votre trajectoire ; au bout d'une seconde vous vous en apercevez, car votre vitesse dépasse celle que vous avez voulu rétablir. Alors vous tirez en arrière sur le manche avec, naturellement, le résultat inverse, puis vous repoussez et vous n'arrivez à stabiliser votre vitesse sur le chiffre voulu qu'après une série de quatre ou cinq ondulations amorties. Pendant ce temps, votre appareil travaille en dehors de son incidence de finesse maximum, donc vous perdez de la hauteur.

Selon le vocabulaire utilisé dans la méthode de Salon, il s'agit de conserver votre **pente**. Si vous piquez, vous augmentez la pente, et vous la diminuez si vous cabrez. Le mot est exact, la pente représentant le plan incliné sur lequel votre planeur glisse pour atteindre le sol.

Je répète : les mouvements des commandes ne doivent en aucun cas **précéder**, par vivacité, les mouvements du planeur. Ils doivent les **accompagner**. Ce naturellement sur une machine bien réglée, et je suppose qu'un élève ne vole que sur un planeur bien réglé.

Nous venons de rencontrer successivement les trois éléments de base de la méthode dite de Salon : la **pente**, la **cadence** et l'**inclinaison**.

La ligne droite de route est donc un vol avec pente optimum, c'est-à-dire donnant la vitesse de descente verticale minimum ou de finesse maximum suivant le cas, avec cadence et inclinaison nulles.

Vous prenez un cap et le suivez. C'est-à-dire que vous observez devant vous un point sur lequel vous voulez vous diriger. Vous l'alignez avec un autre point au sol et vous tâchez de toujours maintenir votre but, le point auxiliaire et votre planeur en ligne droite. C'est moins commode que vous ne pensez.

Si vous marchez dans le lit du vent, tout va assez bien.

**

Le pilote entraîné qui prend en mains une nouvelle machine règle sa vitesse de vol d'après son badin et son variomètre. Il prend la vitesse pour laquelle la descente est minimum. Cela, naturellement, pour les tours de terrain. Car, pour les voyages, la finesse maximum du planeur doit être utilisée et elle est toujours à une vitesse légèrement supérieure à celle où l'on obtient la vitesse de chute minimum.

Cela dépend des types d'appareil et de la direction du vent, avant ou arrière. Nous verrons cela quand nous parlerons de la performance.

**

Atterrissage. L'atterrissage se compose de deux parties bien distinctes :

1° La prise de terrain ou approche ;

2° L'atterrissage proprement dit.

Un planeur fait généralement une prise de terrain en S (fig. 45).

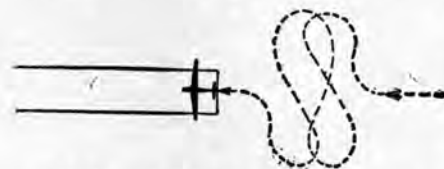


Fig. 45. — Prise de terrain du planeur.

Il est arrivé assez bas pour songer à se poser, trop bas pour faire un autre tour, trop haut pour se poser en ligne droite. Le planeur fait alors un S de part et d'autre de son axe d'atterrissage sans jamais tourner le dos au terrain, ce qui serait

une faute grave. C'est-à-dire que les virages aux extrémités de l'S doivent toujours se faire vers le terrain, sans que jamais la position de l'appareil vous le masque.

Quand ces manœuvres ont amené le pilote assez bas, il prend

l'axe d'atterrissage vers le terrain, descendant sous un angle à peine supérieur à sa pente normale de vol. Il est bon que le pilote ait, pendant les manœuvres d'approche, une vitesse supérieure de 10 kilomètres environ à sa vitesse de vol normale pour pouvoir manœuvrer rapidement près du sol le cas échéant. (Obstruction intempestive de la piste, autre planeur se posant, etc.) Toutefois il ne faut pas de franche survitesse, sans quoi le planeur « effacerait le terrain », filant au ras du sol, allant se poser loin en avant et durement. La survitesse est génératrice de mauvais atterrissage.

L'atterrissage doit toujours être précédé d'une bonne ligne droite pendant laquelle vous réduisez progressivement la survitesse que vous avez acquise pour vos manœuvres d'approche, jusqu'à n'avoir plus que la vitesse de sustentation correspondant à la vitesse de chute minimum de l'appareil.

**

Quand vous arrondissez votre atterrissage, ce n'est pas la peine de regarder le sol au-dessous de vous. Il faut regarder devant vous, sinon vous ne jugerez jamais bien la distance. Il faut, là aussi, éduquer votre œil.

L'atterrissage se fait à la vitesse minimum de sustentation. C'est, en quelque sorte, une perte de vitesse au ras du sol, l'appareil légèrement assis sur l'arrière et amené très progressivement à cette position, le capot maintenu à la même position par rapport à l'horizon.

Arrivé près du sol, à 1 mètre environ, vous **arrondissez** votre atterrissage, amenant le planeur à diminuer sa vitesse et à se poser doucement un peu assis sur l'arrière du patin. Il ne faut naturellement pas tirer sur le manche comme un forcené, sinon vous ferez un joli bond en l'air et retombez en cassant au moins un patin ; mais maintenir l'appareil en douceur par une pression insensible et progressive du manche vers l'arrière, jusqu'à ce qu'ayant touché le sol au ralenti vous rameniez le manche complètement à vous.

Si, par malheur, vous vous êtes mis en survitesse et vous posez trop vite, il ne faut pas vouloir à tout prix toucher le sol. Vous ferez ce qu'on appelle un atterrissage d'officier supérieur avec risque de casser un patin, défoncer la coque, casser un siège. Il faut « refuser » le sol jusqu'au bout, c'est-à-dire maintenir votre appareil en ligne de vol au manche jusqu'à ce que, sa vitesse suffisamment

ralentie, il s'enfonce pour un atterrissage normal. Tant pis si vous êtes trop long. Vous fatiguerez peut-être les jambes des copains, mais pas l'appareil, ce qui est important pour la sécurité de tous. Sur planeur, un atterrissage raté ne se rattrape pas, il faut laisser courir quand on est trop long et ne pas écouter les moqueries des camarades. Ça leur est arrivé à tous et leur arrivera probablement encore.

Ceci naturellement par temps calme.

En cas de vent debout, la vitesse doit être augmentée parce que, si vous voulez manœuvrer près du sol dans le vent, il vous faudra plus de vitesse que par temps calme. D'ailleurs vous n'en irez pas plus vite par rapport au sol.

Par vent de côté, votre planeur a toujours tendance à se transformer en girouette et à se placer dans le lit du vent quand sa vitesse diminue ; d'où risque de casser un patin ou éventrer la coque et casser un bout d'aile. Dans ce cas, vous devez prévenir l'action du vent en mettant du pied du côté opposé d'où vient le vent, et d'autant plus énergiquement que le vent est plus fort et plus de travers.

Usage des volets

ou freins aérodynamiques.

L'usage des freins ne doit pas être conseillé pour l'école et l'entraînement. Un pilote qui saura se poser correctement sans freins se tirera toujours d'affaire dans le cas où il aura besoin de cet artifice. Prohibez donc rigoureusement l'usage des freins pour les atterrissages sur le terrain.

Le moniteur doit interdire l'usage des volets d'atterrissage aux élèves et à tous les pilotes à l'entraînement sur son terrain. Si l'on est à l'entraînement, c'est évidemment pour améliorer les qualités de son pilotage, et la première qualité du pilote est de savoir faire une prise de terrain correcte, et, si sa prise de terrain est correcte, il n'aura pas besoin des volets pour se raccourcir. Les volets doivent être réservés à la prise de terrain et à l'atterrissage en campagne, ainsi qu'au freinage de vitesses intempestives en P. S. V.

En tout cas, les volets doivent être fermés avant de toucher le

sol. Un planeur volets ouverts descend à 3 ou 4 mètres-seconde et touche le sol beaucoup trop durement. On risque ainsi des avaries graves, ou tout au moins une fatigue des assemblages, lesquels peuvent ensuite céder dans des conditions normales de vol.

Glissade. Opposition de fuselage.

La glissade est un moyen énergique de se raccourcir. Pour cela, inclinez fortement l'appareil d'un côté, puis donnez du pied à fond de l'autre. Vous descendrez comme un caillou, mais attention, en laissant le manche dans la position de pente normale, votre appareil va prendre de la vitesse et, quand vous le redresserez, il courra assez loin au ras du sol. De toute façon, la glissade n'est pas dangereuse si vous conservez une légère sur-vitesse pendant qu'elle se fait.

Toutefois, n'oubliez pas que la glissade augmente votre vitesse, et qu'une fois redressé près du sol vous courez à une grande allure au ras des marguerites et perdez le bénéfice du raccourcissement par cet excès de vitesse.

Dans une glissade, il faut donc également retenir votre appareil par une légère traction du manche en arrière qui l'empêche de prendre une vitesse trop grande, sans pour cela descendre en dessous de la vitesse critique.

Vous arrêtez la glissade en ramenant les commandes dans leur position initiale.

L'opposition de fuselage, ou atterrissage en crabe, se fait quand l'appareil court au ras du sol (à 1 mètre) et assez vite, on fait exactement comme pour la glissade. Opération à ne jamais faire que sur un terrain parfaitement lisse et dégagé et qui termine harmonieusement la glissade. S'arrête comme la glissade et naturellement avant de se poser. Sinon, gare au patin.

Mais il ne faut pas abuser de ce procédé devant les petites filles, le matériel pourrait en pâtir. Il faut savoir faire une glissade, mais ne l'utiliser que lorsqu'on ne peut faire autrement.

Si nous analysons la glissade à la lumière de nos toutes fraîches connaissances aérodynamiques (fig. 46), nous voyons que le planeur qui glisse est animé de deux mouvements qui se composent :

1° La glissade sur l'aile vers A ;

2° La descente planée normale vers B.

Si nous composons suivant le fameux parallélogramme des forces les vitesses OB et OA, nous constatons que la vitesse devient

OC, donc **toujours plus grande** que la vitesse de plané normale OB.

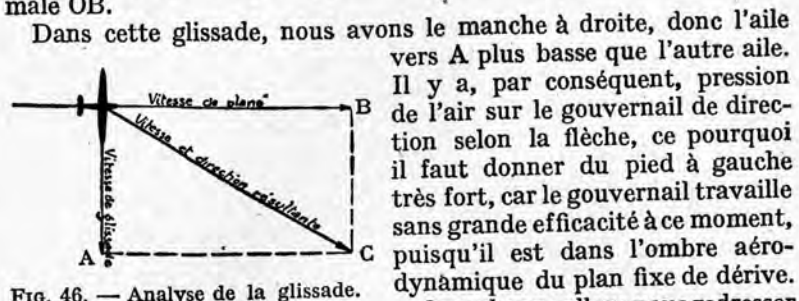


FIG. 46. — Analyse de la glissade.

en arrivant au sol, l'appareil va prendre la vitesse OC, qui nous fera courir plus vite que nous le voulons.

Donc une glissade, si elle n'est pas terminée par une opposition de fuselage, raccourcit la prise de terrain, mais fait courir l'appareil plus vite au sol, donc plus loin.

Vent à rafales. Dans un vent à rafales, il vaut mieux juger sur l'horizon que sur votre badin, qui va indiquer des sautes pouvant aller instantanément de 5 à 20 kilomètres-heure. Il faut, dans ce cas, voler à une vitesse telle que, dans les « creux » de la rafale, vous ayez encore une bonne vitesse de vol. Votre badin pourra alors indiquer par moments de fortes survitesses, mais vous n'irez pas plus vite par rapport au sol. Maintenez simplement votre pente correcte. Si vous vous réglez, au contraire, sur la vitesse au « plein » de la rafale à la pointe, vous serez en perte de vitesse dans le « creux » avec toutes ses conséquences possibles.

VOL À VOILE DYNAMIQUE

Le vent n'est pas semblable au courant dit « laminaire » d'une soufflerie. Il est extrêmement irrégulier, et son irrégularité même est une source d'énergie, ainsi que l'ont démontré les magnifiques travaux de Huguenard, Magnan et Planiol publiés dans le *Bulletin*

technique du Service technique de l'Aéronautique. Ces travaux, qui datent de 1927 et 1928 déjà, ont été malheureusement arrêtés, malgré les horizons qu'ils nous entraîneraient, et c'est vraiment fâcheux pour l'aérogologie et le vol à voile.

Ces travaux étaient basés sur l'exploitation de l'anémomètre à fils chauds du professeur Huguenard, du Conservatoire des Arts

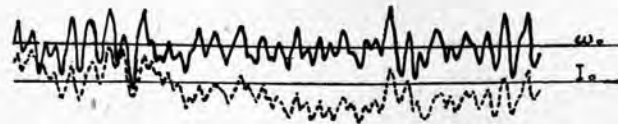


FIG. 47. — Enregistrement d'un anémomètre à fils chauds.

I, inclinaison du vent.
ω, accélération du vent.

et Métiers. Cet instrument fort ingénieux permettait de désosser la structure intime du vent et d'en enregistrer simultanément les composantes et les accélérations.

L'analyse du vent par l'anémomètre à fils chauds de Huguenard a permis de constater que les courants aériens ont une inclinaison variant continuellement, de même que leurs vitesse et accélération, et que les inclinaisons et accélérations varient en quelque sorte parallèlement, c'est-à-dire que, quand l'inclinaison du vent devient ascendante, son accélération augmente, et *vice versa*.

Je me permets d'ailleurs de reproduire ici deux courbes d'enregistrement effectuées par ces savants, qui vous montreront mieux qu'un long discours la concordance des effets d'inclinaison et d'accélération.

Vous le constaterez d'ailleurs en planeur. Dans une rafale ascendante, vous constaterez qu'au moment où vous ressentez l'impression d'ascendance, avant naturellement votre variomètre, votre badin indiquera une accélération de vitesse. C'est à vous d'en profiter en tirant sur le manche pour cabrer votre appareil et le faire grimper sur la rafale. Puis vous rendrez la main dans le creux et reprendrez à la prochaine rafale. Cela ne vous entraînera peut-être pas très haut, mais vous permettra de « durer » face au vent et de gagner du temps. En vol à voile comme en diplomatie, c'est énorme. Cela vous permettra peut-être de tomber sur la bulle vagabonde dans laquelle

vous pourrez spiraler et gagner de la hauteur. C'est le vol ondulé de Nessler.

Vous ferez cela surtout dans les basses couches de l'atmosphère, car plus haut, plus loin de l'influence du relief, les accélérations ont tendance à s'effacer, à devenir plus progressives, d'une période beaucoup plus longue et moins utilisable. A moins que cette périodicité, sous l'action de quelque accident du relief terrestre ou météorologique, ne se transforme en onde stationnaire.

Mais si vous êtes chahuté dans le vent ou dans une ascendance, il est inutile de corriger aux commandes tous les mouvements de votre appareil. Vous n'arriverez qu'à une agitation stérile qui vous fera perdre de la finesse. En effet, votre appareil a une stabilité propre assez importante. Un planeur normal ne vole pas comme s'il était posé sur la tête d'une épingle. Il est généralement en équilibre stable dans une certaine marge, et il corrige de lui-même les déséquilibres de faible amplitude. Il est d'ailleurs rare qu'en l'air une bouffée sous l'aile gauche ne soit pas rapidement compensée par une autre sous l'aile droite. Laissez faire autant que possible, le planeur vole mieux tout seul qu'avec un agité au manche.

ÉQUILIBRE DANS LA SPIRALE

Dans la turbulence d'une ascendance, souvent toutes les données du problème varient à la fois, et il faut alors agir au pied et sur le manche pour obtenir le même résultat, ce qui conduit parfois à croiser les commandes. C'est cela qui désarçonne souvent le pilote classique d'avion. Oh ! il ne s'agit naturellement pas de croiser à fond, mais d'indiquer par des pressions, des mouvements contraires à la règle normale du pilotage : pied et manche du même côté.

Il est évidemment compréhensible que, dans la turbulence d'une ascendance où l'on monte en spirale, on puisse être déséquilibré à la fois longitudinalement et latéralement. Donc, à la fois, la cadence et l'inclinaison peuvent changer, et en sens contraire. Si nous voulons rester bien centrés dans l'ascendance, il faut donc rétablir l'équilibre à la fois sur ces deux plans avec le minimum de mouvements, nous souvenant que tout mouvement inutile est un mouvement nuisible.

Supposons, par exemple, que nous pilotions classiquement dans le cas suivant. Nous sommes en spirale à gauche, un remous nous

inclina davantage sur la gauche et, en même temps, notre cadence diminue. Si nous commençons par rétablir l'équilibre seulement au manche en observant la bille, nous allons redresser jusqu'à inclinaison correcte par rapport à la vitesse angulaire du moment qui, selon l'hypothèse, a diminué. Donc notre rayon de virage est agrandi et, si nous restons dans ce nouvel état, nous risquons de sortir de l'ascendance, d'autant plus qu'il va falloir donner du pied à droite quand la cause perturbatrice va cesser, sinon, notre pied étant resté dans la même position, nous reprendrions le virage avec la même vitesse angulaire qu'auparavant, mais avec une inclinaison diminuée du fait de la correction de la perturbation, donc dérapage, d'où obligation de revenir avec le manche dans la position latérale primitive. Cela fait une désastreuse spirale avec mouvement de lacet, donc perte de finesse, sans compter la possibilité, que dis-je, la certitude de sortir de l'axe de l'ascendance.

Dans la spirale, **le principal est de conserver sa cadence** et d'accorder son inclinaison à cette cadence, d'où nécessité de travailler d'abord au pied pour rétablir la cadence et au manche ensuite, et parfois en légère contradiction avec la règle classique.

En effet, nous allons rétablir la cadence au pied, mais il se peut que la bille ne revienne pas absolument au milieu si notre déséquilibre transversal a excédé notre déséquilibre sur l'axe de lacet. Donc, une fois la cadence rétablie à sa valeur, il faudra se relever à l'aide du manche en sens inverse du pied.

Le pilotage classique voudrait qu'on travaillât du pied jusqu'au retour de la bille au milieu. La cadence est alors accélérée ; puis on reviendrait à la cadence primitive en donnant du pied et du manche à droite. Je pense qu'en spirale régulière il convient surtout de garder la cadence, sauf, naturellement, quand on ovalise dans le but de rechercher une ascendance fuyante. Naturellement, la discussion, dans ce cas, ne fait pas intervenir les variations de pente, et j'ai supposé que la vitesse reste constante.

Mais, dans aucun cas, n'essayer de se justifier de cette exception pour une correction de position en ligne droite ou dans un virage normal.

D'ailleurs, au bout de quelques heures de travail dans l'ascendance, vous observerez automatiquement règle et exception, suivant le cas.

* * *

Quand vous spiralez dans une ascendance, vous vous trouverez fréquemment devant un autre cas de croisement des commandes. L'ascendance étant toujours ou presque toujours turbulente, vous aurez à travailler fréquemment du manche pour rétablir votre équilibre latéral. Le coup d'aileron que vous allez donner vous fera également virer du côté où vous inclinerez le manche, c'est-à-dire du côté de l'aileron bas, car, quelle que soit l'astuce employée par le constructeur, vous aurez toujours un peu de lacet inverse et il faudra donc, pour maintenir votre cadence, condition importante pour vous maintenir dans l'ascendance, que vous corrigiez cette tendance à virer par un mouvement du pied en sens opposé du mouvement du manche.

C'est à vous d'étudier les réactions propres au type d'appareil que vous piloterez pour approprier et doser les mouvements de correction selon ces réactions.

Si vous avez bien étudié votre appareil, cela vous sera d'un grand secours en P. S. V., car vous éviterez ainsi de vous mettre dans des positions critiques, malgré un pilotage classique, ou plutôt à cause d'un pilotage trop classique, et d'être, de ce fait, complètement dérouté et mis en état de complexe d'infériorité.

Réfléchissez, analysez les situations. Un bon pilote de planeur doit avoir l'« esprit de laboratoire ».

LE VOL REMORQUÉ

Remorquage. Reportez-vous au départ remorqué que je vous ai décrit.

Vous êtes dans votre appareil. On a accroché le câble de remorque et vous avez, par précaution, essayé le crochet de largage pour voir s'il fonctionne correctement.

On raccroche le câble au crochet après l'essai, la remorque est tendue et vous filez derrière le remorqueur et décollez bien avant lui, car vous êtes moins chargé au mètre carré.

Attention. C'est le moment ou jamais de se souvenir que les mouvements des commandes doivent accompagner les mouvements du planeur et non les précéder; de se souvenir

aussi que votre planeur, fait pour voler à 50 kilomètres à l'heure, se trouve entraîné à près de 100 kilomètres derrière le remorqueur, et que, par conséquent, les commandes sont **quatre fois plus efficaces**. Donc de tout petits mouvements, sinon vous allez gigoter au bout de votre ficelle comme une truite qui ne veut pas aller dans la musette du pêcheur, et même prendre une trajectoire sinusoïdale qui peut se terminer par la catastrophe mortelle, surtout près du sol.

A votre décollage, vous vous maintiendrez très légèrement au-dessus du remorqueur, tant que ce dernier n'a pas pris une certaine hauteur, une dizaine de mètres, puis vous ramenez jusqu'à ce que vous soyez de niveau avec lui et puissiez aligner l'horizon avec ses ailes. Naturellement, le manche vous poussera dans la main, étant donnée votre vitesse. Pour les longs trajets en remorqué, il sera prudent de gréer un sandow de rappel largable, qui vous aidera à maintenir le manche en avant. A moins que vous n'ayez une profondeur munie d'un « flettner » réglable.

Il ne faut pas, toutefois, se mettre trop haut au-dessus du remorqueur au départ, car vous créeriez pour lui un couple de piqué qui le gênerait considérablement pour décoller.

Il faut surtout éviter de bouchonner derrière l'avion et tenir le câble de remorque à la même tension. Il doit faire légèrement la chaînette, c'est-à-dire avoir une légère courbure dont la concavité est dirigée vers le sol.

Si vous bouchonnez, le câble se tendra et se détendra alternativement, et vous gênera la marche de l'avion, tandis que votre planeur sera secoué au bout du fil en prenant des accélérations inégales chaque fois que la remorque se tendra. Vous risquez ainsi de casser le câble et votre pilotage deviendra de plus en plus difficile. Chaque secousse donnant une brutale accélération en avant à votre planeur, les commandes auront des actions variables et vous n'y comprendrez plus rien. A chaque secousse, également, le câble mollira pour se retendre brusquement.

Dans un air turbulent, vous verrez souvent l'avion s'enfoncer devant vous. Ne faites pas la faute de pousser sur le manche pour le rattraper, votre planeur, plus fin que l'avion, prendrait alors une vitesse supérieure à celle de son remorqueur et le câble mollirait pour se retendre brusquement. N'oubliez pas que vous allez vous aussi passer dans le remous qui a fait descendre l'avion remor-

queur et que vous y descendrez aussi, quoique moins fort que votre aide motorisé, parce que vous êtes moins chargé au mètre carré.

Le remorquage gagnerait beaucoup en facilité si le remorqueur avait une faible charge alaire et se comportait un peu comme un planeur, mais, puisque ce n'est pas le cas, n'oubliez pas de compter avec ces deux facteurs : vous êtes moins lourd et plus fin que votre remorqueur.

Alors tâchez de prévoir, d'accompagner ses mouvements plutôt que de les suivre. Dans les temps agités, perdez un peu de vos qualités de vol en rattrapant vos différences de niveau par des mouvements de glissade.

Dans certains cas, en convoyage par exemple, vous pouvez vous en tirer en sortant un peu de volets. Vous vous rapprocherez ainsi de la finesse de votre remorqueur, et ça ira mieux.

Dans les virages, vous aurez de la difficulté à vous tenir dans l'axe de l'avion, il faudra donner du pied en dehors du virage.

Et, si ça se gâte, n'hésitez pas à vous larguer.

* *

La meilleure tactique pour le remorqueur est de voler constamment au même angle d'incidence, c'est-à-dire en considérant seulement le clinomètre.

Il doit surtout se souvenir que ce n'est pas à lui d'indiquer au remorqué, par un battement des ailes, qu'il est temps de se larguer, sauf naturellement quand le remorqué est un élève qui se cramponne derrière son remorqueur en passant sans les voir au travers des ascendances.

C'est le pilote du planeur qui doit juger du moment propice au largage, et lui seul.

* *

Si vous êtes parti à la recherche d'une ascendance, vous gardez un œil sur votre remorqueur et un œil sur le vario.

Vous montez régulièrement à 2 mètres par exemple. Soudain, le vario indique 3, 4 mètres, c'est donc que vous traversez une ascendance de 1 ou 2 mètres qui s'ajoute à la vitesse ascensionnelle de votre remorqueur. N'oubliez pas, à ce moment, que votre vario

à un certain retard. Si vous voulez attraper une véritable ascendance et non une de ces petites bouffées décevantes qui vous lâchera aussitôt, vous allez rester quelque temps avant de décrocher. Vous comptez lentement 1, 2, 3, 4. Si l'ascendance tient quatre secondes, ça vaut le coup. Vous larguez alors immédiatement et faites demi-tour en profitant de votre reste de survitesse, vous revenez sur votre trace l'espace de quatre secondes et vous commencez à spiraler. Vous devez être dans l'ascendance.

Et attention à ne pas la lâcher.

Et surtout ne faites pas comme le héron au long bec emmanché d'un long cou, qui, ne trouvant jamais à son appétit la grosseur des poissons de la rivière, finit par jeûner. Prenez la première ascendance sortable qui se présentera. Ça vous évitera d'avoir à raconter aux camarades que vous n'avez jamais de veine. Dans le vol à voile, il y a peut-être 5 p. 100 de veine, mais sûrement 95 p. 100 de décision et de savoir-faire.

* *

APPRENTISSAGE EN BIPLACE

De l'apprentissage en biplace je n'ai rien à vous dire, puisque vous aurez un moniteur et qu'il vous dirigera. Un conseil seulement : ayez toujours le même moniteur. Quoique la méthode soit unique, les personnalités sont différentes, et changer de moniteur, c'est reculer l'instant tant désiré du premier lâcher.

Ici je me permets de donner quelques conseils aux moniteurs. Que vous ayez peu ou beaucoup d'élèves, tenez à jour une fiche de renseignements sur eux. Sachez d'où ils viennent et ce qu'ils font dans la vie, quel est leur caractère. Notez tout cela. Notez les réactions. Vous ne pouvez faire du bon travail que si vous connaissez à fond la psychologie de vos élèves.

Exigez d'eux de l'assiduité, entre eux de la camaraderie. Ne tolérez aucune récrimination, mais ne faites aucun passe-droit.

Tout élève doit avoir un carnet de notes sur lequel, à chaque vol, vous notez ses fautes, ses faiblesses et ses bons côtés. Je vous conseille un carnet sur lequel vous donnerez des notes par matière, avec un coefficient pour chaque matière.

Des notes sur 5 : 0, nul ; 1, médiocre ; 2, faible ; 3, assez bien ; 4, bien ; 5, très bien.

Ces notes seront données sur :

Décollage, montée au treuil	Coefficient 1
Ligne droite	— 1
Virage	— 3
Prise de terrain	— 3
Atterrissage	— 2

Ainsi la moyenne des points sera sur 10 et vous donnera bien la valeur de votre élève. Reportez cela sur un graphique pour chaque élève, et vous verrez s'il est irrégulier, s'améliore régulièrement, ou si c'est une cloche indécrottable.

Ne découragez personne, sauf s'il n'y a vraiment pas moyen de faire autrement. Les meilleurs pilotes ne sont pas toujours ceux qui apprennent le plus vite et font les progrès les plus réguliers. L'expérience est là pour nous le prouver.

Sur le terrain, faites faire aux élèves la critique des vols en monoplace et ne perdez pas une occasion de parler de la technique du métier.

Le soir, après la séance, faites la critique des vols devant tous les élèves.

Lorsque vous jugez un élève apte à être lâché, lui faire faire quelques lignes droites à faible hauteur, avec un appareil de début, de préférence l'excellent 301 Castel. Je ne suis pas partisan du XV A, qui est vraiment trop différent du biplace duquel l'élève sort. Pas de changement de direction bas pour un brevet B, c'est un appel à la casse. Mais, quand l'élève a réussi trois ou quatre lignes droites courtes avec bons atterrissages, envoyez-le immédiatement en grande giclée.

Les virages et changements de direction près du sol ne doivent être tolérés que dans des cas d'urgence absolue et à des pilotes entraînés.

Il faut exiger de vos élèves l'assiduité. Un élève qui manque une ou deux fois sur trois séances est un poids mort pour le club. Il prend la place de deux ou trois élèves sérieux désirant vraiment arriver.

Ce sont d'inconscients mauvais camarades qu'il faut éliminer sans pitié. D'ailleurs, ils ne feraient aucun progrès, le principal facteur actif de l'école et de l'entraînement étant la régularité.

Alternons biplace et monoplace.

A mon avis, une excellente méthode est d'alterner les tours de biplace et de monoplace.

Dès que votre élève a quatre ou cinq vols de biplace, lui faire faire alternativement des giclées de Zögling suivant la méthode monoplace. Cela donne confiance à l'élève, et vous raccourcirez notablement la durée d'apprentissage.

Fréquemment, le moniteur reprendra en biplace, pour des tours de contrôle, les élèves lâchés, même, et je dirais surtout, ceux qui, ayant leur brevet C ou même des épreuves de D, commencent à croire qu'ils n'ont plus rien à apprendre et acquièrent de mauvaises habitudes issues de recettes personnelles.

C'est la période dangereuse de la croissance du pilote, l'âge des bêtises. Ne pas hésiter à les reprendre en biplace jusqu'à correction de la déformation.

Quant au moniteur lui-même, il n'est pas à l'abri de l'encroûtement. Il faut qu'il aille de temps à autre se retremper dans les grands centres, histoire de corriger les mauvaises habitudes prises au contact d'élèves qui sont souvent des monotypes locaux.

Le vol à voile, plus encore que toute l'aviation, est une longue patience.

Il vous y faudra une assiduité constante.

Les grands pilotes, en dehors des dons de pilotage, sont ceux qui pratiquent quotidiennement. Ce pourquoi il y a plus d'as parmi les professionnels que parmi les amateurs. Ce n'est pas la qualité humaine qui est en cause, c'est la pratique.

Les pilotes du dimanche et des beaux jours ne seront jamais à l'air que ce que les automobilistes du dimanche sont à la route, car l'air comme la mer est un métier mieux qu'un sport d'oisif.

Et le pilote sporadique ne fera jamais parler de lui dans les journaux que lorsqu'il causera quelque accident.

**

Avec des vents dépassant 10 mètres-seconde au sol et surtout avec les vents à rafales, il est inutile de prendre des élèves débutants en biplace, ni de laisser sortir les jeunes brevetés B.

On pourra, en biplace, prendre à ce moment des pilotes déjà assez avancés pour leur faire étudier la rafale et le comportement du planeur dans ce temps. En mono, ne lâcher alors que les élèves dont on est sûr. Ces règles seront d'ailleurs à modifier suivant le type du terrain dont on dispose et devront être d'autant plus respectées qu'il y aura plus de décors autour.

Mais surtout, avec ces types et forces de vent, n'utiliser que le crochet de treuillage avant. Ne pas utiliser le crochet arrière s'il y en a un.

D'ailleurs, avec ces vents, il est beaucoup plus utile de réunir les élèves et de leur faire un cours quelconque ou réparer quelque chose. Il y a toujours du travail à faire dans un club ou un centre.

Ces règles ne s'appliquent d'ailleurs qu'aux terrains plats. Les terrains de pente attendent au contraire les vents pour faire des performances et, sur ceux-là, le moniteur, seul juge, décidera du sort de la journée.

**

Tant que votre élève n'est pas apte à comprendre et utiliser votre enseignement, ne vous laissez pas tenter par l'ascendance. Faites des tours de piste réguliers. Un débutant que vous promenez pendant 30 minutes dans un thermique n'apprend pas grand'chose, et cela ne raccourcit pas le nombre des lancers qu'il devra faire pour être lâché. Pour lui, cinq vols de 3 minutes seront plus instructifs qu'un vol de 30 minutes.

Le problème sera peut-être différent sur les pentes régulières à vent uniforme, car alors l'élève retrouvera à chaque tour à peu près les mêmes conditions, et la régularité, la cadence de l'instruction n'en souffrira pas.

Si votre enseignement a été correct, vos élèves assidus, la moyenne du nombre de tours en biplace pour un lâcher sera de 22 à 25. Les bons sujets doués seront lâchés entre 16 et 20. Mais pour faire un bon pilote, c'est comme pour faire de la bonne cuisine : il faut du

temps et, de même que, dans la cuisine, les bas morceaux longuement mijotés sont délicieux, un élève lent pourra faire un excellent pilote. Mais, si votre élève arrive à doubler le nombre des lancers moyens en biplace, disons 50, il vaut mieux lui faire comprendre qu'il perd son temps et fait perdre celui des camarades. Il est quelques-uns de ces cas, rares d'ailleurs, qui passent au travers de l'examen médical et désespèrent les moniteurs. Malheureusement, ces élèves ne sont pas les moins atteints par le virus de l'air et, dans leur intérêt et celui de la cause, il faut pour eux se bâtir un cœur de pierre.

**

INSTRUCTION AU SOL

La rapidité de lecture de tous les instruments simultanément a une importance considérable, car elle est fonction de la rapidité des réflexes, et on peut l'améliorer par l'entraînement.

Pour cela, je suggérerai l'utilisation d'une maquette de carlingue dans laquelle on place un tableau de bord composé des cadrans seuls, des instruments avec leurs aiguilles et d'un niveau à bille arrangé de telle façon qu'on puisse déplacer la bille de l'extérieur, peut-être avec un aimant.

Les aiguilles des instruments et la bille pourront être placées à telle position choisie par le moniteur et formant un problème de vol.

Un cache, composé d'un panneau de contreplaqué pivotant sur charnière, est disposé devant le tableau. Le moniteur manœuvre le cache de façon à ne laisser voir les instruments que pendant un certain temps qui ira se raccourcissant au fur et à mesure de l'entraînement.

Le mieux serait encore de disposer d'un vieux fuselage de planeur avec les commandes. On mettrait l'élève sous capote et on éclairerait ou laisserait dans l'obscurité le tableau de bord. L'élève doit réagir sur les commandes suivant les indications des instruments. C'est moins cher qu'un link trainer et peut toutefois rendre d'excellents services.

**

EXAMEN PSYCHIATRIQUE

Je ne saurais trop conseiller aux présidents de clubs de faire faire un examen psychiatrique de leurs membres élèves, quelque chose d'un peu plus sérieux que l'examen sommaire du certificat médical. Examen fait par un vrai psychiatre, connaissant, si possible, l'aviation et ses besoins. Si le médecin est pilote lui-même, tout alors est pour le mieux. Ces conditions seront d'ailleurs rarement réunies, et je le déplore.

Les résultats de cet examen doivent être inscrits sur une fiche qui doit être communiquée au moniteur sous le sceau du secret professionnel. Cela apprendra au moniteur à démonter le mécanisme psychologique de l'élève, et vous savez qu'on ne peut bien connaître une machine que si l'on en sait démonter sans faute les organes.

Et cela lui donnera des renseignements précieux. Les élèves lents ou irréguliers ne le décourageront alors plus, car il saura s'ils peuvent quand même arriver. Et ce sont ceux-là qui font souvent les meilleurs pilotes.

Il ne confondra plus un élève aux réflexes trop vifs avec un élève nerveux, dont la nervosité vient de la crainte. Il arrivera à combattre le complexe d'infériorité qui paralyse tant d'élèves devant le maître et qui fait paraître bornées de réellement très brillantes intelligences. Il saura mettre chacun en confiance en adaptant ses réflexes à ceux qu'il s'attendra à trouver chez son élève.

**

SÉCURITÉ EN PLANEUR

La sécurité en planeur dépend tout d'abord de la qualité du pilotage. C'est incontestable.

On peut dire qu'actuellement la qualité de la construction n'est pas en cause. Les fabrications sont en effet étroitement surveillées, et on ne connaît pas d'accident dû à une malfaçon ou à un vice aérodynamique propre au type du planeur. Les prototypes sont essayés par les services techniques pendant parfois trop longtemps,

mais on peut dire que leurs lenteurs viennent surtout de la crainte d'accidents qu'on pourrait alors imputer à leur précipitation ou négligence. Si le progrès en souffre, la sécurité y gagne.

Une des meilleures conditions de sécurité à bord, c'est le confort. Un planeur ne doit pas être étudié à l'usage exclusif des pilotes coupés sur le gabarit du jockey. La coque doit avoir un minimum de 52 à 53 centimètres de largeur intérieure aux épaules.

Le manche à la position neutre doit être à 65 centimètres du dossier, non compris le logement du parachute. On peut rétablir cette dimension en faisant un manche coudé en avant. De ce côté, le Grunau allemand, si réputé auprès des admirateurs de techniques étrangères, est particulièrement inconfortable pour un pilote de taille au-dessus de la moyenne. Nous avons mieux chez nous.

Les pédales doivent être réglables en distance. La bonne position du pilote est les jambes allongées, genoux légèrement fléchis de façon que la jambe soit presque complètement tendue lorsque la pédale de son côté est à fond en avant.

Le palonnier est plus convenable que les pédales oscillantes. En effet, même engourdi, on peut toujours pousser le palonnier par détente de la jambe, alors qu'il est quelquefois difficile de faire osciller un pied engourdi par le froid autour de l'articulation de la cheville.

Vous pouvez munir votre tableau de bord, aux endroits où il est fixé sur le cadre, de poignées d'extraction que vous saisissez pour vous aider à sortir de l'appareil en cas de saut en parachute. Aucun décor, ferrure ou autre, ne doit gêner la sortie de ce dernier, et je vous invite vivement à faire de nombreux essais de sortie en parachute au sol. Vous verrez ainsi ce qui peut vous gêner et vous apprendrez à sortir rapidement. Au cas où vous êtes obligé de le faire, n'oubliez pas que les cinquièmes de seconde comptent, et la précipitation ne vaut pas la méthode acquise par l'entraînement.

Des lattes rivées en travers du plancher permettront dans ce cas à votre pied d'accrocher plus facilement.

**

Le tableau devrait être monté sur une charnière fixée à sa partie supérieure de façon qu'on puisse soulever ce tableau pour s'installer confortablement, et surtout lors d'une évacuation rapide en

parachute. Le bas du tableau pourrait être retenu par des ressorts du genre clip.

On a quelque chose de ce genre dans l'Émouchet. La partie inférieure de tableau est retenue par deux tourniquets facilement manœuvrables, et le haut est légèrement cloué, ce qui permettrait d'arracher le tableau très facilement en cas de saut.

* * *

Je vous donne, d'autre part, les conseils relatifs aux dispositifs de sécurité de treuillage et de remorquage, ainsi qu'à l'hygiène du pilote.

ENCORE DES MATHS...

Je ne répéterai jamais assez que, pour savoir voler correctement et se servir d'un planeur, il faut savoir pourquoi et comment sa machine tient l'air. Aux notions d'aérodynamique que je vous ai présentées, il faut que vous ajoutiez mieux que des notions de météorologie et d'aérologie. Le pilote d'avion peut, à la rigueur ne connaître de son moteur que la manette des gaz et en laisser l'intrigante complication à son mécanicien. Du moment qu'il y a du carburant et des tours au compte-tours, ça va.

Mais votre moteur à vous c'est l'air, avec son réservoir d'ascendances et de descendances. Il faut savoir rechercher les unes et éviter les autres, et il n'y a pas de pancarte annonçant : « Ici ça monte », ou : « Attention ! ça dégouline. »

C'est là que le vol à voile devient un sport scientifique et qu'il ne suffit plus de savoir faire une ligne droite, un virage et une prise de terrain. Il faut connaître votre moteur : l'air, le vent.

Et d'abord, il va falloir rouvrir votre bouquin de physique et rafraîchir quelques-unes de vos notions sur la thermodynamique et la physique des gaz. Sans cela, vous ne comprendrez rien à ce qui va suivre et ne saurez jamais voler en planeur.

Nous allons poser en principe que, l'air étant un gaz, il obéira à toutes les lois physiques qui régissent les gaz.

L'air est donc un gaz composé *grosso modo* de quatre parties d'oxygène, une partie d'azote et d'autres gaz neutres (argon, néon, etc.), et d'une quantité variable de vapeur d'eau. N'oubliez pas cette dernière : très importante la vapeur d'eau. En fait, c'est, dans l'air, la partie qui compte pour le vélivole.

La première notion est celle de la pesanteur de l'air. Un mètre cube d'air **sec**, à la température de 0° et à la pression de 760 millimètres de mercure, pèse 1kg,293. La pression, qui se mesure en milli-

mètres de mercure, peut aussi s'exprimer en *millibars*. Vous verrez souvent cette unité, surtout sur les cartes et les comptes rendus météorologiques. Le *millibar* est la millième partie du *bar*, et le bar est la pression exercée sur un centimètre carré par un poids de 1 kilo. Un mètre cube d'air pesant 1^{kg},293 à 760 millimètres de pression et à 0°, cette pression de 760 millimètres vaudra 1 013,25 millibars.

Sur les cartes isobariques de la météo, cartes dont je vous parlerai plus tard, vous verrez une ligne isobarique plus épaisse que les autres à 1 015 millibars. C'est le chiffre qu'on a choisi pour représenter **approximativement** sur ces cartes la pression moyenne, et parce que, l'écartement des lignes étant de 5 millibars, il est plus facile, pour lire et calculer, de considérer des lignes partant de l'unité 1 000 millibars.

L'atmosphère se pèse avec un appareil appelé baromètre et composé élémentairement d'un tube rempli de mercure qu'on renverse sur une cuve de mercure. La hauteur de colonne de mercure au-dessus du niveau de la cuve donne le poids de l'atmosphère (fig. 15). On utilise également et plus généralement des baromètres dits anéroïdes qui servent également d'altimètres et dont vous trouverez la description au chapitre des instruments de bord.

Au fur et à mesure que vous vous élevez, la pression diminue et l'air devient moins dense; ainsi, à 3 000 mètres, la pression est devenue 525 millimètres, et le mètre cube d'air sec ne pèse plus que 0^{kg},895 à 0°; à 5 500 mètres, la pression n'est plus que la moitié de la pression au sol, et la densité devient la moitié de la densité au sol à 760 millimètres, c'est-à-dire 0,647, toujours ramené à 0° de température.

Première conséquence : la tension d'oxygène a diminué dans les mêmes proportions et, à partir de 4 500 mètres, il est prudent de respirer une atmosphère suralimentée en oxygène pour assurer les fonctions vitales du pilote.

Connaissions d'abord la loi universelle des gaz que nous exprimons par une formule combinant les lois de Mariotte et de Gay-Lussac. La loi de Mariotte a pour expression :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1},$$

applicable à une masse de gaz d'un volume V_1 sous la pression P_1 , que nous amenons par un artifice quelconque au volume V_2 sous la pression P_2 . C'est-à-dire que, si nous prenons un volume V_1 de 2 mètres cubes d'air à la pression P_1 de 1 kilo et que nous l'aménions par compression au volume V_2 de 1 mètre cube, c'est-à-dire la moitié du volume normal, cet air sera alors la pression P_2 de 2 kilos, c'est-à-dire une pression double de la pression initiale.

La loi de Gay-Lussac traite des relations de la pression et du volume avec la température. Si vous chauffez l'air dans un espace clos, une bouteille bouchée par exemple, vous savez que son volume, donc sa pression vont augmenter et que le bouchon sautera.

Cette loi s'exprime ainsi :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (1)$$

dans laquelle loi T_1 et T_2 représentent les températures **absolues** de l'air au début et à la fin de l'expérience.

La température **absolue** d'un corps est sa température en degrés centigrades augmentée de 273°. Ce chiffre de 273° représente le zéro **absolu**, c'est-à-dire que la température la plus basse qu'on pourrait atteindre est 273° au-dessous de zéro, en réalité — 273°,16. On n'a d'ailleurs encore jamais pu l'atteindre.

La loi universelle des gaz combinant les deux lois ci-dessus peut donc s'exprimer ainsi :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}. \quad (2)$$

Et n'oubliez pas que, dans tous les calculs, vous devez utiliser des unités de même ordre.

Cette loi est exacte, car nous considérons l'air **non saturé** comme un gaz parfait, mais nous y introduisons des modifications si l'air devient saturé et surtout s'il y a **condensation**, c'est-à-dire transformation de la vapeur en un liquide, ou **sublimation**, c'est-à-dire transformation de la vapeur en glace.

Si nous faisons entrer la densité de l'air dans la formule (2), elle devient :

$$\frac{P_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2}{d_2 T_2} = \text{Cte} = R; \quad (3)$$

d représentant les densités, ce qui est exact puisque

$$d = \frac{P}{V}.$$

Si nous calculons l'expression (3) en remplaçant les chiffres par leur valeur, nous obtiendrons pour chaque gaz une valeur constante appelée R , ou **constante de ce gaz**. Pour l'air, ce chiffre R est égal à 29,2721.

Nous allons maintenant passer à la thermodynamique.

Vous avez tous constaté que, quand on comprime un gaz, ce gaz s'échauffe. La pompe de vélo gonflant un pneumatique vous en a tous fait faire l'expérience.

De même, quand on **détend** un gaz, c'est-à-dire quand on abaisse sa pression, ce gaz se refroidit. Vous avez probablement vu faire un siphon d'eau de Seltz avec des capsules dites « Sparklets » contenant du gaz carbonique sous haute pression; quand on débouche brusquement la capsule pour envoyer le gaz dans l'eau du siphon, vous voyez cette capsule se couvrir de givre. Le froid produit a été assez fort pour sublimer la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant et la transformer en glace au contact de la capsule.

On dit, dans ce cas, qu'on détend ou comprime **adiabatiquement** les gaz, c'est-à-dire sans apport de chaleur d'une source étrangère. On dit également que les gaz contiennent une certaine **chaleur latente**. Le mot chaleur doit être compris au sens **énergie**, la chaleur étant une forme de l'énergie.

Chaque gaz, par conséquent l'air, contient une certaine chaleur latente appelée chaleur spécifique.

La loi régissant les rapports entre une même masse d'air à des températures et pressions différentes est exprimée ainsi :

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0,288}$$

ou :

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{3,48}$$

Donc une masse d'air non saturée ayant au niveau du sol une certaine température et une certaine pression aura, à une altitude donnée, une pression différente et une température différente. Ne vous cassez pas la tête à la calculer, la température s'abaisse adiabatiquement de 1° centigrade pour chaque 102^m,60 de hauteur. En principe, on dit que la température s'abaisse de 1° par 100 mètres.

Nous allons maintenant observer la vapeur d'eau,

Attention : quand je parle de vapeur d'eau, je parle d'un gaz incolore et non de ce que vous appelez improprement vapeur quand vous parlez de ce qui sort du bec de la bouilloire ou s'élève de votre tasse de café. Ce que vous voyez dans ce cas n'est pas de la **vapeur**, mais de l'eau **liquide**, de la vapeur **condensée** sous forme de milliards de gouttelettes.

La vapeur est invisible dans l'air qui nous environne; quand elle devient nuage ou brouillard, ce n'est plus de la vapeur, c'est de l'eau. Cette distinction est extrêmement importante.

Or, pour transformer de l'eau en vapeur, il faut lui fournir de la chaleur, des **calories**; de même, pour transformer de la vapeur en eau, il faut lui retirer des calories. Cette quantité de chaleur à fournir ou retirer s'appelle la **chaleur latente de vaporisation**.

Je vous dirai d'abord que la calorie est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kilo d'eau pour élever sa température de 1° centigrade.

Or la chaleur de vaporisation est très élevée. A 0°, elle est de 595 calories et, à 100°, de 639 calories. C'est-à-dire que, pour évaporer 1 litre d'eau bouillante, il faut lui fournir 6,39 fois plus de chaleur que pour amener ce litre de 0 à 100°. C'est-à-dire que, si vous mettez 1 litre de glace fondante dans une casserole sur un fourneau à gaz et que cette glace se transforme en eau bouillante après dix minutes, il faudra encore près de soixante-quatre minutes sur la même flamme pour évaporer cette eau.

Donc, si de l'eau se transforme en vapeur, il faudra qu'elle prenne pour cela ses calories quelque part. Si c'est à l'air, l'air se refroidit d'autant, ce pourquoi il fait plus frais dans les forêts, au bord des rivières, parce que l'évaporation de l'humidité des feuilles et de l'eau de la rivière prend des calories à l'air.

Mais si, au contraire, la vapeur d'eau se condense, forme un nuage,

à son point de condensation elle restituera à l'air les calories qu'elle lui avait enlevées précédemment.

Une expérience peut démontrer cela. Mettons de l'air saturé d'humidité dans un ballon extensible, en baudruche par exemple (fig. 48). Nous lions le col de la baudruche autour d'un thermomètre

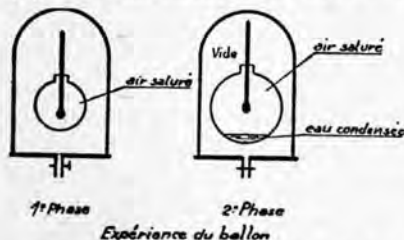


Fig. 48. — Expérience du ballon.

et mettons le tout sous une cloche pneumatique dans laquelle nous faisons le vide; la baudruche va se dilater, la pression dans la baudruche baisser, donc la température de l'air enfermé baissera également en vertu de la loi sur la détente adiabatique des gaz. A un moment donné, la température sera telle que la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air du ballon commencera à se faire, et des gouttelettes apparaîtront sur la paroi intérieure et viendront se réunir en bas. La chaleur de vaporisation ainsi restituée fera monter le thermomètre, **car cette chaleur est supérieure à l'abaissement de la température causé par la détente adiabatique.**

Il est temps de vous dire que l'air ne contient pas toujours la même quantité de vapeur d'eau et que le point de saturation varie avec la température initiale du mélange. Ainsi à 0° et 760 millimètres de pression, l'air saturé contient 3^{gr},8 de vapeur d'eau par kilo d'air sec. A 15°, il en contiendra, dans les mêmes conditions, 10^{gr},6; à 25°, il y aura 20 grammes.

On vous dit parfois : l'air est à 30, 50, 65 p. 100 d'humidité; cela ne signifie pas grand'chose si vous ne connaissez pas la température du mélange. Ainsi, dans les cas ci-dessus, de l'air à 50 p. 100 d'humidité contiendrait donc la moitié de la teneur à saturation, soit respectivement 1^{gr},9, 5^{gr},3, 10 grammes, et, à 25 p. 100, 0^{gr},95, 2^{gr},65, 5 grammes.

La température à laquelle il faut amener une masse d'air pour que la vapeur d'eau commence à se condenser s'appelle le **point de rosée**, c'est-à-dire le point où la rosée se forme. Si nous voulons connaître cette température nous pouvons procéder ainsi :

Nous mettons dans un récipient quelconque de l'éther, par exemple, et nous le faisons évaporer en y soufflant de l'air à l'aide d'une poire en caoutchouc (fig. 49). L'évaporation de l'éther produit

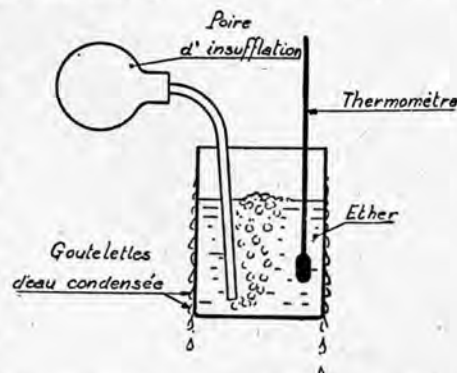


Fig. 49. — Détermination du point de rosée.

du froid du fait de la transformation de la phase liquide en phase gazeuse. Au bout d'un certain temps, le récipient devient assez froid pour que les gouttelettes d'eau condensée provenant de la vapeur d'eau de l'atmosphère s'y fixent. Si nous avons mis un thermomètre dans l'éther et que nous y lisions la température obtenue à ce moment, nous avons la température du point de rosée de l'air ambiant, c'est-à-dire la température à laquelle les nuages se formeront dans cette masse d'air quand elle sera refroidie par détente à la suite de son élévation.

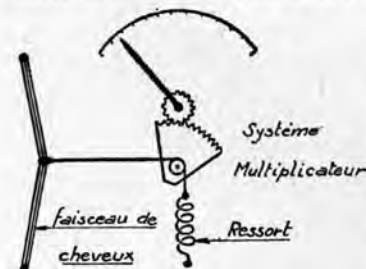


Fig. 50. — Hygromètre à cheveux ou de Saussure.

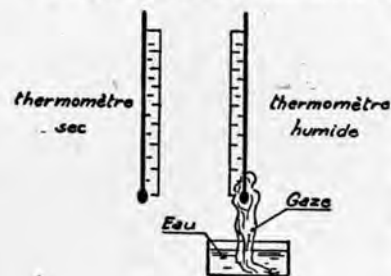
En réalité, on ne se livre pas à cette expérience chaque fois. On lit le pourcentage d'humidité sur un appareil dit hygromètre à cheveu ou hygromètre de Saussure (fig. 50). On a remarqué que les cheveux sont continuellement hygrométriques, c'est-à-dire sensibles à l'humidité, et qu'ils s'allongent proportionnellement à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. En principe, on employait pour cet usage des cheveux dégraissés de blonde. Depuis, on a trouvé

bien d'autres corps encore plus sensibles, tels que la cellophane, la soie artificielle, etc.

Les cheveux sont liés à un système de leviers qui font déplacer une aiguille devant un cadran étalonné en pourcentage d'humidité.

Cet appareil ne donne qu'une approximation. Il n'est ni très précis, ni très fidèle. On pourrait évidemment s'attendre à plus de fidélité de la part d'un cheveu de blonde, mais ce n'est vraiment pas le cas, et je n'y peux rien.

Un appareil plus précis est le psychromètre (fig. 51). Il est composé de deux thermomètres dont l'un a le bulbe entouré d'une gaze dite « toile à fromage », laquelle gaze est maintenue toujours humide. L'évaporation constante de l'humidité de cette gaze donne la température du point de rosée. L'un des thermomètres s'appelle le thermomètre sec, l'autre le thermomètre humide.



Psychromètre

FIG. 51. — Psychromètre.

d'eau de la masse d'air ambiante. Cet appareil est très précis.

Je donne ici (fig. 52) une table qui vous renseignera sur les quantités de vapeur d'eau, la chaleur totale en calories contenues dans l'atmosphère pour différents degrés de température au thermomètre sec et divers pourcentages en humidité avec la température correspondante lue au thermomètre humide.

Et tâchez de bien retenir ce que je viens d'essayer de vous rappeler, et sachez que, si vous ne vous imprégnez pas bien de ces quelques notions, vous ne comprendrez rien à ce qui se passe dans l'atmosphère, vous ne connaîtrez pas votre moteur. Vous pourrez peut-être alors savoir conduire un planeur, à la rigueur monter dans une ascendance quand celle-ci viendra vous chercher, mais vous ne serez jamais un pilote de vol à voile.

Et maintenant passons à l'application et voyons les incidences de ces lois sur le comportement de l'atmosphère.

T.	H %	100 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %	0
— 5	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	0,30 2,5 — 5	0,23 2,25	0,00 2,00	— 0,15 1,75	— 0,30 1,5	— 0,45 1,25	— 0,54 1,00	— 0,74 0,75	— 0,89 0,50	— 1,04 0,25	— 1,19 0
0	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	2,27 3,80 0	2,04 3,4	1,82 3,00	1,59 2,7	1,36 2,3	1,13 1,9	0,91 1,5	0,68 1,1	0,45 0,8	0,23 0,4	0
5	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	4,42 5,4 5	4,09 4,9 3,3	3,77 4,3 1,9	3,45 3,8	3,13 3,3	2,8 2,7	2,47 2,2	2,15 1,6	1,83 1,1	1,51 0,5	1,19 0
10	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	6,95 7,6 10	6,48 6,9 8,2	6,02 6,1 6,7	5,56 5,3 4,9	5,1 4,6 2,5	4,64 3,8 0	4,19 3,0	3,73 2,3	3,28 1,5	2,82 0,8	2,37 0
15	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	9,94 10,6 15	9,3 9,5 13,6	8,66 8,5 14,6	8,01 7,4 9,6	7,36 6,4 7,4	6,72 5,3 4,8	6,09 4,2 1,5	5,46 3,2	4,82 2,1	4,18 1,1	3,56 0
20	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	13,58 14,4 20	12,68 13,0 18,4	11,78 11,5 16,6	10,88 10,1 14,5	9,99 8,6 12,2	9,11 7,2 9,3	8,23 5,8 6,0	7,35 4,3	6,47 2,9	5,61 1,4	4,75 0
25	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	18,10 20,0 25	16,86 18,0 23,3	15,62 16,0 21,4	14,38 14,0 19,3	13,15 12,0 16,7	11,93 9,9 14,0	10,72 7,9 10,6	9,52 5,9 6,4	8,32 3,9	7,12 1,9	5,94 0
30	Chaleur totale ... Eau en grammes. T _h .	23,6 27,1 30	21,88 24,2 28,2	20,19 21,5 26,3	18,31 18,7 24,0	16,84 16,0 21,5	15,18 13,2 18,6	13,54 10,5 15,0	11,92 7,9 10,8	10,31 5,2	8,71 2,6	7,12 0

T_s, température lue au thermomètre sec.
T_h, température lue au thermomètre humide.
H %, pourcentage d'humidité.
Chaleur totale en calories.

Fig. 52.

NOTIONS D'ÉQUILIBRE DE L'ATMOSPÈRE STABILITÉ — INSTABILITÉ

Nous savons maintenant que, du fait de la loi de détente adiabatique des gaz, la température décroît avec la pression, donc avec la hauteur, et que, dans les conditions normales, la température de l'air s'abaisse de 1° par 100 mètres d'élévation.

Nous allons donc faire un diagramme sur lequel nous porterons

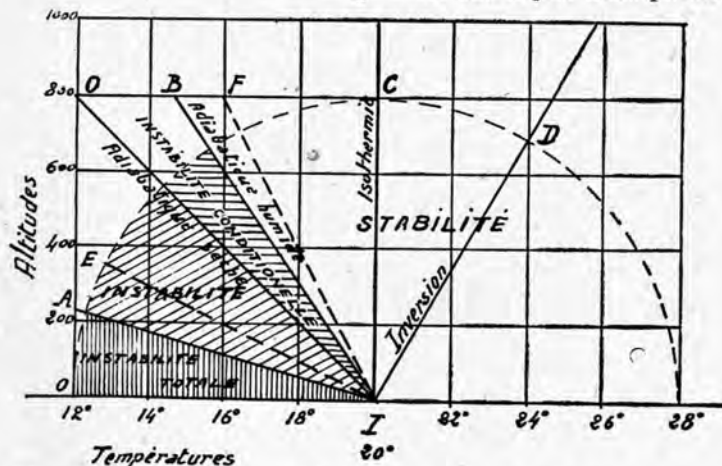


FIG. 53. — Conditions de l'atmosphère en fonction des gradients de température.

en abscisses, c'est-à-dire horizontalement, les températures et en ordonnées, c'est-à-dire verticalement, les altitudes.

Supposons que nous montions en avion dans l'atmosphère et

qu'à tous les 100 mètres d'altitude nous notions la température et la reportions sur ce diagramme : c'est ce que nous appellerons mesurer un **gradient** de température (fig. 53).

Nous sommes partis avec une température de 20° au sol (point I du diagramme), et la température baisse régulièrement de 1° par 100 mètres. Les différents points des températures reportés sur notre diagramme et réunis par une ligne nous donnent la ligne IO que nous appelons **adiabatique sèche**.

Si nous trouvons une chute de température supérieure à 1° par 100 mètres, disons par exemple 2° par 100 mètres, nous obtiendrons une ligne IE dite **suradiabatique**, et l'atmosphère est alors en état d'instabilité, c'est-à-dire qu'à la moindre sollicitation les couches inférieures de l'atmosphère auront tendance à monter.

En effet, supposons que du sol, à ce moment, nous fassions monter une bulle ou un courant d'air. Cela peut se faire si, par exemple, le vent soufflant sur une déclivité ou contre un obstacle crée un premier mouvement ascendant dynamique tel que je vous le décris dans l'explication des ascendances dynamiques ou de relief.

La bulle d'air ainsi projetée en l'air va, elle, voir sa température initiale s'abaisser de 1° par 100 mètres du fait de la détente adiabatique.

Mais l'air environnant, lui, a un **gradient** de température de 2° . C'est-à-dire que, quand notre bulle sera à 10 mètres de haut, elle aura une température de $19^{\circ},9$. Mais l'air ambiant y aura une température de $19^{\circ},8$, donc la bulle est plus chaude que l'air ambiant, donc plus légère, donc elle monte et continue à monter (fig. 54).

La bulle déclenchée va monter en accélérant sa vitesse si elle conserve toujours une certaine différence de température avec l'ambiance ; en effet, nous pouvons la considérer comme un ballon gonflé d'air chaud, un ballon qui n'aurait pas d'enveloppe.

Supposons qu'une bulle a été déclenchée par échauffement d'une partie du sol, par exemple un crassier d'usine ou un parc à charbon. Vous savez que le noir absorbe énormément de calories ; si vous en

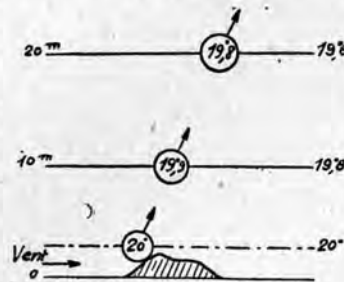


FIG. 54. — Ascension d'une bulle d'air dans une atmosphère à gradient suradiabatique.

doutez, placez un bulbe de thermomètre dans un tube peint en noir, un autre dans un tube de même nature et de même dimension, mais blanc, de l'aluminium par exemple, et exposez les deux simultanément au soleil. Vous constaterez que le tube blanc vous donne une température à peine supérieure à la température à l'ombre. Si cette dernière est de 25°, par exemple, le thermomètre du tube blanc accuse 30° et celui du tube noir 50°.

Donc la particule d'air décollée du parc à charbon, chauffée par contact à près de 50°, va avoir une grosse différence de température avec l'air ambiant et déclenche une montée rapide. Cela serait en atmosphère neutre, par exemple, c'est-à-dire ayant un gradient strictement adiabatique de 1° par 100 mètres, une ascendance purement thermique et qui pourrait atteindre des hauteurs considérables avec une vitesse uniformément accélérée si la même différence de température entre la particule et l'air ambiant se maintenait tout au long de l'ascension. Mais même un ballon à air chaud à enveloppe ne monte pas indéfiniment. La bulle d'air sans enveloppe se refroidit encore plus vite par mélange avec l'air ambiant et dépense son énergie surtout en turbulence et frottements.

Georgii a calculé l'accélération idéale et les vitesses qui en résulteraient, et nous dit qu'à 27° d'ambiance, si la bulle avait 1° de plus que l'air extérieur, elle serait douée d'une accélération de 3 centimètres à la seconde. Si la même différence de température se maintenait entre la bulle et l'ambiance, nous aurions, au bout de 1 mètre de montée, une vitesse de 25 centimètres; à 10 mètres, il y aurait 81 centimètres, et, à 250 mètres, 4 mètres-seconde.

J'avais suggéré autrefois de noircir un sommet de monticule quelconque, par exemple en y répandant du machefer et en goudronnant, afin de créer une plage artificielle de décrochage d'ascendance.

Contre cette éminence noircie — ne pas confondre avec un cardinal Paf (1) — les brises même légères auraient pu libérer des ascendances énergiques par temps d'instabilité, et on aurait pu étudier les hauteurs d'ascendance purement thermiques par temps stable.

La bulle montera donc jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche

(1) Cardinal Paf : vieille tradition du vol à voile français. Le récipiendaire à la confrérie doit boire un verre de vin avec des gestes rituels consacrés par une liturgie précise et impitoyable.

d'air à sa température ou bien jusqu'à ce qu'elle se dissolve dans l'atmosphère, car elle ne monte pas d'une façon parfaitement calme. Elle est le siège de remous, surtout sur ses bords, remous provenant justement de la différence de température avec l'ambiance. Ces remous créent un brassage interne parfois très violent qui vous secouera durement en planeur et fera craquer tous les joints de votre machine. La jolie chanson que celle du planeur qui monte, quoique impressionnante pour le profane !

Ce brassage tend à unifier la température de la bulle avec la température extérieure. A un moment donné, ces températures s'égaleront et vous ne monterez plus. Elles s'égalisent d'autant plus vite que le brassage a été plus violent. Les ascendances qui vous emmèneront le plus haut, en ciel clair, ne sont pas les plus turbulentes et rapides.

Le gradient de température le plus instable ne peut dépasser 3°,42. En fait, il ne l'atteint jamais, car ce serait alors l'instabilité totale. A 3°,42 de chute de température par 100 mètres nous tombons dans un cas particulier. La densité de l'air, au lieu de décroître, reste la même à toutes les altitudes. Si nous dépassions cette condition, l'air deviendrait plus dense en altitude qu'au sol et donc redescendrait automatiquement. On ne peut donc jamais trouver un gradient supérieur à 3°,42.

Au-dessus de l'**adiabatique sèche** nous trouvons l'**adiabatique humide**, laquelle est légèrement courbe, quoique je ne l'aie pas représentée ainsi. C'est la courbe de la décroissance normale de température dans l'**air saturé**, c'est-à-dire au niveau des nuages.

En effet, quand l'air saturé monte, il se détend, il se refroidit, mais la quantité d'eau qui se condense de ce fait restitue à l'ambiance, en calories de condensation, plus que l'atmosphère ne perd du fait de la détente. Le gradient est alors variable d'après la température initiale, les quantités de vapeur d'eau dans l'atmosphère variant avec ladite température.

Nous appellerons l'espace compris entre l'adiabatique sèche et l'adiabatique humide une zone d'**instabilité conditionnelle**, c'est-à-dire qu'il y faudra une condition spéciale pour y créer l'instabilité, cette condition étant la **saturation** de l'atmosphère.

Si notre température atmosphérique décroît de moins de 1° par 100 mètres en air non saturé, disons 0°,5, comme sur la ligne IF, l'atmosphère sera **stable**, c'est-à-dire qu'aucun mouvement as-

censionnel d'origine thermodynamique ne pourra s'y produire.

En effet, la bulle qui tenterait de s'élever du sol partant à 20° se trouverait, à 20 mètres de haut, à la température de 19°8 du fait de la détente adiabatique. Mais, l'air ambiant étant à cette hauteur à 19°9, la bulle serait plus froide, donc plus lourde, que l'ambiance, et elle retomberait vers son point de départ (fig. 55).

Un cas particulier de stabilité est l'**isothermie**, cas dans lequel, sur une certaine hauteur, la température de l'atmosphère est égale en tous les points.

Enfin un autre cas que nous allons retrouver fréquemment, c'est l'**inversion** de température, cas dans lequel la température de l'atmosphère croît avec l'altitude au lieu de décroître.

Vous voyez donc qu'il est de la plus haute importance de connaître la température des différentes couches de l'atmosphère, ou plutôt le **gradient** de température. On obtient ces renseignements par des sondages, lesquels peuvent être effectués par un avion emportant des appareils enregistreurs ou par des ballons radiosondes. Ces derniers, maintenant fréquemment employés, sont des ballons gonflés à l'hydrogène et emportant un équipement très léger composé d'un émetteur simple de radio qui transmet à la station à terre tous les renseignements relatifs à la température, la pression et l'humidité. L'émission radio est captée par deux cadres radiogoniométriques dont l'orientation permet de situer le ballon

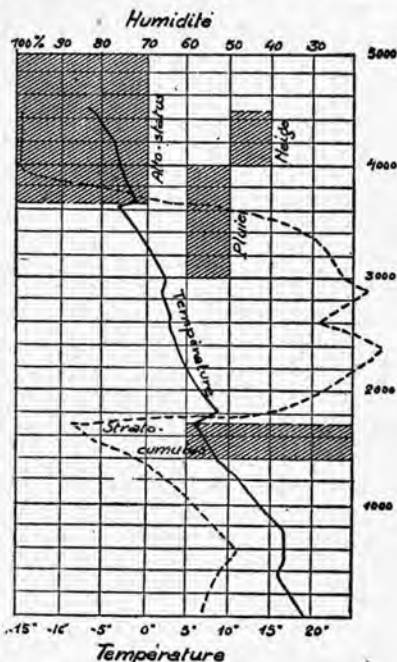


FIG. 56. — Sondage aérologique.

dans l'espace à chaque instant, donc de donner sa position, sa hauteur et sa vitesse, par conséquent la direction et la vitesse du vent.

Je reproduis ici un sondage d'après le bel ouvrage de Loisel et Coulon : *La Physique des nuages* (fig. 56).

Partant au sol vers 19°, la courbe de température descend d'abord vers 16° pour une hauteur d'environ 380 mètres, soit 0°8 par 100 mètres. Nous sommes donc en état de stabilité. Puis une faible inversion, puis une zone d'isothermie vers 17°, ce jusqu'à 800 mètres. Donc toujours en état de stabilité. A 1 400 mètres, sous les premiers strato-cumulus, nous avons 8°, soit une chute de 9° en 600 mètres, c'est-à-dire 1°5 par 100 mètres, donc en état d'instabilité, qui se continue d'ailleurs dans le strato-cumulus jusqu'à sa sortie.

A la sortie du strato-cumulus, j'attire votre attention sur l'inversion de température signalée et sur la courbe d'humidité relative. Cette dernière s'affaisse subitement, passant de 90 p. 100 à 20 p. 100 environ. C'est donc que l'air humide instable a vu son humidité se condenser dans le nuage, se réchauffant du fait de la condensation et sortant plus chaud et sec du nuage. La courbe de température ne doit pas représenter exactement la vérité, car il faut que nous comptions sur la grande inertie des thermomètres, surtout en présence de faibles différences de température. Il est fort probable que la couche d'inversion, au lieu d'avoir 100 mètres d'épaisseur, n'a que quelques mètres. Le ballon-sonde, en effet, monte à 300 mètres-minute et, si la couche d'inversion, ainsi que je le suppose, n'a que, disons 10 mètres, le ballon va la traverser en deux secondes, temps nettement insuffisant à un thermomètre ordinaire quelconque (c'est dans ce cas un bilame) pour enregistrer la faible différence de température dont il s'agit (3°).

Donc je suppose que la courbe va plutôt avoir l'apparence de la figure 57 où je détaille une inversion d'une dizaine de mètres, peut-être occasionnée par une légère turbulence due au changement d'état, puis 300 mètres avec une chute de 3°, soit 1° par 100 mètres,

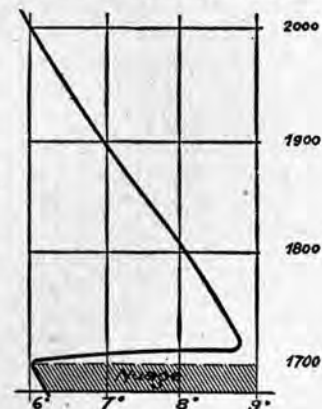


FIG. 57. — Inversion hypothétique.

c'est-à-dire de l'air à la limite de l'instabilité. On peut donc, en certains cas, monter encore au-dessus du nuage.

Il est donc possible qu'une bulle ascendante lancée comme une balle et possédant une certaine force vive crève la légère couche d'inversion, passe au travers et rejoigne la masse d'air supérieure où elle continuera son ascension si elle y trouve les conditions d'instabilité nécessaire.

J'attire encore votre attention sur la couche stable vers 3 600 mètres, juste au-dessous de l'alto-stratus. Il y a dans ce nuage forte condensation avec pluie, d'où restitution de calories par le nuage, calories radiées vers le bas, réchauffant l'air au contact de l'alto-stratus. Cette couche d'inversion est très mince, car l'air est mauvais conducteur de la chaleur et, s'il s'échauffe facilement par convection, c'est-à-dire brassage par ses mouvements internes, il s'échauffe très difficilement par radiation ou rayonnement.

Vous pouvez parfois trouver cette couche d'inversion sous un nuage dans lequel vous espérez monter, et plafonner à 10 mètres de la plume sans entrer dedans.

Vous trouverez l'inversion sous le nuage également sous les fracto-cumulus dans les traînes de systèmes stratifiés. Quand vous arriverez à la hauteur de ces formations, vous vous apercevrez que vous montez quelquefois plus facilement et plus haut dans le bleu que sous le nuage à l'approche de celui-ci.

En général, un sondage d'hiver donne une forte inversion à partir du sol. Et cela se comprend aisément : l'air se refroidit au contact de la terre gelée. Les couches inférieures sont donc froides, tandis que les couches supérieures bénéficient d'un peu de chaleur de rayonnement. L'air est donc plus dense dans le bas, donc particulièrement stable.

L'été, nous trouvons une inversion au sol dans la matinée, avant et immédiatement après le lever du soleil, et pour les mêmes causes que l'inversion d'hiver, c'est-à-dire que la terre s'est refroidie toute la nuit par rayonnement, refroidissant également par contact ou conduction l'air des couches inférieures.

Mais cette situation va se renverser au fur et à mesure de la montée du soleil. Le sol va s'échauffer, réchauffant l'air à son contact, et ce dernier va bientôt se trouver de ce fait plus léger que les couches plus élevées, lesquelles ne bénéficient que de la chaleur de rayonnement solaire ; cet air chaud va avoir tendance à s'élever et, si

nous sommes dans une masse d'air potentiellement instable, l'instabilité, donc l'ascendance, va se déclencher.

Car n'oubliez pas qu'il faut que vous soyez au sein d'une masse d'air **potentiellement instable** pour que le phénomène se produise avec la vigueur indispensable pour une utilisation voilée. Si vous étiez dans de l'air stable, c'est-à-dire avec un gradient de moins de 1° par 100 mètres, votre bulle chaude n'irait pas très loin.

Il faut toujours que l'instabilité soit déclenchée par une cause extérieure additionnelle dynamique ou thermique pour qu'elle existe. Hors de l'existence de cette cause extérieure, de l'air potentiellement instable, c'est-à-dire avec gradient supérieur à 1° par 100 mètres, peut être parfaitement calme. Il faut que vous donniez l'élan à la bulle pour qu'elle continue son chemin vers le haut. Ainsi, dans le cas du sondage de la figure 56, l'air à gradient d'instabilité que nous trouvons à partir de 800 mètres peut être sans tendances ascensionnelles puisqu'il repose sur le coussin pneumatique d'une couche d'inversion, ou tout au moins d'isothermie, qui, elle, est stable par définition.

Mais supposez que votre planeur lancé par un treuil ait dépassé ce niveau de 800 mètres. Il va entraîner avec lui par frottement une certaine masse d'air qui va donc continuer à monter dans la couche d'instabilité potentielle et déclencher ainsi un mouvement ascensionnel qu'avec un peu d'astuce et de finesse de pilotage vous pouvez suivre si vous vous mettez à spiraler immédiatement dans la bulle que vous avez déclenchée.

Or, en général, les matinées d'été, la couche d'inversion est d'une très faible épaisseur, moins de 200 mètres parfois, et vous la crevez avec n'importe quel lancé au treuil. Si donc vous vous mettez à spiraler immédiatement après votre largage, vous avez des chances de grimper en déclenchant vous-même votre propre ascendance.

Si vous avez un variomètre très sensible et peu inerte tel que le nouveau vario Badin, vous constaterez qu'à la fin de la treuillée votre planeur ne se déplace plus qu'horizontalement. Vous avez intérêt à vous larguer avant ce palier si vous voulez profiter de l'effet d'ascendance créé certains jours par votre montée.

Si, arrivé à une certaine hauteur, l'ascendance vous lâche, vous pouvez peut-être, en piquant puis remontant et spiralant en haut de votre ressource, recréer l'ascendance.

L'ascendance peut donc être déclenchée dans l'air instable, soit par échauffement de l'air au contact d'une surface terrestre chaude,

soit par le vent frappant un plan incliné et créant une ascendance dynamique qui va se transformer en colonne ascendante d'instabilité, soit par l'adjonction des deux causes, c'est-à-dire le vent sur une pente bien exposée au soleil.

Les parties humides du sol absorbent davantage de chaleur et en réfléchissent moins que les parties sèches et, du fait de l'évaporation de leur humidité, elles sont plus fraîches et communiquent moins de chaleur par contact à l'atmosphère. Mais elles évaporent pas mal d'eau qui vient se mêler à l'air, et vous savez que la vapeur d'eau a une densité qui n'est que la moitié de celle de l'air sec.

Donc la couche d'air au-dessus de ces parties humides va se trouver allégée du fait de son mélange avec la vapeur d'eau et pourra donc déclencher l'ascendance si les conditions d'instabilité requises sont présentes.

Par conséquent, l'été, en atmosphère instable ou conditionnellement instable, par vent léger, les régions vallonnées, avec des fonds frais et des hauteurs ensoleillées, seront particulièrement propices aux émissions qu'on appelle si improprement « thermiques », alors qu'elles sont plus particulièrement thermodynamiques.

* *

Et que va devenir cette colonne d'air montante ? Eh bien ! elle va transporter en haut l'humidité qu'elle contient, et, se refroidissant au fur et à mesure, du fait de la détente adiabatique, cette humidité va se condenser et produire un nuage qui va d'abord être un petit flocon délicat comme une houppe à poudre, s'évanouir, se reformer, puis grossir et devenir un de ces cumulus, dits de beau temps, qui parsèment les ciels d'été et que les météorologistes ont nommé **cumulus humilis**, « cumulus humble », pour les différencier des cumulus orageux dont je vais vous parler.

Le **cumulus humilis**, ou cumulus de beau temps, a une base horizontale qui indique nettement le niveau de condensation, c'est-à-dire le point où la température de l'air est égale au point de rosée, où la vapeur d'eau contenue dans l'air vient d'arriver à saturation et commence à se condenser.

Connaissant la teneur en vapeur d'eau de l'air au sol et la température de cet air, en appliquant la loi adiabatique, on peut calculer à l'avance la hauteur de formation du cumulus. Sous

nos climats, en général, cette base se trouve entre 800 et 2 300 mètres. C'est généralement vers avril et mai qu'on trouve les bases les plus élevées, et ces nuages peuvent avoir de 200 à 1 500 mètres d'épaisseur au maximum.

* *

Baldit a calculé les hauteurs de condensation théoriques en fonction de la température et de l'état hygrométrique de l'atmosphère pris au sol, et sa table donne une assez bonne précision pour nos climats.

Toutefois, sous certains climats tropicaux, celui des Guyanes, par exemple, le calcul déraile. Dans ces pays où la température atteint 30° pour une humidité de plus de 90 p. 100, la table de Baldit nous donne une hauteur de formation des nuages de 237 mètres. Or les bases des cumulus dans ces pays sont à une hauteur moyenne de 1 600 mètres. Il y a donc d'autres facteurs à considérer.

Je vous recommande tout de même fortement de lire et méditer les conférences faites par M. Baldit, en 1935, aux stagiaires du Centre de Vol sans moteur de Pujaut. C'est un ouvrage remarquable.

* *

Enfin, je vous dirai que les gouttelettes d'eau composant les nuages sont extrêmement petites. On peut en compter des centaines de mille et parfois des millions par centimètre cube. En fait, la quantité d'eau condensée est faible, car 1 mètre cube de nuages ne contient parfois pas même 2 décigrammes d'eau en gouttelettes !

Le **cumulus humilis** peut être parfois plus méchant que ses grands frères, car les colonnes ascendantes y sont étroites, la turbulence plus hachée, inégale.

L'intérieur du nuage est alors le siège de mouvements de turbulence violents puisqu'il y a échange continu de température du fait de la condensation qui libère des calories, ce dont l'air profite pour s'échauffer et s'élever.

Ce nuage n'est pas relié au sol par une colonne ascendante continue, c'est une erreur qu'ont accréditée une explication et des gravures simplistes. Le cumulus se déplace avec le vent, et s'il était relié constamment au point d'émission de la colonne ascendante qui l'a

formé, cette dernière finirait pas s'étirer sur des dizaines de kilomètres, ou bien le cumulus ne formerait plus qu'une masse continue qui obstruerait tout le ciel. Il faut donc que ce soient des bulles successives qui s'élèvent, ou des colonnes se brisant par place pour former des bulles.

En effet, chaque nuage a son individualité, probablement d'origine électrique. Tous sont chargés du même signe, et vous savez que les électricités du même nom ne s'attirent pas. Si ces nuages n'avaient pas de charge, ils finiraient par se réunir du fait de la loi de gravitation, et, s'ils avaient des charges de signe inverse, ils s'attireraient encore plus vite, avec accompagnement d'un magnifique feu d'artifice d'éclairs.

Ça ne monte pas sous tout le nuage, mais plus particulièrement en un point de celui-ci, et, si vous avez un appareil fin, vous pouvez, vous en étant approché en spiralant, viser le nuage suivant et vous diriger vers lui, essayer de retrouver son ascendance particulière. Et ainsi, de nuage en nuage, vous pouvez voyager parfois assez loin si vous avez une belle « rue de nuages ».

Vous pouvez également gagner de l'altitude en montant dans le nuage, mais nous reparlerons de cela quand nous en viendrons au P. S. V.

Les beaux nuages d'été disparaissent le soir, car l'atmosphère, brassée tout le jour par la turbulence, a vu sa température s'égaliser, le soleil ne chauffe plus autant la terre, et cette dernière se refroidit rapidement, les nuages fondent, s'évaporent, en reprenant à l'air les calories qu'ils avaient cédé, en se formant. Il fait frais, la fraîcheur tombe littéralement sur vos épaules et le planeur descend.

Parfois alors, par contraste, les zones forestières ou marécageuses, ou les lacs, se refroidissant moins vite, émettent encore quelques ascendances calmes qui plafonnent bientôt et qu'on appelle « thermiques de restitution ».

C'est l'heure où les grands oiseaux rentrent au hangar. Les hommes sont las et l'on a à peine la force de discuter le coup avant d'aller au repos.

LE VENT

Le vent est pour nous la manifestation la plus tangible des activités atmosphériques, et nous allons essayer de désosser son mécanisme.

Pour cela, nous allons revenir à la pression, au poids de l'atmosphère. La pression atmosphérique n'est pas la même sur tous les points de la terre. Elle varie surtout avec la température, car il est certain qu'une colonne d'air chaud pèse moins lourd qu'une colonne d'air froid. En des multitudes de points du globe, des observateurs, à l'aide d'instruments à lecture directe ou d'enregistreurs, observent la pression atmosphérique à des heures fixes qui sont 0, 6, 12 et 18 heures T. M. G. Ces initiales signifient « temps moyen Greenwich » (en anglais G. M. T.), c'est-à-dire à l'heure solaire du méridien de Greenwich. Ces observations sont centralisées avec une rapidité extraordinaire et fournissent la base de la carte synoptique du temps, carte **synoptique** signifiant carte des observations faites simultanément.

Tous les points ayant la même pression sont portés sur une carte du monde et reliés par un trait qu'on appellera isobare, c'est-à-dire ligne de même pression barométrique. Les **isobares** successives forment des lignes concentriques, tournant plus ou moins capricieusement autour d'un point qu'on appellera centre de haute ou basse pression, suivant le cas. Les systèmes de haute pression sont appelés **anticycloniques** et les systèmes de basse pression **cycloniques**.

Le mot cyclone ne signifie pas, dans ce cas, que le vent régnant dans ces régions est d'une violence exceptionnelle. Il peut même être pratiquement nul.

Il est naturel que l'air, qui est essentiellement fluide et mobile, coule des hautes vers les basses pressions, mais il va être contrarié dans ce mouvement par l'effet du frottement sur le sol et l'entraînement dû à la rotation de la terre. En bref, le mouvement résultant sera tel que, dans notre hémisphère Nord, le **vent du gradient** tournera autour des centres de haute pression dans le sens des aiguilles d'une montre, et en sens inverse autour des centres de basse pression.

On ne trouve exactement le vent du gradient qu'à une certaine altitude lorsqu'il est bien dégagé de l'influence due au frottement sur le sol. Près du sol, le vent est dévié d'environ 30° vers les basses pressions (fig. 58).



CYCLONE

ANTICYCLONE

Fig. 58. — Isobares.

Sur les cartes météorologiques, les isobares sont espacées de 5 millibars, et le vent est d'autant plus fort que ces lignes sont plus rapprochées. Exactement comme vous savez que la pente est plus abrupte quand vous voyez les courbes de niveau se rapprocher sur les cartes géographiques.

Si la météorologie vous intéresse, et elle doit intéresser passionnément tous les vrais pilotes, vous trouverez dans les ouvrages spéciaux l'art de calculer la vitesse du vent d'après l'écartement des lignes isobares.

Le vent peut être modifié localement, en direction et en puissance, par les accidents de terrain. Une chaîne de montagne peut le dévier, une vallée le canaliser et le renforcer. C'est particulièrement le cas du mistral dans la vallée du Rhône. Vous avez pu constater le fait dans les villes, où les canaux des rues semblent faire souffler le vent dans toutes les directions.

Les vents cycloniques auront une tendance à avoir d'eux-mêmes une légère composante verticale ascendante, et, si la masse d'air intéressée est en état d'instabilité, les ascendances en seront accélérées.

Il est même possible que, par temps calme, lorsque le planeur rencontre une faible ascendance égale à sa vitesse de chute verticale, et qui fait maintenir son variomètre à zéro, on puisse accélérer cette ascendance en spiralant à gauche sur place. Le planeur entraîne dans son mouvement une certaine quantité d'air qui va prendre

un mouvement giratoire. L'air tournant est soumis à la force centrifuge et aura donc tendance à créer une dépression vers son axe de rotation, donc une accélération vers le haut de l'air instable.

L'étude d'une carte météorologique avant le départ vous donnera de précieuses indications sur les vents que vous rencontrerez et qui pourront vous aider au cours de votre randonnée.

Je ne crois pas qu'on ait poursuivi les travaux de M. Huguenard sur la structure interne du vent, et ce, malheureusement, faute de modiques crédits. Il eût été pourtant intéressant de connaître le sens de la composante verticale moyenne des vents. Il paraît évident, je peux toutefois me tromper, que les vents cycloniques, ou de dépression, ont une composante ascendante d'autant plus importante que nous nous approchons du centre et que les vents anticycloniques ont une composante descendante.

Si l'hypothèse se révélait exacte, on aurait donc plus de chances de voir se déclencher la turbulence d'instabilité dans les zones cycloniques que dans les autres.

FRONTOLOGIE

Les masses d'air. L'atmosphère n'étant pas homogène, les masses d'air froid venant des pôles déferlent sur d'autres masses d'air chaud venant de l'équateur, et nos latitudes servent de champ de bataille à ces éléments.

Quand une masse d'air froid arrive dans une masse d'air moins froid, on dit qu'un **front froid** arrive. Dans le cas contraire, c'est un **front chaud**.

L'air froid, étant plus dense, se glisse comme un coin sous l'air chaud; l'air chaud, lui, rampe au-dessus de l'air froid (fig. 59).

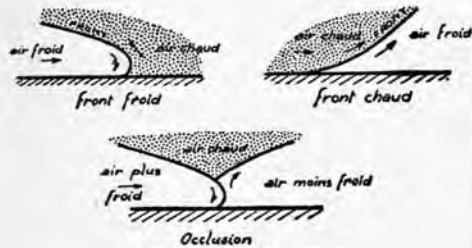


FIG. 59. — Les fronts.

Ces masses d'air ont chacune leur individualité et une certaine homogénéité. On les reconnaît à leurs caractéristiques. Leur caractéristique physique principale est leur teneur en humidité. Quand la teneur en humidité vraie varie, c'est qu'on change de masse d'air, la teneur en humidité vraie étant le poids de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec, qu'il ne faut pas confondre avec l'humidité relative, c'est-à-dire le pourcentage de vapeur d'eau dans l'air ambiant, lequel pourcentage varie constamment au cours de la journée avec la température.

Quand un front froid attaque une masse d'air chaud, il condense naturellement l'humidité de cet air chaud et forme un

nuage, ou plutôt une ligne de nuages s'étendant le long du front.

Vous voyez, d'après les flèches indiquant la direction moyenne des courants dans la figure 59, que la masse d'air chaud est soulevée par le front froid. La vapeur, condensée au contact de l'air froid, va restituer ses calories à l'air et donc tendre à le faire monter encore plus vite, et le résultat est un nuage puissant qui peut être un **cumulus congestus**, un de ces gigantesques choux-fleurs qui s'élèvent parfois les soirs de printemps ou d'été à des hauteurs considérables (plus de 6 000 mètres parfois).

Ce peut être aussi un **cumulo-nimbus**, gros nuage à l'aspect méchant et qui n'est autre que le précédent **congestus** qui a littéralement explosé dans le haut, sous l'effet des formidables vitesses internes dont il est le siège.

Il est alors surmonté de filaments cirreux ou en forme de cirrus qui semblent partir du centre et vont dans toutes les directions comme dans une explosion. On appelle alors cette tête explosée l'**enclume**, à cause de la forme qu'elle donne souvent au nuage.

Congestus et nimbus sont classifiés comme nuages à grand développement vertical, et ils seront naturellement d'autant plus puissants que la masse d'air d'où ils sont issus est instable.

C'est dans les congestus qu'on a fait les plus beaux records d'altitude. Mais je ne vous les conseille pas, à moins que vous ne disposiez d'un planeur spécialement robuste, d'un long entraînement aux finesses du P. S. V. et d'inhalateurs d'oxygène.

À l'intérieur de ces nuages, vous trouverez de la pluie d'abord, puis une certitude de givrage, et probablement de la grêle et des éclairs.

Et des ascendances ! D'après la dimension de certains grêlons, on a calculé des ascendances de plus de 50 mètres-seconde, et quand Ziller a battu le record international d'altitude en planeur, dans un congestus, par plus de 6 600 mètres, il a rencontré des ascendances de 25 mètres-seconde !

Donc, si vous avez à y abandonner votre machine et sauter en parachute, ce qui arrivera infailliblement à l'imprudent, n'ouvrez votre pépin que lorsque vous serez sorti du nuage, sans quoi vous risquez la mort de ces pilotes allemands que leur parachute entraîna à plus de 9 000 mètres où ils périrent asphyxiés et gelés.

* * *

Les cumulo-nimbus de front froid sont extrêmement puissants, surtout quand le front froid attaque une masse d'air chaud instable. L'ascendance, due au sens de friction des masses, d'une part, à l'instabilité, puis au réchauffement de l'air dû aux calories provenant de l'énorme condensation, forment donc un courant ascendant puissant qui part du sol même, produisant en avant du nuage cette violente **saute de vent** qui faisait dire aux marins d'autrefois que le grain **remontait au vent**.

Je donne ici la structure d'un nuage d'orage de front froid.

L'enclume d'un pareil nuage peut s'étendre à des dizaines de kilomètres en avant. Les couches supérieures de l'atmosphère étant, nous l'avons vu, le siège de vents plus rapides qu'auprès du sol, les cirrus issus des nuages de front froid peuvent courir loin en avant. Des fragments détachés de ces cirrus peuvent même se porter à des centaines de kilomètres en avant. Ce sont des cirrus tourmentés émissaires d'un front froid, lequel peut parfois atteindre la région qu'ont survolée ces cirrus, mais qui peut aussi quelquefois fondre, se dissoudre, ou être dévié de sa course primitive.

Les orages de front chaud sont moins violents, et les émissaires de front chaud sont plus généralement des cirro-stratus ou des cirro-cumulus, matérialisant de leurs rouleaux réguliers de petits moutons blancs la turbulence produite au contact des deux masses froide et chaude de vitesses différentes.

Ces cirro-cumulus se retrouvent aussi quelquefois dans la traîne des fronts froids.

* * *

En avant du nuage d'orage ou cumulo-nimbus, on trouve un rouleau de puissantes ascendances qui peuvent permettre le vol de front d'orage. C'est un vol délicat qui demande une grande maîtrise et une grande prudence, car la turbulence est considérable, et il faut éviter de se faire prendre dans la masse nuageuse.

L'atterrissage devant cette zone est particulièrement difficile, car le planeur au sol est absolument sans défense, et le vent d'orage l'y brisera, à moins que de nombreux aides ne le tiennent.

En principe, quand un nuage d'orage se dirige vers vous, rentrez rapidement les machines et fermez les hangars.

* * *

En avant de la ligne de nuages frontaux on trouve parfois une ligne préfrontale et, entre ces deux lignes, des zones d'ascendances moyennes à quelque distance des nuages. On peut donc les utiliser et voler le long du front, surtout lorsque ce dernier se déplace lentement, car n'oubliez pas que vous vous déplacerez vent de travers.

Avec des précautions, une bonne connaissance de la météorologie et de la situation du front, le vol de front froid est donc possible dans cette zone intermédiaire et nous donnera probablement de belles distances.

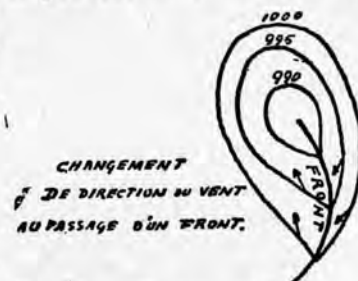
Malheureusement pour le pilote sans esprit de recherche, ces avenues du vol à voile ne sont pas encore balisées et ne le seront probablement jamais. A vous de les sentir, les reconnaître et les utiliser.

* * *

Les fronts chauds, eux, se caractérisent par l'arrivée de cirrus et de plages de nuages descendant graduellement, jusqu'au brouillard au sol parfois. Suivant l'état d'instabilité de l'atmosphère, ils peuvent être plus ou moins actifs du point de vue vélivole, sans avoir jamais la puissance des fronts froids.

Les masses d'air froides et chaudes peuvent donc faire de très nombreuses combinaisons dont je vous donne un aperçu dans les schémas joints. Si vous avez bien compris le mécanisme des ascendances, vous lirez facilement ces petits dessins.

* * *



L'arrivée des fronts, et particulièrement des fronts froids, est caractérisée par une allure particulière des courbes isobariques (fig. 60).

C'est pourquoi l'arrivée des fronts est généralement accompagnée d'un changement brusque de la direction du vent.

FIG. 60. — Changement de direction du vent au passage d'un front.

Observez l'atmosphère, les nuages. Quand vous verrez des bancs nuageux ayant des directions différentes, quand vous verrez la manche à air ou la girouette du terrain changer de direction, c'est le moment de partir, de vous faire gicler, pour profiter de la turbulence et de l'ascendance frontales.

Il ne s'agit pas, d'ailleurs, de faire ici un cours de météorologie, mais de vous donner un aperçu aérologique de la question afin que vous puissiez comprendre votre moteur : l'air. Si vous voulez en savoir plus, et je vous souhaite vivement ce désir, vous trouverez dans les ouvrages relatifs à la météorologie des études plus étendues. Je vous recommanderai particulièrement :

L'Atmosphère, de BERGET ;

La Météorologie, de VIAUT (collection « Que sais-je ? ») ;

La Météorologie du pilote, de DEDEBANT et VIAUT ;

L'admirable Météorologie, de COYECQUE ;

La Physique des nuages, de LOISEL et COULON, et, pour ceux qui lisent l'anglais : *The Handbook of meteorology*.

Sous nos climats, le ciel bleu sans nuage n'est pas particulièrement favorable au vol à voile.

Cette situation est généralement anticyclonique stagnante avec vents faibles à nuls. Les pressions sont élevées et la masse d'air inférieure est relativement froide et sèche, surmontée d'une masse d'air d'origine plus chaude.

Le sondage montre donc, à une certaine altitude, une inversion de température quand le thermomètre monte dans la masse d'air chaud.

Il se peut toutefois que la masse d'air inférieure soit instable, mais alors la turbulence ne dépasse pas la couche d'inversion, et cette dernière est généralement basse, puisque l'air inférieur n'atteint pas le niveau de condensation où devrait se former le nuage. Donc si vous connaissez la teneur en vapeur d'eau de la masse d'air inférieure, et vous pouvez la connaître avec un psychromètre, vous pouvez estimer la hauteur maximum à laquelle vous pourrez

monter en calculant la hauteur à laquelle devrait se former la condensation. Ce sera naturellement un chiffre fort, puisque la couche d'inversion est certainement plus basse. C'est ce qu'on appelle des « thermiques purs ».

Les colonnes thermiques y sont généralement très turbulentes et étroites. En effet, les grandes plages d'ascendances issues des ascendances de relief dues au vent sont absentes. Seuls décrochent les thermiques provenant des inégalités d'échauffement du sol.

Il n'y a pas de nuages pour se repérer. C'est un temps qui demande de l'astuce et du flair pour tenir, et aussi une particulière sensibilité aux accélérations verticales et la connaissance des « thermiques de service » aux alentours du terrain.

Vers le soir, les ascendances s'élargissent en se calmant, et l'on arrive à de grandes plages d'ascendances dites de restitution, qui proviennent du dégagement des calories emmagasinées par le sol aux heures chaudes.

Au-dessus des zones désertiques d'Afrique et des États-Unis, ainsi qu'au-dessus des steppes russes, ce temps-là peut donner des ascendances très élevées, car l'air au sol est extrêmement sec, et le niveau de condensation n'est pas atteint, malgré des colonnes ascendantes montant parfois à 4 000 mètres et plus.

Quelques images naïves ont incrusté dans la tête des jeunes vélivoles des notions absolument fausses sur l'ascendance.

Dans ces images, on voit des flèches indiquant le sens des courants d'air verticaux : une forêt, un bois, ça descend ; un chaume, ça monte ; un lac, ça descend, etc.

Eh bien ! c'est un peu trop simpliste et dogmatique à la fois. Cela ne se passe pas du tout comme ça.

Par un jour à thermique avec faible teneur en vapeur d'eau dans l'atmosphère, une forêt ou un lac émettront au contraire, fort probablement, des ascendances, étant donné que le soleil va évaporer très activement à leur surface, surtout où il y a un peu de vent. (Les arbres sont de véritables pompes qui vont chercher l'eau dans les profondeurs de la terre pour la distribuer à leurs feuilles.)

Or vous avez appris que la vapeur d'eau est plus légère que l'air. La conclusion s'impose donc : il y aura probablement ascendance au-dessus des lieux humides balayés par un air sec et chaud,

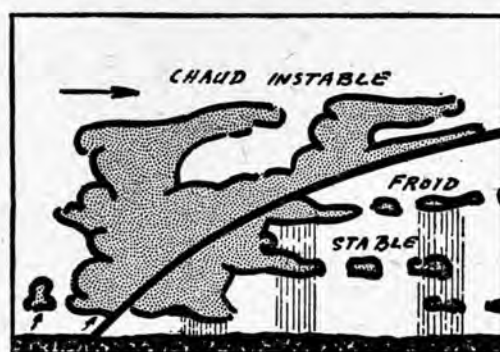
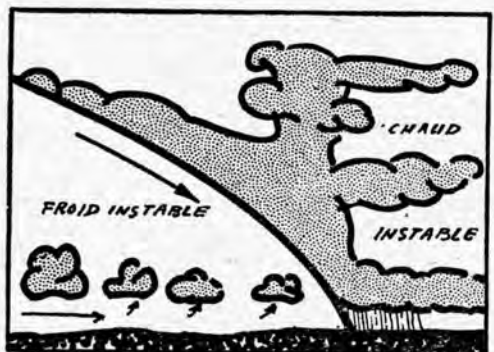
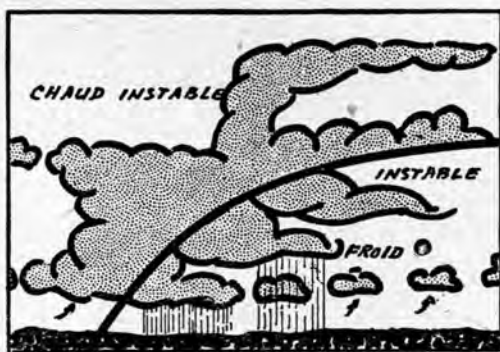
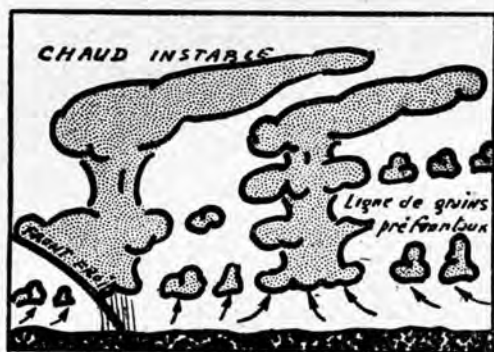


FIG. 61 à 64. — Aspect schématique du contact de masses d'air différentes.

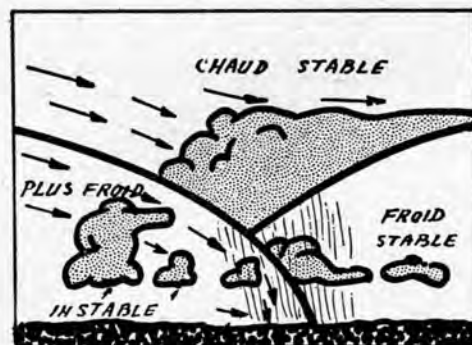
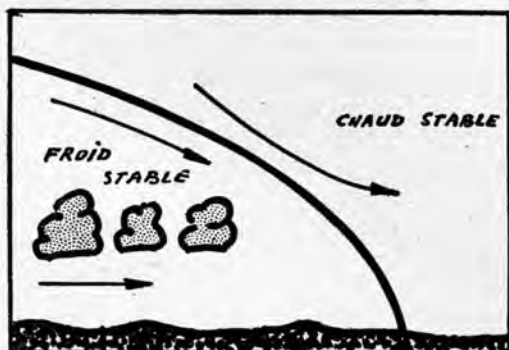
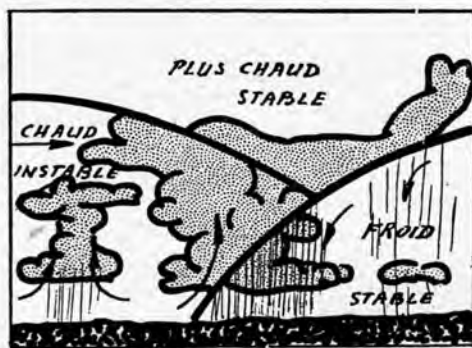
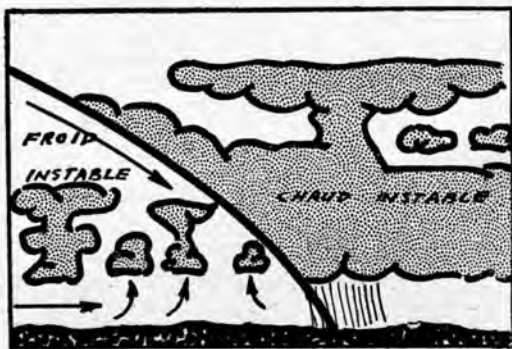


FIG. 65 à 68. — Aspect schématique du contact de masses d'air différentes.

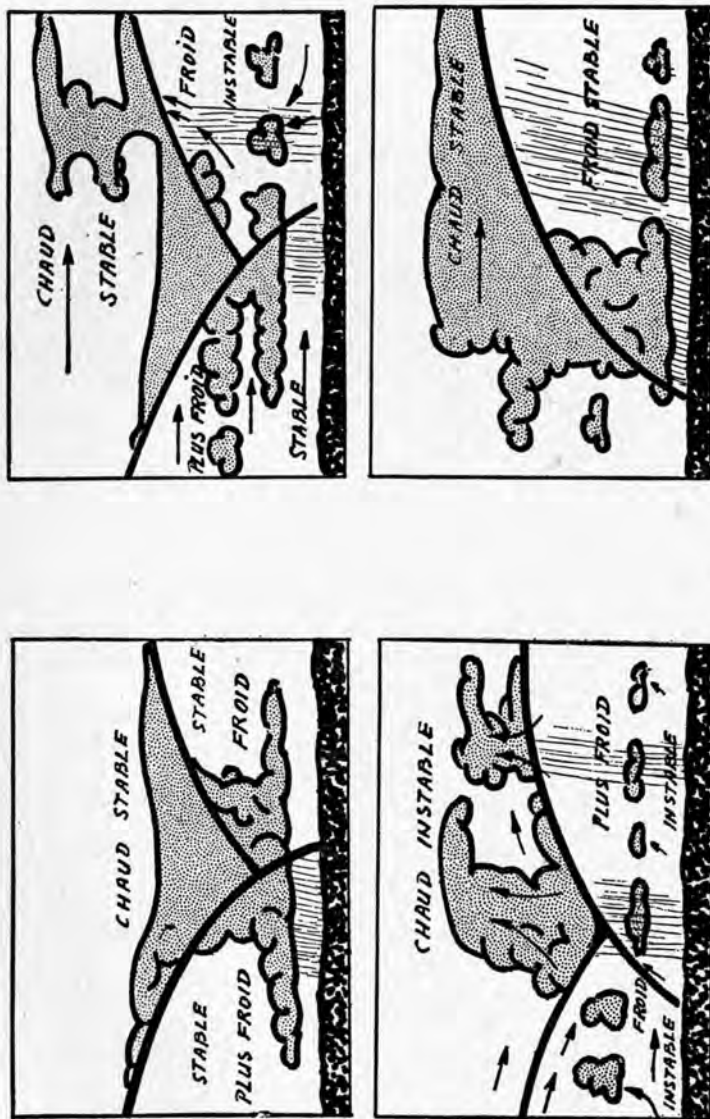


Fig. 69 à 72. — Aspect schématique du contact de masses d'air différentes.

Je me souviens, dans un voyage par temps à thermiques purs et mous, avoir trouvé du 2 mètres au-dessus du lac d'Enghien, juste au moment où j'envisageais, à 300 mètres, la possibilité de me poser sur l'hippodrome, alors en pleine activité, et je repris 1 200 mètres qui me tirèrent d'affaire. A moins que ce fût la fièvre des parieurs qui se fût sentir ce jour-là, car on sait que les courses de trot élèvent fortement la température des turfistes.

Dans le même voyage, je retrouvai à 300 mètres, sur un bois, une bonne ascendance très turbulente qui me permit de faire un bond supplémentaire d'une quinzaine de kilomètres.

A propos d'ascendances animales, je rappellerai la célèbre ascendance de vaches que Kronfeld prétendait avoir trouvée sur les troupeaux alpins.

Comme toute théorie, dans les arts nouveaux, trouve des exégètes, je vous donnerai ici l'explication que m'en a donnée mon ami Malterre, vélivole et chef du laboratoire de zootechnie de Grignon.

D'après lui, les vaches se réuniraient en groupe l'été, aux points où une émission d'ascendance se formerait, et ce tout simplement pour se débarrasser des insectes importuns, lesquels sont entraînés par ladite ascendance. *Se non è vero...*

Il est d'ailleurs exact que les insectes ne résistent pas aux moindres courants. J'ai rencontré dans des ascendances d'été, à plus de 1 000 mètres, des moucheron et autres bestioles qui n'avaient rien à faire à ces altitudes, du moins je le suppose.

L'ASCENDANCE DYNAMIQUE OU DE PENTE

Ce fut la première connue et utilisée. On l'attendait avec impatience. Le vent était alors notre grand ami. Quand il commençait sa chanson dans la nuit, on se dressait sur sa couche : « Écoute... le vent ! Pourvu qu'il tiennel » Et, le matin, on se précipitait pour voir « s'il était bien sur la pente », c'est-à-dire perpendiculaire à la pente dont on disposait.

Pas difficile à comprendre, l'ascendance de pente. Prenez un bout de carton, pliez-le de façon à former un V ouvert. Mettez-le sur une table. Vous avez un petit talus sur lequel vous allez souffler horizontalement de la fumée de tabac. Quand votre fumée atteint le carton, la pente, elle s'élève avec le courant d'air défecté par le carton incliné, et vous pourrez vous amuser à faire voler de microscopiques planeurs en papier sur l'ascendance ainsi créée.



FIG. 73. — Formation d'une ascendance dynamique ou de relief.

Eh bien ! le vol de pente, l'ascendance dynamique, ce n'est pas plus difficile que ça.

Le vent souffle sur la pente, est défecté vers le haut, créant ainsi une composante verticale ascendante du vent qui équilibrera la composante verticale descendante de votre planeur, et vous pourrez tenir en l'air aussi longtemps que le vent et vos forces le permettront (fig. 73 et 74).

La force et la hauteur de l'ascendance varieront naturellement avec la force du vent, l'inclinaison de la pente et les accidents de

celle-ci, tels que bouquets d'arbres, ravinements, etc., et parfois de façon imprévisible. Il faut « prospecter » la pente, c'est-à-dire la survoler en planeur, connaître les endroits où elle « porte » et ceux où elle ne « porte pas », les coins à remous et les « plages d'ascendances » calmes.

Généralement, une pente relativement douce, régulière, sans végétation arborescente, face au vent dominant de la région, représente l'idéal rarement atteint. Devant ces pentes, l'ascendance est large et régulière.

Les pentes abruptes, les falaises fournissent des ascendances étroites et turbulentes.

La pente ne porte bien qu'à partir du niveau de sa crête. Au-dessous, on est dans une zone de remous sans portance. Si vous vous laissez « dégouliner » au-dessous de la crête, vous ne pourrez plus vous rattraper. C'est la règle générale. Si cet accident vous arrive, il ne vous reste plus qu'à viser le terrain de secours que toute pente doit avoir à ses pieds, ou bien vous éloigner suffisamment face au vent pour pouvoir virer et revenir face à la pente et dos au vent pour atterrir sur la pente.

C'est impressionnant au premier essai : vous arrivez sur la pente avec la vitesse de votre planeur plus la vitesse du vent, et on dirait que vous allez percuter. Pas de danger, la déflexion au ras du sol va vous aider. A un mètre du sol, vous redressez normalement comme pour escalader la pente, et le vent vous plaque gentiment dessus. Attention pour cet atterrissage, il faut que votre planeur ait, par rapport à l'air, une vitesse supérieure à sa vitesse normale de vol d'environ 10 kilomètres, car n'oubliez pas que vous êtes

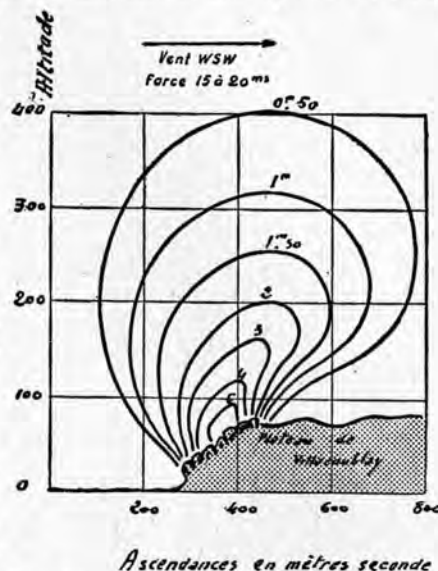


FIG. 74. — Courbes d'égale ascendance dynamique sur les pentes de Villacoublay par vent ouest-sud-ouest de 15 à 20 mètres-seconde.

dans une zone de remous et que, si vous ne gardez pas de la vitesse, vous risquez d'être plaqué brutalement et de casser la machine.

... Et il y a l'autre côté de la médaille. L'autre côté, c'est la descendance, le « **rabattant** ».

Cet air qui vient de monter devant la pente va se rabattre sur le sol avec de forts remous. Vous pouvez observer le phénomène avec votre carton et la fumée de votre cigarette.

A contre-pente, ça « dégueule », et c'est là qu'il faut faire attention à l'atterrissage et garder de la vitesse.

En effet, si vous atterrissez dans un rabattant, votre vitesse verticale de descente est fortement accrue, la portance de votre voilure moindre; donc, si vous conservez votre vitesse normale de vol en air calme, vous êtes plus près de la perte de vitesse que vous ne croyez. C'est à cette situation qu'on doit un grand nombre de casses de planeur et d'accidents mortels d'avion à moteur.

Si vous atterrissez dans un rabattant et si vous vous voyez descendre plus rapidement que votre vitesse de vol ne l'exige, il ne faut pas faire la faute classique du jeune pilote qui, voyant le sol se rapprocher rapidement, tire sur le manche pour freiner cette descente, ou alors c'est la catastrophe, la perte de vitesse près du sol. Au contraire, dans ce cas, il faut « rendre la main » pour prendre de la vitesse horizontale. Vous vous rapprocherez peut-être plus rapidement encore du sol, mais vous l'aborderez à une vitesse de sécurité.

Principe inéluctable : **Si vous atterrissez derrière une pente face au vent, vous trouverez obligatoirement un rabattant et vous devez augmenter votre vitesse d'atterrissage de 10 à 20 kilomètres-heure et même plus, suivant la force de votre vitesse verticale de descente. Vous compensez la perte de portance due au rabattant.**

Toujours pour réaliser la nécessité d'une manœuvre, il faut comprendre le phénomène qui vous y oblige et, pour cela, l'analyser. En aviation surtout, et en général dans la vie, essayez de comprendre le pourquoi des choses, d'analyser les phénomènes. N'oubliez pas que **seuls savent piloter** ceux qui connaissent les « pourquoi » du vol. Les autres ne peuvent que « conduire » un appareil, et le plus souvent vers la catastrophe. Ce pourquoi, je ne saurai trop vous le répéter, le vol à voile vous obligeant à une analyse plus fine des interactions de l'air et de la voilure, puisque l'air et votre poids sont vos seuls

moteurs, fera de vous de fins pilotes si vous vous astreignez à un minimum d'efforts intellectuels.

Essayons donc d'analyser ensemble la tenue de votre voilure dans le rabattant.

Je vous ai rappelé, dans les notions d'aérodynamique, que votre appareil est soutenu en l'air quand son poids est équilibré par la force de portance et que cette force se décompose en pression sous l'aile, ou intrados, et dépression sur l'aile, ou extrados.

Il est donc évident que, dans les remous d'un rabattant, si vous conservez la même vitesse, la dépression sur l'extrados va diminuer tant à cause des remous qu'à cause de la diminution de l'incidence relative de l'aile sur l'air.

Vous vous souvenez de la formule sommaire de sustentation que je vous ai donnée :

$$F_z = K_z \times S \times V^2.$$

Le terme S surface ne change pas, car je vous suppose arrivé au sol avec encore toute votre voilure, mais votre incidence vient de changer. Elle a diminué du fait du rabattant, donc le terme K_z est plus petit; donc, si vous voulez conserver la même portance, il faut augmenter le terme V pour compenser l'affaiblissement de K_z , c'est-à-dire augmenter votre vitesse.

Ce raisonnement, excellent pour l'atterrissage, est encore bon en vol. Inutile de tirer sur le manche si votre variomètre vous indique une descendance, vous n'en descendriez que plus vite, mais, au contraire, rendez légèrement la main, c'est-à-dire accélérez votre vitesse horizontale. Vous ne descendrez pas moins vite, mais vous traverserez plus vite la zone de descendance.

Naturellement, inutile de pousser comme un sourd, mais juste assez pour augmenter votre vitesse horizontale sans augmenter votre vitesse de descente verticale. C'est une question de dosage. D'ailleurs, tout, dans le pilotage, est une question de dosage harmonieux.

A ce sujet, d'ailleurs, relisez ce que je vous ai dit à propos de la polaire des vitesses.

VOL DE PENTE

Sur une pente régulière, par vent régulier, vous verrez les planeurs s'étagier suivant leur vitesse de chute minimum.

Le 301, par exemple, volera dans du « zéro » (c'est-à-dire avec zéro au variomètre) à la limite de la zone du vent où la composante ascendante aura une valeur de 1 mètre, égale à la vitesse de chute minimum de ce planeur.

Les pentes sont plus ou moins « régulières » et présentent des accidents aérologiques suivant les directions et forces du vent, suivant parfois la saison et les températures, suivant les accidents du terrain (ravinements, bosses, etc.).

Les moniteurs qui pratiquent ces pentes vous en donneront les caractéristiques.

Naturellement, sur la pente vous volez à la vitesse correspondant à votre minimum de descente verticale.

Le principal est d'y observer rigoureusement les consignes y réglant la circulation, car vous serez plusieurs sur la pente. A la Montagne Noire, on peut y voir jusqu'à vingt planeurs simultanément.

Les pentes régulières font d'excellentes écoles, particulièrement économiques, car le lancer peut s'y faire au sandow, et la durée des leçons y est assez longue. On peut, en biplace, y promener un élève pendant une demi-heure ou plus, alors qu'en plaine, au treuil, par temps mou, on fait des lancers de trois minutes seulement en utilisant le crochet avant, et six à sept minutes avec le crochet de lancement arrière.

Malheureusement, les pentes sont naturellement sujettes aux caprices du vent. Il faudrait pouvoir utiliser des pentes dans les régions maritimes de l'océan où des vents réguliers et quasi quotidiens permettraient une école sans à-coups.

Où bien monter les pentes sur crapsins avec orientation automatique face au vent...

On n'a pas encore pensé à cette solution.

LE VOL D'ONDES

Il me reste maintenant à dire un mot de l'onde, cette fameuse onde qui permet le vol d'ondes et les hautes altitudes sans nuages. Ce qu'on a appelé aussi chez nous l'« ascenseur de Saint-Auban ».

Le vent frappant un obstacle prend une composante verticale ascendante, ainsi que nous l'avons vu, suivant peut-être la forme de la crête de l'obstacle. Derrière cet obstacle, l'air va se former en onde.

On a observé expérimentalement l'onde dans un courant d'eau, généralement après la crête d'un barrage déversoir, et on suppose que l'atmosphère se comporte de la même manière.

L'étrange est que cette veine ondulée de l'atmosphère présente ce qu'on appelle un écoulement laminaire, c'est-à-dire sans l'ombre de la moindre turbulence, tous les filets d'air étant aussi parallèles que ceux de la veine d'air d'une soufflerie aérodynamique dans laquelle on prend généralement toutes les précautions possibles pour arriver à ce résultat.

L'étonnant c'est que l'air libre, sujet à tant de sollicitations, se comporte ainsi.

Le pilote qui monte dans la partie ascendante de l'onde est dans une zone de calme absolu. Le pilote allemand Kuttner disait : « On a l'impression d'entrer dans le calme d'une maison mortuaire. » Hors de la veine d'air ondulée qui forme l'onde, on tombe dans des rouleaux de grande turbulence appelés **tourniquets**.

La partie supérieure de l'onde est parfois surmontée d'un nuage lenticulaire immobile en ce point, malgré le fort vent horizontal. Il est curieux que la formation de ce nuage, qui doit produire pas mal de calories, se modifie par la forme de l'onde, du moins autant qu'on puisse s'en rendre compte.

Je vais tâcher d'apporter une idée nouvelle à l'étude de ce phénomène.

Je ne pense pas que ceux qui l'ont étudié jusqu'ici aient tenu compte d'un élément extrêmement important de la texture du vent.

Le vent n'agit pas d'un souffle régulier, mais bien par pulsations d'une fréquence régulière, pulsations qui donnent des changements réguliers de direction et de vitesse.

Le mistral, par exemple, puisque, dans le cas de Saint-Auban, il s'agit du mistral, souffle régulièrement de part et d'autre d'un axe moyen, le vent passant par un calme relatif quand il arrive aux extrémités de sa période d'oscillation, croissant régulièrement ensuite pour passer par un maximum dans la direction de l'axe et revenant vers l'autre direction suivant le même processus.

Il est fort possible que cette pulsation engendre une onde entretenue sur le déclenchement produit par un obstacle.

Pour émettre cette proposition (ce n'est qu'une proposition), je me baserai sur le phénomène classique du coup de bélier dans les tuyauteries.

Vous avez tous connu, dans les maisons, les coups de marteau d'eau qui ébranlent les tuyauteries au point de faire croire que tout va casser et qui ont généralement pour origine un clapet de robinet qui a pris du jeu sur son axe et qui vibre au passage du courant d'eau.

Il est très possible que la hauteur de l'onde dans la masse d'air soit fonction de la fréquence de la pulsation du vent et de sa force. Dans ce cas, il est très probable que l'onde ne serait pas amortie, mais entretenue sur une grande profondeur et qu'on la trouverait très loin, jusque peut-être en Méditerranée, auquel cas on pourrait sans doute envisager la traversée de Provence en Corse en planeur ce dernier sautant de crête d'onde en crête d'onde.

L'onde permet des vols de grande altitude, elle s'étend même probablement très loin dans la stratosphère. Mais elle est encore très mal connue. On ne l'a pas encore explorée méthodiquement.

Les ascendances peuvent y être de l'ordre de 3 ou 4 mètres-secondes ou de 0^m,10, et on peut y rester ainsi des heures en montant doucement.

L'ASCENDANCE THERMIQUE ET SON UTILISATION

Je vous ai déjà donné un tuyau pour la prise de l'ascendance quand vous êtes en vol remorqué.

En vol libre, ce n'est plus tout à fait la même chose.

Le variomètre vous servira également, mais aussi et surtout les sensations d'accélération ou de décélération, car n'oubliez pas que votre vario a dix secondes de retard dans les anciens modèles, et que vous pouvez passer à travers ou sur le bord d'une ascendance sans vous en apercevoir à l'aiguille de votre appareil, surtout si l'ascendance n'est pas « fumante ».

Quand vous heurterez une ascendance de front vous aurez une impression d'ascenseur démarrant et vous constaterez également une accélération à votre badin. Vous allez continuer tout droit pendant une ou deux secondes, puis attaquer l'ascendance en spirale.

L'ascendance peut également vous prendre par une aile, qui va se soulever, vous déséquilibrant latéralement. Si c'est, par exemple, votre aile gauche qui se soulève, vous irez naturellement vers la gauche, puisque votre ascendance se trouve par là, et vous chercherez à vous y centrer. Il se peut que ce soit l'aile droite qui soit, au contraire, victime d'une descentance, et vous avez viré à gauche, mais il n'y a pas de mal, même si vous ne voyez pas l'aiguille du variomètre décoller vers le haut. Vous vous serez du moins éloigné du trou. D'ailleurs, il y a moins de chances que ce soit le cas, car les descentances sont généralement — pas toujours — beaucoup moins brutales que les ascendances.

De toute façon, vous devez sentir l'ascendance et l'utiliser avant le départ de votre vario.

Un changement d'accélération de 1 mètre-seconde est très perceptible. Les ascenseurs d'immeubles ne vont guère plus vite, et vous

n'avez pas besoin d'y voir clair pour savoir si vous vous êtes trompé de bouton et si vous avez appuyé sur la descente au lieu de la montée.

* *

Une ascendance prise près du sol sera généralement étroite, et il faudra virer serré pour rester dedans.

Vous avez avantage à agrandir votre spirale en montant, car votre ascendance s'épanouit en hauteur; vous virez donc moins incliné et dans de meilleures conditions d'utilisation.

Il est important que vous sachiez le temps approximatif que vous mettez pour accomplir un tour de spirale avec chaque inclinaison.

Vous pouvez, en effet, voir votre variomètre donner du négatif dans la moitié de la spirale et du positif dans l'autre moitié, et vous aurez tendance à décentrer la spirale vers le coin où votre vario donnera du positif si vous oubliez que l'animal a une dizaine de secondes de retard. Supposons, par exemple, que vous spiraliez à 14 mètres-seconde de vitesse (un peu plus de 50 kilomètres-heure) dans un cercle de 280 mètres de circonférence (94 mètres de diamètre environ). Vous parcourez donc une spire en vingt secondes, votre vario oscillant de $+ 0,5$ à $- 0,5$.

Pour aller de $+ 0,5$ à $- 0,5$, votre vario met vingt secondes, donc il faudra décentrer votre ascendance du côté où il indique la montée, puisqu'il l'indique avec un tour complet de retard. Mais ceci, c'est de la théorie. En fait, vous ne connaissez pas exactement votre rayon de spirale, ni votre vitesse, ni la courbe des retards de votre vario.

Alors le mieux, c'est le tâtonnement. Vous allez vous décentrer par où ça monte, et, si vous constatez que vous vous êtes trompé, vous retournez sur vos pas en faisant un assez grand cercle.

Au fond, c'est là que la chance intervient. En effet, dans ces cas-là, les ascendances sont faibles, et il est difficile de les ressentir. Il faudrait, pour les centrer avec précision, disposer d'un accéléromètre très sensible.

* *

Les variations du badin, de l'anémomètre, pourront peut-être vous servir, surtout si vous maintenez votre cadence et votre pente bien régulière par rapport à votre horizon. Les fluctuations de votre

indicateur de vitesse vous indiqueront les variations des composantes verticales du vent, car n'oubliez pas que votre badin, lui, n'a aucune inertie.

Il faut donc que vous observiez et reteniez le comportement relatif de vos instruments dans des cas bien définis, et que vous appliquiez cette connaissance à la résolution des problèmes dans les cas indéfinis.

N'oubliez pas que le vol à voile est encore plus une science d'observation qu'un sport.

* *

L'ascendance thermique est souvent brutale et chahutée. Votre appareil va soudainement « vous partir dans la main » avec des déséquilibres qui affectent à la fois cadence, pente et inclinaison, et pas toujours en coordination. C'est-à-dire que vous pourriez, par exemple, voir votre cadence accélérée et à la fois votre inclinaison redressée, c'est-à-dire vous trouver en dérapage. Le cas le plus fréquent sera l'accélération de la cadence et la tendance à vous mettre en virage piqué. Il a aussi été constaté que c'est le cas de déséquilibre le plus fréquent en P. S. V. dans le nuage, et non seulement pour les planeurs, mais également pour les avions. Le principal est surtout de maintenir la cadence que vous avez choisie et de la tenir régulièrement.

* *

Naturellement, dans l'ascendance, vous volez à la vitesse qui correspond à votre vitesse de chute minimum.

Pour l'émouchet, ce sera 55 kilomètres-heure, d'après la polaire des vitesses établies d'après les essais en vol. Mais votre badin ne vous donnera fort probablement pas cette vitesse, car, s'il n'a aucun retard de ses indications dans le temps, il y a un certain décalage du fait de sa construction; il faut donc que vous connaissiez bien votre appareil et son tableau de bord pour pouvoir en tirer le maximum.

Pour cela, vous faites un essai, autant que possible de bonne heure le matin, par temps calme, alors qu'il y a une bonne couche d'inversion au sol, c'est-à-dire de l'air très stable.

Vous vous faites gicler au treuil ou en remorqué, puis vous observez votre descente en notant les indications de vos appareils de bord; vous vous réglez à la vitesse de chute minimum qu'indiquera

vosre vario et observerez à ce moment vosre vitesse au badin. Si ce dernier marque 40 kilomètres sur l'Émouchet, c'est qu'il y a 15 kilomètres de décalage, et vous tenez compte de ce décalage pour régler vosre vol dans les autres cas. Il faut faire plusieurs expériences de ce genre et en tirer une moyenne si vous voulez quelque chose de précis. L'essai unique ne vous donnerait fort probablement qu'une indication erronée.

Si vous n'êtes pas parfaitement entraîné au P. S. V., n'abordez pas le nuage.

Quoiqu'ils soient moins méchants qu'on ne le pense, vous vous y mettriez dans des positions dangereuses pour vosre planeur. N'oubliez pas que la marque du bon pilote est la prudence. Ceux qui comptent sur la chance sont indignes de piloter. Les planeurs coûtent cher et en casser un par inobservance d'une règle fondamentale de prudence est criminel, car vous privez les camarades d'une machine sur laquelle ils comptaient. Non seulement il faut être entraîné, mais aussi outillé. Pas de nuage sans au moins un indicateur de virage électrique.

D'une ascendance à l'autre. Le premier venu peut monter dans une ascendance. Ce n'est vraiment pas difficile. Le plus délicat, c'est d'aller en chercher une autre, car, à un certain moment, l'ascendance vous lâchera, et, si vous voulez rester en l'air ou voyager, il faudra trouver la suivante.

L'ascendance vous lâche parce qu'elle monte plus vite que vous. Il faut, en effet, ne jamais perdre de vue que, par rapport à l'air, vosre planeur **descend toujours**. Il n'est pas d'exemple d'une machine volante qui soit restée en l'air. Ça se saurait.

La bulle dans laquelle vous vous trouvez monte à une vitesse absolue de 2 mètres par seconde, et, vosre planeur descendant par exemple à 1 mètre-seconde, la bulle fait en montée 1 mètre de plus que lui dans le sens de la hauteur et, à un moment donné, vous allez passer au travers du fond, ou bien la bulle va se dissoudre par mélange avec l'air ambiant.

De toute façon, la fête est finie et vous descendez. Comme l'air qui monte ne fait pas le vide au sol, il faut bien que les couches inférieures soient renouvelées par de l'air qui vient d'en haut ; donc, quand il y a ascendance, il y a aussi descendance et *vice versa*. Si ce sont des remous thermiques d'été, sans vent appréciable, vous allez prospecter les environs pour retrouver une autre bulle ascendante.

Vous connaissez peut-être parfaitement vosre terrain, et vous connaissez l'emplacement des « thermiques de service » des environs, et vous vous dirigez dessus avec de fortes chances de raccrocher, ou bien vous allez errer au petit bonheur.

Dans tous les cas, il faut à ce moment utiliser vosre planeur à sa vitesse de finesse maximum, et non à la vitesse à laquelle la chute est minimum. Si c'est un Émouchet, au lieu de voler à 55 kilomètres-heure vrais, vous allez filer à 62 kilomètres-heure. Car c'est la vitesse de meilleure finesse, c'est-à-dire celle pour laquelle vous parcourez la plus grande distance horizontale pour la moindre chute verticale.

Il y a des tas de pilotes qui sont très fiers de voler lentement. S'ils avaient regardé une polaire de vitesse, ils seraient certainement moins fiers de leur bêtise.

Reportez-vous aux polaires des vitesses que je vous ai données, et voyez en avant de la vitesse de chute minimum le crochet que fait la courbe vers le bas quand vous diminuez la vitesse horizontale. Évidemment, l'Émouchet vole encore à 25 ou 30 kilomètres-heure, mais à ce moment il s'enfonce littéralement dans l'air.

Prenons le cas du Castel 310 P, excellent appareil de semi-performance. Sa vitesse de chute minimum est de 0^m,68 à 52 kilomètres-heure. A 45 kilomètres-heure, elle est déjà à plus de 0^m,80.

Vous l'utiliserez, en l'absence de vent, à la vitesse de 62^{km},500 pour rechercher l'autre ascendance. Mais, s'il y a du vent, c'est différent. La polaire des vitesses nous indique qu'avec vent arrière de 40 kilomètres-heure pour une composante verticale descendante de 1 mètre vous devez voler à environ 65 kilomètres-heure.

Par même vent, mais debout, vous devez voler à 92 kilomètres-heure.

Je rappelle que la vitesse dont vous devez tenir compte pour la lecture du graphique est celle de la composante verticale du vent. c'est-à-dire que, si vous êtes sur un 310 P et que vosre vario indique 2 mètres de descente, la composante verticale du vent sera de

2 — 0,68, soit 1^m,32, puisqu'il faut soustraire la vitesse de chute propre au planeur.

Dans ce cas, toujours avec vent debout de 40 kilomètres-heure, il faudra donc que vous voliez à 95 kilomètres-heure pour utiliser le planeur au mieux.

A ce moment, votre vario va vous inquiéter, car il va descendre à au moins 4 mètres. Pour vous rassurer, je vais vous faire la construction suivante : 95 kilomètres-heure font 26,40 mètres-seconde, que je porte sur un axe horizontal à partir de 0. C'est la distance que je parcours par rapport à l'air en 1 seconde. Mais, comme l'air fait 40 kilomètres-heure, soit 11,10 mètres-seconde, je ne parcours en réalité que 15^m,30 pendant cette seconde. Supposons que je me maintienne à la vitesse de finesse maximum par temps calme, soit 62^{km},500, c'est-à-dire 17^m,35 environ par seconde ; je ne fais donc plus en réalité que 17^m,35 — 11^m,10, c'est-à-dire 6^m,25, pendant lesquels je chuterai de 2 mètres.

Quand j'aurai parcouru les 15^m,30 à cette allure, j'aurai chuté de 4^m,90, soit 0^m,90 de plus que si je m'étais tenu à la vitesse de 95 kilomètres-heure.

A vous de travailler. Prenez un décimètre, un crayon, et faites la figure.

Donc la connaissance de la polaire des vitesses et son utilisation intelligente vous permettent de moins perdre de hauteur, condition précieuse, surtout quand il s'agit de rester à proximité de votre terrain, c'est-à-dire de vous conserver la possibilité d'y atterrir.

Vous ne vous mettez d'ailleurs guère vent debout que dans ce cas-là, car en voyage vous irez de préférence vent arrière. Alors vous vous tiendrez à une vitesse légèrement supérieure à la vitesse de finesse maximum et d'autant moins élevée que **le vent sera plus fort**.

En effet, toujours pour le 310 P, vous voyez que, par vent nul, avec une descendance de 2 mètres au vario, soit 1^m,32 de l'air, il faut que vous mainteniez une vitesse de 75 kilomètres pour utiliser votre planeur à la meilleure finesse. Vous utiliserez donc le diagramme, surtout par vent nul à faible. C'est, en effet, les temps pendant lesquels vous essayerez des voyages aller et retour ou en circuit fermé.

Par grand vent, il se pose un cas de conscience. Comme je l'ai dit, nous utiliserons les indications du diagramme pour le retour au

terrain, mais, si nous sommes à sa proximité et qu'il s'agisse de simplement retrouver une ascendance pour monter encore, je pense qu'on peut s'en tenir à la vitesse de finesse maximum en air calme, c'est-à-dire 62 kilomètres dans le cas du 310 P. En effet, l'ascendance se déplace elle aussi avec le vent et vient à notre rencontre ; inutile donc de perdre plus de hauteur que ne le veut notre variomètre.

La décision est alors laissée à l'intelligence du pilote et sa pratique du terrain. J'analyse la situation plus loin dans le cas de l'Émouchet.

Prenons le cas du voyage, donc vent arrière et de nuage en nuage. Je suppose le pilote très familiarisé avec le P. S. V., et il va utiliser le nuage, grimper dedans pour gagner de la hauteur et essayer d'attraper le nuage suivant. Cette tactique sera la meilleure, si vous possédez à fond votre P. S. V. et êtes correctement outillé.

En effet, vous allez trouver dans le nuage des ascendances, disons d'environ 5 mètres-seconde. Dans un nuage moyen, vous allez gagner par exemple 600 mètres en 120 secondes, soit 2 minutes. Au sommet de l'ascendance, sorti du nuage, vous visez la balle de coton suivante pour essayer de l'attraper, et vous allez dans l'intervalle descendre à environ 2^m,50. Vous avez donc 4 minutes pour perdre cette hauteur de 600 mètres, si vous voyagez à la vitesse de chute minimum.

Supposons que vous ayez un Émouchet — encore que le vol de nuage soit interdit avec ce planeur — et avec vent arrière de 20 kilomètres, ce qui est normal à la hauteur de ces nuages par beau temps.

Votre Émouchet ayant, à la vitesse de chute minimum, une vitesse de route de 55 kilomètres-heure, en 4 minutes vous aurez parcouru environ 3^{km},660. Si donc le nuage suivant est à cette distance ou moins, vous êtes sûr de pouvoir poursuivre votre voyage, car vous allez de nouveau grimper. En effet, vous rattraperez l'ascendance à la base du nuage vers lequel vous vous dirigez.

Par rapport au sol, vous avez parcouru 5 kilomètres.

Si vous avez utilisé le diagramme de la polaire des vitesses et utilisez votre meilleure finesse, vous avez marché à 77 kilomètres au badin, mais vous êtes descendu de 3 mètres au lieu de 2^m,50.

Pour atteindre le nuage qui est à 3^{km},660, vous n'avez mis que 2 mn. 55 s. et perdu 510 mètres, soit 90 mètres de gagné sur la précédente méthode. Par rapport au sol, vous n'aurez parcouru que

4^{km},570 environ, mais la différence avec le cas précédent est faible en comparaison du temps gagné.

Vous voyez que l'utilisation de la polaire des vitesses permettra d'obtenir un bien meilleur rendement de votre machine. Et vous voyez aussi qu'il ne faut pas être impressionné par l'accroissement de la vitesse verticale de chute.

Il faut donc qu'avant de partir vous dressiez un petit tableau des vitesses au badin à employer en fonction des vitesses de vent et des descendance. Il faut aussi que vous connaissiez approximativement les vitesses de vent en altitude. La météo vous les donnera.

Quant à la direction du vent, l'ombre des nuages sur le sol vous renseignera avec la plus grande exactitude. S'il n'y a pas d'ombres portées, par temps couvert, essayez de trouver une fumée au sol et n'oubliez pas que le vent en altitude fait un angle d'environ 30° avec sa direction au sol et à sa droite.

En utilisant la puissance ascensionnelle de l'intérieur du nuage, vous avez un autre avantage, celui de gagner un temps précieux.

En effet, dans le cas précédent de la base du premier nuage au second nuage, vous avez mis 4 mn. 55 s., dont 2 minutes à la vitesse du vent, soit à 20 kilomètres-heure pendant votre ascension dans le nuage et 2 mn. 55 s. à 77 kilomètres-heure plus la vitesse du vent, soit 97 kilomètres-heure pour rejoindre l'autre nuage. Vous avez donc parcouru dans les 4 mn. 55 s. 5^{km},380. Votre vitesse moyenne est donc d'environ 65 kilomètres-heure.

Si vous vous êtes arrêté sous le nuage pour rejoindre le suivant, vous avez rencontré les mêmes descendance, mais, avant de retrouver la base de ce nuage, vous avez 510 mètres à regrimper, mais alors avec peut-être un maximum 2 mètres-seconde d'ascendance. Il vous faudra 4 mn. 15 s. pour acquérir la même position sous le second nuage. Vous avez mis 7 mn. 5 s. et parcouru par rapport au sol 6^{km},180 à la vitesse moyenne de 53^{km},340. Sans compter que vous aurez une chance, au moins, de ne pas retrouver d'ascendance à près de 600 mètres de la base du nuage.

Si vous avez utilisé la tactique de base à base de nuages, combinée avec le vol à vitesse de chute minimum, vous aurez mis 8 mn. 15 s. et parcouru pendant ce temps seulement 5^{km},275 et fait une vitesse moyenne de 38^{km},340 sur cette distance.

Prenons maintenant le cas d'un vent debout de 36 kilomètres-heure avec une chute de 2 mètres au vario, ce qui nous donne une descendance propre de l'air de 1^m,20 avec l'Émouchet.

D'après le diagramme, nous devons marcher à 92 kilomètres-heure pour une meilleure finesse et nous allons alors descendre à 3^m,20. Par rapport au sol, nous irons à 52 kilomètres-heure ou 14^m,44 à la seconde; la pente par rapport au sol sera de 14,44 : 3,20 = 4,51. C'est-à-dire que, si nous avons lâché notre ascendance à 1 000 mètres de hauteur, nous pourrions nous trouver à 4 500 mètres du terrain et encore pouvoir y parvenir. Si nous nous en tenons à la vitesse de route correspondant à la vitesse de chute minimum, nous ferons 19 kilomètres à l'heure par rapport au sol, soit 5^m,28 à la seconde. Nous avons donc une pente de 2,46, c'est-à-dire que, de la même hauteur de 1 000 mètres, nous ne pourrions faire que 2 640 mètres en projection horizontale et nous irions nous répandre dans la nature.

Il s'agit donc de ne pas trop s'éloigner du terrain par vent fort et d'aller rechercher ses ascendance debout au vent.

Supposons, dans ce cas, que nos ascendance soient à 2 kilomètres l'une de l'autre. Nous avons lâché la première à 1 000 mètres de haut.

Si nous fonçons à 92 kilomètres-heure par rapport à l'air, nous avons la chance de trouver l'ascendance n° 2 après n'avoir perdu que 250 mètres d'altitude, car, si nous faisons 25^m,550 par rapport à l'air, nous chutons de 3^m,20.

Si nous filons à la vitesse à laquelle la chute verticale est minimum, c'est-à-dire 55 kilomètres-heure, soit 15^m,28 à la seconde, pour une chute de 2 mètres nous perdons 275 mètres de hauteur, et, si nous sommes partis du haut de nos 1 000 mètres à l'aplomb du terrain, dans le premier cas nous avons gagné 800 mètres au vent, et seulement 720 mètres dans le second cas.

Ces différences sont toutefois assez faibles pour être négligeables, et, quand il s'agit de simplement rechercher une ascendance dans les environs immédiats du terrain, on peut se contenter d'utiliser face au vent la vitesse horizontale de meilleure finesse de l'appareil en temps calme, c'est-à-dire 62^{km},500 pour l'Émouchet.

Ceci, naturellement, pour aller à la rencontre des bulles bala-

deuses. Quand il s'agit d'aller reprendre le thermique de service dégagé généralement par une pente et dont la position est à peu près fixe par rapport au terrain, nous tombons dans le cas du retour au terrain, et il faut « biller ».

* * *

Le pilote qui voyage sous le nuage ne peut souvent pas y entrer faute de planeur solide ou d'outillage ; il y trouve parfois d'assez larges plages d'ascendances qu'il faut utiliser en poussant sur le manche et en augmentant sa vitesse jusqu'à ce que le vario indique le zéro. Cela va naturellement de soi.

* * *

Un bon tuyau : observez le ciel autour de vous et cherchez un oiseau qui vole sur votre route. S'il y en a un là-bas, c'est que ça monte, car l'oiseau est paresseux, et s'il vole haut, c'est que le vent l'y porte. Ayez dans votre équipement de voyage une jumelle de grossissement moyen, ou mieux un monoculaire à prisme. Pas de fort grossissement, le champ de l'objectif dansera devant vos yeux au moindre frémissement de votre planeur : un grossissement 5 ou 7 au maximum pour un monoculaire à prisme de grand champ.

La jumelle vous servira à repérer l'oiseau, lire le nom d'une gare, reconnaître un terrain au loin. C'est un bon outil.

* * *

Et, quand vous voyagez sur la campagne, une chose importante entre toutes est d'avoir toujours à porter d'ailes un terrain où se poser.

Ne comptez pas sur la chance et sur l'ascendance que vous pouvez trouver plus loin. Elle n'existe peut-être pas. En son lieu et place, vous trouverez peut-être une descendance catastrophique.

Il faut compter sur la possibilité de rencontre d'une descendance moyenne de 2 mètres-seconde. Comme vous marchez à environ 60 kilomètres-heure, c'est-à-dire à 16^m,66 à la seconde, il faut que vous ayez toujours en vue un terrain que vous puissiez atteindre avec une pente de vol de 1/8.

C'est-à-dire que, si vous êtes à 500 mètres, il faut que vous ayez quelque endroit où vous poser à moins de 4 kilomètres de là.

Ne croyez pas que c'est beaucoup. Cela ne fait que quatre minutes de vol, moins si vous devez faire demi-tour et lutter face au vent pour le rejoindre.

S'il n'y a devant vous qu'un sol mal pavé, ville, bois, forêt, petits champs coupés de haies, vignes, etc., n'hésitez pas à vous arrêter, voire à faire demi-tour.

En faisant demi-tour face au vent, vous aurez peut-être la chance de trouver une ascendance qui vous fera gagner l'altitude dont vous avez besoin pour franchir ce mauvais pas. Mais pour rien au monde ne vous engagez sur le mauvais terrain. Ce ne serait plus du vol à voile mais de la loterie, et, à ce jeu, on finit toujours par perdre. En argot aéronautique, on dit qu'on a « gagné », mais c'est la même chose.

* * *

Posez-vous autant que possible face au vent.

Si vous n'en connaissez pas la direction, observez : l'ombre d'un nuage, une fumée, peut-être, vous l'indiquera, ou le vol d'un corbeau, les oiseaux lourds décollant et atterrissant toujours face au vent.

QUELQUES AUTRES INSTRUMENTS DE NAVIGATION ET DE PILOTAGE

Le compas. Le compas est une boussole.

Dans la boussole, l'aiguille aimantée se déplace sur une rose des vents fixe. Dans le compas, l'aiguille est solidaire de la rose, et c'est cette dernière qui tourne. C'est beaucoup plus pratique pour la lecture.

Mais cette rose alourdit l'aiguille. Pour l'alléger, et aussi pour amortir ses mouvements plus rapidement, la rose est immergée dans un liquide incongelable.

Malgré cette précaution, l'inertie de cet engin est grande et il ne suit pas immédiatement les mouvements du planeur. Dans une spirale, la rose prend un mouvement de rotation continu qui, même quand la spirale est redressée et arrêtée, se maintient pendant plusieurs dizaines de secondes comme dans tout volant qui se respecte. Résultat : il est impossible d'arrêter une spirale sur un cap donné en se fiant au compas.

Toutefois, n'oubliez pas que votre compas ne vous donne pas le Nord exact, le Nord géographique, mais seulement le Nord magnétique, l'écart des deux Nords faisant un angle qu'on appelle la déclinaison.

Il est également affecté d'une erreur propre appelée déviation.

Les pilotes précis pourront compenser leurs compas, mais, pour cela, c'est déjà de la navigation qui dépasse le cadre de mon programme, et je vous renvoie aux ouvrages spéciaux sur le sujet.

L'anémomètre en P. S. V. Le badin, ainsi que je vous l'ai dit, n'a pratiquement aucune inertie et vous indique correctement votre vitesse. Il a en P. S. V. un défaut : son antenne, sa trompe, est sujette au givrage. Le givre

va boucher le petit trou de la prise de dépression, après quoi votre appareil est muet. Cela peut se produire avant même que vous entriez dans une zone de givrage, étant donné que le fait de déprimer de l'air abaisse sa température. Et comme, dans le nuage, vous êtes dans une atmosphère saturée, il vous suffira d'une faible baisse de température aux alentours de zéro pour obtenir de la glace. La zone dangereuse commence aux alentours de $+5^{\circ}$.

Un bon procédé antigivre serait de disposer un pulvérisateur qui serait manœuvré par une poire de vaporisateur à portée du pilote et qui enverrait un brouillard d'éthyl-glycol devant la trompe du badin. Une pulvérisation toutes les deux ou trois minutes doit suffire pour éviter le givrage dans la zone dangereuse.

Un vieil appareil qu'on appelait l'Étévé, du nom du capitaine Étévé, son inventeur, et qui avait une certaine vogue vers 1913, pourrait rendre des services dans ce cas. Vous pouvez le bricoler vous-même, car il n'y en a certainement plus que dans les musées.

C'est une simple plaquette d'aluminium perpendiculaire au courant d'air et qui fait manœuvrer un index devant un secteur. La plaquette est rappelée en position par un ressort. On peut facilement étalonner soi-même cet appareil.

Le contrôleur ou indicateur de virage. C'est un petit gyroscope qui vous donne votre vitesse angulaire. C'est lui qui, en P. S. V.,

vous permet de conserver la cadence, et ce avec beaucoup plus de précision que ne vous le permet le défilement de l'horizon devant votre capot par temps clair.

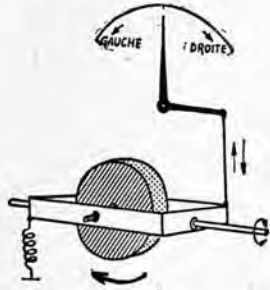
Ce gyroscope est composé d'une masse tournant autour de son axe dans le cadre d'un étrier. Cet étrier lui-même peut pivoter autour d'un autre axe perpendiculaire à celui de la masse tournante (fig. 75).

Si l'ensemble se meut en arc de cercle sur un plan quelconque autre que le plan perpendiculaire à l'axe de la masse tournante, celle-ci est le siège d'une force réactive plus ou moins grande suivant la vitesse angulaire du déplacement, force qui tend à déplacer l'axe de la masse tournante suivant un plan perpendiculaire à celui du déplacement.

Vous avez d'ailleurs tous connu les toupies gyroscopiques qu'on lance avec une ficelle et qui tiennent ensuite en équilibre dans des positions semblant défier les lois de la pesanteur.

Donc, dans notre indicateur de virage, si nous tournons à droite ou à gauche, nous faisons osciller le plan de l'axe de rotation de la toupie incluse, et une réaction se produit qui fait basculer l'étrier sur son axe.

Un jeu de biellettes lié à cet étrier communique le sens et la grandeur du mouvement à une aiguille se déplaçant devant un cadran.



Indicateur de virage

FIG. 75. — Schéma de fonctionnement d'un indicateur de virage.

La masse tournante peut être entraînée soit par de l'air, soit par un dispositif électrique. Ce dernier est préférable. En effet, les turbines gyroscopiques fonctionnant à dépression sont sujettes à bien des ennuis dans le nuage. D'abord, elles admettent de l'air chargé de gouttelettes d'eau, lesquelles, centrifugées par la turbine, vont se précipiter sur les parois de l'appareil et finir par la faire barboter dans l'eau.

Inconvénient encore plus grand, ces appareils sont sujets au givrage, pour les mêmes raisons que la trompe du badin, c'est-à-dire dépression, donc baisse de température, d'où glace. Ce sont de vraies machines à faire la glace.

Résultat : on est privé des indications de l'appareil au moment où l'on en a le plus besoin.

Les appareils à dépression sont à prohiber rigoureusement pour tous vols autres que les vols d'entraînement en ciel clair.

Les Suisses utilisent un appareil à air comprimé qui n'aurait pas les mêmes inconvénients si l'air ne provenait d'une poire manœuvrée par le pilote. Or, dans la turbulence du nuage, il me paraît bien difficile, sinon impossible, de s'occuper de la pompe et du reste.

Le contrôleur de virage électrique est seul à retenir. Il fonctionnera d'ailleurs très économiquement avec une pile dite « ménage ».

Le contrôleur de vol.

L'ensemble de l'anémomètre, contrôleur de virage et bille, réunis souvent dans un même appareil, forme ce qu'on appelle un contrôleur de vol.

Ces trois appareils : bille, contrôleur de virage et anémomètre, doivent vous suffire pour apprécier tous les cas de vol. D'après

eux, vous devez connaître immédiatement votre position du moment et faire les corrections qu'elle impose.

Clinomètre.

Le clinomètre est un niveau qui donne ou plutôt devrait donner la position longitudinale du planeur.

Il y en a deux types : l'un est tout simplement une masse pendulaire couplée avec une aiguille se déplaçant devant un cadran. Le mécanisme est facile à comprendre. Si le planeur change sa pente, la masse pendulaire reste théoriquement dans la direction verticale, et l'aiguille indique le degré de pente. Tout se passerait ainsi s'il n'y avait pas les accélérations et décélérations, mais elles sont là, et le clinomètre indique alors tout ce qu'on veut, sauf la pente réelle. C'est plus un accélérographe qu'un niveau, surtout en planeur et dans la turbulence, c'est-à-dire au moment où, en P. S. V., on en aurait le plus besoin.

Le second type est un niveau à liquide affligé du même inconvénient. C'est un instrument à rejeter, car inutilisable en P. S. V. dans la turbulence d'un nuage. Il est donc inutile et dangereux même de le monter dans les appareils école de P. S. V., où l'on travaille sous capote et généralement dans l'air calme. Dangereux parce que l'élève, mis en face de la réalité turbulente et ayant appris à compter sur cet appareil, sera désorienté.

Horizon artificiel.

Je ne vous parlerai pas de l'horizon artificiel, sinon pour vous dire que je n'en connais pas qui soit à la portée du pilote de planeur. En général, ils sont établis pour des tableaux d'avion, sont trop encombrants et, surtout, exigent une forte consommation de courant. On a vu, toutefois, un tout petit horizon artificiel tchécoslovaque fonctionnant sous 6 volts avec une consommation infime. Un exemplaire était exposé au Salon de l'Aéronautique de 1946. Mais, en principe, cet instrument n'est pas indispensable. Pour s'en servir utilement, il faut savoir piloter en P. S. V. avec la seule aide du contrôleur de vol. Nous rayons donc, pour le moment, l'horizon artificiel du tableau de bord du planeur.

Indicateur d'incidence.

Ceci est un instrument des plus utiles, tant en P. S. V. qu'en pilotage à vue. Il va vous indiquer votre incidence, c'est-à-dire la posi-

tion longitudinale de votre planeur, donc vous permettre de voler correctement à l'angle de meilleure finesse.

Sans inertie, il prévendra les indications du badin et vous permettra donc un pilotage longitudinal sans à-coups.

Comme il n'y en a pas dans le commerce, c'est à vous de le construire.

C'est une vulgaire girouette.

Il faut que cette girouette ait un profil de grande finesse et soit placée en dehors de toute interaction perturbatrice pour obtenir précision et sensibilité.

Je crois que la meilleure solution consisterait à fixer vers le nez du fuselage, et de part et d'autre, deux girouettes conjuguées et équilibrées.

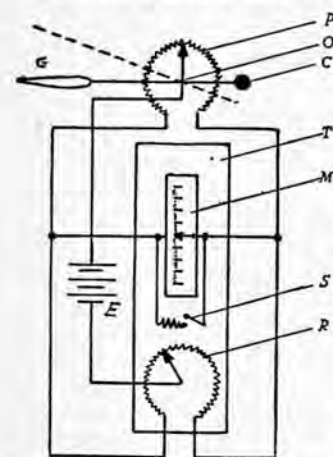


FIG. 76. — Schéma de girouette indicatrice d'incidence.

La répétition des indications sur le tableau de bord pourrait être faite électriquement, suivant le schéma reproduit ici (fig. 76), dans lequel il apparaît que la girouette G est articulée autour de l'axe O derrière son contre-poids d'équilibrage C. Elle est rendue solidaire du curseur d'un potentiomètre, lequel forme les deux branches d'un pont de Wheatstone, les deux autres branches étant constituées par un autre potentiomètre R dont le réglage se fait au tableau de bord T à l'aide d'une manette. L'appareil indicateur est un galvanomètre de zéro M.

L'appareil ainsi constitué est réglé à l'aide de R pour qu'en position de vol normal, c'est-à-dire pour une incidence donnée, le galvanomètre M soit au zéro. Si, par suite d'un changement d'incidence de l'appareil, le curseur du potentiomètre P prend une autre position — puisque entraîné par la girouette, qui reste, elle, dans le lit du vent relatif, — le pont est déséquilibré, et M indique une dérive de courant dans un sens ou dans l'autre, suivant le cas. La source de courant E peut être celle qui actionne l'indicateur de virage.

La sensibilité de l'appareil peut être réglable. Il serait nécessaire qu'elle soit à deux positions par shunt judicieusement calculé.

Dans l'une — celle de la plus grande sensibilité, — le galvanomètre indiquera les moindres composantes ascendantes ; il servira alors la recherche des ascendances dans le ciel clair. Pour le P. S. V., on aura besoin de moins de sensibilité.

Par un choix judicieux de l'emplacement de la girouette et par une bonne protection de ses axes de rotation contre le givrage, cet indicateur d'incidence peut suppléer à la défaillance probable de l'antenne de l'anémomètre dans ce cas — ce qui n'est pas un mince avantage, — et puis l'utilisation de la girouette serait un hommage mérité rendu à M. Constantin, qui, depuis des années, se bat pour elle avec une persévérance qu'il faut admirer...

Si la girouette est assez sensible et convenablement disposée, elle peut présenter pour le pilote de planeur un plus grand intérêt encore : celui de donner des indications précises et instantanées quant à la composante verticale des vents, c'est-à-dire quant à l'ascendance.

En effet, le variomètre à membrane, tel que nous l'utilisons, est un appareil imparfait, quoique utile. Ses indications, nous l'avons vu, sont affectées d'un retard notable, d'environ dix secondes, temps pendant lequel un planeur peut traverser une ascendance sans l'utiliser faute, pour son pilote, de pouvoir la déceler.

Tous ceux qui ont pratiqué le vol thermique savent quelle difficulté on éprouve à « centrer » une ascendance étroite ; ils n'ignorent pas non plus que les indications du variomètre ne sont pas toujours exactes quand on spirale sur le bord d'une telle colonne. Cet instrument indique sur un demi-tour une descendance. Où se trouve la bonne piste ? De quel côté « décentrer » votre spirale ? Chaque pilote a sa petite recette, laquelle ne vaut rien trois fois sur quatre, suivant l'inéluctable loi des probabilités.

Au contraire, dans un tel cas de vol, la girouette sensible peut déceler immédiatement la composante ascendante et permettre une vraie prospection de la colonne ou de la bulle, par conséquent de déterminer les limites de l'une ou de l'autre.

Pour la recherche des ascendances, il sera utile peut-être de conserver le clinomètre et de l'utiliser parallèlement à la girouette. Si le clinomètre indique toujours le même niveau par rapport au sol, alors que la girouette prend la position indiquée par un pointillé sur la figure, c'est qu'il y a ascendance.

P. S. V.

Les oiseaux eux-mêmes ont besoin de leur vue et de consulter l'horizon pour voler. Tout comme de vulgaires bipèdes humains.

Si vous aveuglez un oiseau, il ne vole plus. Si vous le lâchez en cet état d'une certaine hauteur, de façon à l'obliger à voler, il ouvre ses ailes avec un bon dièdre et fait une descente quasi parachutale et généralement se met en boule à l'atterrissage.

Il est donc inutile de vous croire plus malin que lui et de tenter une aventure dans le nuage sans instruments précis et sûrs, et sans avoir appris à vous en servir par une longue pratique qui fasse de votre action aux commandes une véritable réponse réflexe à leurs indications.

N'oubliez pas que votre sentiment de l'équilibre est complètement faussé par les accélérations centrifuges, et votre sens de la direction inexistant.

Ne vous êtes-vous jamais éveillé la nuit dans un wagon de chemin de fer en vous demandant dans quel sens vous allez et d'être obligé de regarder par la portière pour vous en rendre compte ?

Je vous le répéterai sans cesse, vos instruments ont raison, ils sont seuls à savoir exactement ce qui se passe et ils vous l'indiquent. Si vos sensations vous font douter de leurs indications, c'est que vos sensations sont fausses.

Et le plus dur pour vous sera de vous laisser guider aveuglément, c'est le cas de le dire, par eux, sans rébellion de la chair et de l'esprit. Il faut pourtant vous y astreindre.

* *

En P. S. V., les sensations peuvent être complètement faussées. Ainsi votre planeur peut être fortement chahuté et violemment

incliné d'un côté, par exemple, et vous le sentez très bien, mais le retour au sentiment de la verticale est beaucoup plus lent chez vous que chez le planeur, et vous serez revenu en position correcte alors que vous vous croirez encore incliné.

De même la sensation de virage persistera chez vous longtemps après que vous serez revenu en ligne droite.

Également la sensation d'ascenseur que vous recevez en entrant dans une ascendance vous donnera la fausse impression de cabrer, et, au contraire, l'entrée dans une descendance vous donnera la sensation de piquer, et, si, dans ce dernier cas, vous tirez instinctivement sur le manche, vous vous mettrez en perte de vitesse.

Dans une spirale serrée, vous serez plaqué à votre siège par la force centrifuge, et, quand vous vous redresserez, ou serez redressé accidentellement par un remous, cette sensation, cessant brusquement, créera l'illusion d'une grande légèreté comme si vous piquiez. Et vous vous mettrez en perte de vitesse si vous obéissez à cette illusion trompeuse et n'observez pas strictement et seulement les indications de vos instruments.

Pour lutter contre ces illusions, soyez complètement détendu, tant mentalement que physiquement. Ne regardez que vos instruments et persuadez-vous qu'ils disent la vérité.

Secouez votre tête, remuez dans vos bretelles, le mouvement aidera à vous ramener à la normale.

* *

L'entraînement au P. S. V.

Il y a trois méthodes d'entraînement au P. S. V.

1^o Avec un moniteur dans un planeur biplace dont la place arrière a été recouverte d'une capote ou close de façon quelconque, mais ne laissant passer aucun rayon de jour. Un bon appareil pour cet usage est le Castel 242, à cause de la disposition de sa place arrière.

2^o En link trainer. C'est un appareil qui permet l'entraînement au sol. Il est composé d'une carlingue d'avion comportant toutes les commandes classiques et un tableau de bord de P. S. V. complet. On enferme l'élève dans l'habitacle, et il est dirigé par un moniteur assis à une petite table près de l'appareil.

Sur cette table est une répétition de tous les appareils du tableau de la maquette de carlingue dans laquelle est installé l'élève. En

plus, un appareil dit « crabe », ou traceur de route, trace sur une carte le trajet fictif de la maquette.

On peut faire prendre au link trainer toutes les positions d'un avion avec inclinaison et pente jusqu'à 30° et virages, vrilles comprises.

Le moniteur peut vous « mettre le tabac », c'est-à-dire secouer la carlingue exactement comme si vous traversiez une forte et irrégulière turbulence.

L'appareil pivote sur un axe, et les inclinaisons, pente et tabac, sont données par des soufflets alternativement gonflés et dégonflés à l'aide d'un compresseur électrique.

Les commandes du manche agissent astucieusement sur des soupapes qui gonflent ou dégonflent les soufflets.

C'est un appareil remarquable sur lequel tous les pilotes devraient faire des séances régulières d'entraînement.

3° On peut enfin, avec de la patience et de la bonne volonté, s'entraîner en solo.

Pour cela, Monville recommande une astuce. Faites-vous une paire de lunettes avec, devant chaque œil, un tube de carton servant d'œillère, de façon à ne voir que le tableau de bord. Une fois en route dans une ascendance, et si vous êtes sûr d'être seul dans votre coin, essayez-vous à piloter seulement aux instruments, les yeux rivés sur le tableau. Vous pouvez, de temps en temps, jeter un coup d'œil à l'extérieur pour vérifier votre position et l'exactitude de vos manœuvres. Fini l'exercice, vous retirez les lunettes pour ne pas être gêné dans la descente et lors de l'atterrissage.

Si vous pouvez combiner cette méthode avec quelques tours de link, vous pouvez, au bout de quelque temps, affronter le nuage dans un appareil solide.

Si vous avez suivi les quelques conseils que je vous ai donnés, vous êtes déjà familiarisé avec vos instruments de bord et vous savez piloter avec leur aide.

N'oubliez pas que le pilotage aux instruments est le plus précis, que, si vous avez vérifié vos instruments au départ, ce sont toujours eux qui ont raison, et non pas vos sensations.

Si, d'un autre côté, vous savez comment et pourquoi votre appareil vole, si vous connaissez le fonctionnement de vos instruments, vous devez pouvoir analyser tous les cas de vol et trouver la réponse au problème posé par ces instruments.

Piloter aux instruments est donc du pilotage scientifique. Et je ne

saurais trop vous recommander de lire et méditer l'admirable petit bouquin de Jean Pointis : *La Maîtrise du P. S. V.*, édité par Gauthier-Villard. Il a paru, d'abord, dans les nos 99 et 100 (octobre et novembre 1937) de la *Revue de l'Armée de l'Air*. Et il n'a pas vieilli.

Dans le P. S. V., nous faisons intervenir un instrument supplémentaire : le contrôleur de virage dont je vous ai parlé.

Ayant donc parfaitement en main votre appareil et sachant tenir compte des indications de vos instruments primaires : l'anémomètre et la bille, vous allez commencer votre école de P. S. V. le nez dans le capot, vos œillères en place. Vous êtes, disons à 1 000 mètres, et commencez une descente assez calme.

Vous remarquerez que je ne vous parle pas d'attaquer cette phase d'école dans une ascendance turbulente ; il faut évidemment commencer par le plus facile, surtout si vous n'avez pas devant vous quelques séances de link trainer.

Vous commencez donc une descente en spirale, disons aussi sur la gauche. Vous avez auparavant mis votre contrôleur de virage en route.

Vous attaquez le virage comme un virage en clair, du pied et du manche du même côté, l'œil sur la bille, qui est toujours au centre de son tube ainsi que vous en avez pris l'habitude. Vous ramenez le manche au milieu en pesant légèrement vers vous pour compenser le couple de piqué dû à l'effet de votre gouvernail de direction incliné sur la verticale. Pendant toutes ces évolutions bille au milieu, vous conservez la même vitesse au badin.

Vous voyez alors l'aiguille de votre indicateur de virage se déplacer vers la gauche et prendre une position que vous repérez et qui doit rester la même pendant toute l'évolution pour conserver une cadence régulière (fig. 77).

Si l'aiguille de l'indicateur va plus à gauche, la bille restant au centre, c'est que votre vitesse angulaire augmente, c'est-à-dire votre cadence. Si elle revient vers le centre, c'est que la vitesse angulaire diminue : la cadence diminue.

Si vos autres instruments marquent une vitesse et une inclinaison correctes (disons 50 au badin et bille au milieu), vous corrigez les errements de l'aiguille de l'indicateur de virage avec pied et manche simultanément du côté opposé au déplacement de l'aiguille (fig. 78).

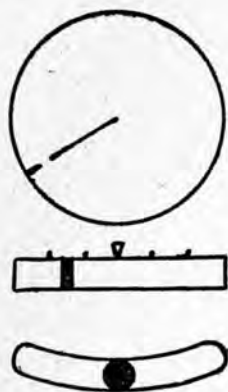


FIG. 77. — Virage à gauche correct.

Vitesse normale. Bille au milieu.

La vitesse du rotor de l'indicateur de virage a été réglée par le jeu du rhéostat de façon que son index soit à la hauteur de la première division pour un virage à vitesse normale et inclinaison d'environ 20°.

Ceci afin d'éviter que l'indicateur de virage soit trop sensible avec un index se calant aux extrémités pour la moindre accélération de cadence.

FIG. 78. — La cadence s'accélère, l'inclinaison restant correcte, bille au centre, vitesse normale.

Correction: pied et manche à l'opposé du mouvement de l'aiguille (à droite, dans ce cas).

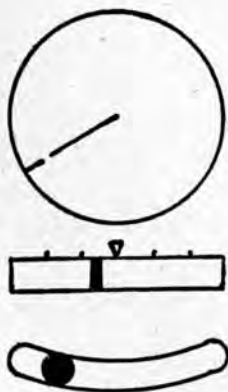
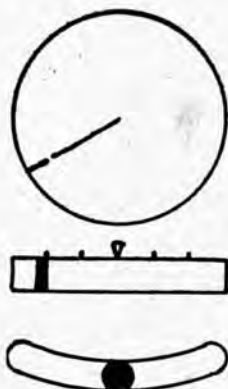


FIG. 79. — Vitesse normale. L'aiguille de l'indicateur de virage et la bille se déplacent en sens inverse l'une de l'autre (aiguille à droite et bille à gauche, dans ce cas).

Correction: pied du côté du déplacement de la bille (à gauche, dans ce cas).



En effet, si, par exemple, votre aiguille dévie vers la gauche, la cadence s'accélérait, vous corrigez naturellement en augmentant le rayon de votre virage, donc en donnant du pied et du manche à droite pour conserver la bille au milieu.

Mais, dans ce mouvement, comme dans tous ceux que vous allez faire en P. S. V., il faut tenir compte de l'inertie de votre appareil. Cette inertie va vous obliger à faire un mouvement double des commandes, c'est-à-dire qu'il faudra que vos mouvements de correction aient une amplitude plus grande que nécessaire ; puis vous ramenez la commande à la position qu'elle doit occuper.

Dans l'exemple que je viens de vous proposer, vous allez mettre plus de pied et de manche qu'il ne le faut, puis, quand l'aiguille va commencer à partir pour reprendre sa position initiale, vous ramenez le pied en arrière doucement pour arrêter le mouvement quand l'aiguille a repris la bonne position, le manche ayant alors repris sa place au milieu, légèrement tiré à vous.

Mais voici que nous entrons dans une zone turbulente, et nos appareils commencent à dérailler. L'aiguille de l'indicateur de virage vient vers la droite, alors que la bille, inévitablement semble-t-il, glisse à gauche. Que se passe-t-il ? Puisque nous connaissons nos instruments, nous savons que notre cadence a diminué et que notre inclinaison est restée la même, ce qui nous met en position de glissade. Nous allons alors donner du pied à gauche sans toucher au manche. Pourquoi ? (Fig. 79.)

En donnant du pied gauche, nous rétablissons la cadence, et, automatiquement, l'aiguille va reprendre sa position primitive et la bille revenir vers le centre puisque vous vous souvenez de la règle : « Le pied repousse la bille. » Et cela toujours par un mouvement double.

Manœuvre inverse si l'aiguille va vers la gauche ; la cadence s'accroît et la bille filant à droite, vous vous trouvez en position de dérapage.

En règle générale, quand l'aiguille et la bille se déplacent en sens inverse, agir uniquement avec le pied en appuyant dans le sens où se déplace la bille, en sens inverse du déplacement de l'aiguille.

Vos mouvements doivent toujours commencer quand le mouvement des instruments commence et les précéder en amplitude, quitte à revenir en arrière au moment où les mouvements de dérive des indicateurs s'arrêtent et avant qu'ils ne reviennent à leur position initiale.

Encore une chose à ne pas oublier : c'est que plus votre vitesse angulaire est grande, c'est-à-dire plus votre aiguille est loin du centre, plus votre inclinaison est grande, donc plus l'action du gouvernail de direction est sensible en profondeur et plus l'action du gouvernail de profondeur est sensible en direction du fait de l'intervention des commandes, action que nous avons déjà étudiée.

En principe, tout mouvement du pied vers l'extérieur du virage doit être compensé par un mouvement coordonné du manche en avant, et tout mouvement du pied vers l'intérieur du virage doit être compensé par un mouvement coordonné du manche en arrière, ce mouvement de coordination du manche en avant ou en arrière étant d'autant plus important que la vitesse angulaire est plus grande. C'est d'ailleurs une question de dosage qui vous obligera à regarder aussi, simultanément avec les autres appareils, votre badin.

* * *

Si, dans le virage, votre bille seule se déplace, l'aiguille de l'indicateur de virage n'ayant pas bougé, c'est que, votre cadence restant correcte, votre inclinaison a varié. Donc, à ce moment, action seule du manche tendant à ramener la bille au centre (fig. 80).

* * *

La plus importante des notions à conserver en P. S. V. est la notion de vitesse. En effet, à peu près tous les accidents en P. S. V. proviennent d'un excès de vitesse suivi d'une ressource tardive qui disloque l'appareil.

Il faut donc ne pas oublier que, quand votre badin commence à indiquer un changement de vitesse, il y a déjà quelques instants que votre pente a changé (toujours à cause de l'inertie de votre planeur). Il faut donc corriger plus énergiquement qu'en pilotage à vue, et toujours par les fameux mouvements doubles.

Dès que votre aiguille décolle de la vitesse que vous devez avoir (50 à l'heure dans l'exemple), et sans attendre pour voir ce qui va se passer, vous commencez la correction par un mouvement plus vif et plus ample qu'en pilotage à vue et vous reprenez une position en arrière de ce mouvement dès que l'aiguille du badin finit son mouvement de déplacement.

Il vous faut naturellement pas mal d'exercice pour arriver au dosage exact et précis.

Mais, si vous avez un indicateur d'incidence à girouette, le problème est terriblement simplifié, car alors vous corrigez les mouvements longitudinaux de votre planeur avec la même précision que les mouvements de lacet et de roulis, car la girouette a la même réponse instantanée que l'indicateur de virage et la bille.

Plus vous serez incliné, c'est-à-dire avec plus grande vitesse angulaire, plus la correction de votre vitesse au manche seul apportera une modification à votre assiette de virage du fait de l'intervention des commandes. Il faudra encore faire un dosage correct, pied et manche.

En fait, presque toujours, dans un planeur où les inclinaisons de la machine sont toujours assez importantes, les mouvements de conjugaison des commandes sont triples.

Prenons le cas de la mise en virage à gauche : pied gauche et manche à gauche bien coordonnés pour que la bille reste au milieu, indicateur de virage stable à gauche et, simultanément, manche en arrière pour annuler la tendance à piquer issue du virage, puis retour du manche au milieu, mais toujours appuyé légèrement en arrière tant que dure le virage.

Attention : en P. S. V. on a tendance à piquer.

Pour la sortie du virage, manœuvre inverse : ramener le pied vers la position normale de ligne droite en poussant le manche à droite et en avant.

Reprenons le premier cas que j'ai exposé. L'aiguille de l'indicateur de virage s'éloigne de sa position, se rapprochant du centre, bille toujours au milieu ; donc, en même temps, nous cabrons légèrement. Nous rétablissons, ai-je dit, en donnant du pied à gauche pour accélérer notre cadence et en inclinant le manche à gauche. Mais, du fait que nous donnons du pied à l'intérieur du virage, nous allons piquer, donc il faudrait également une pression du manche en arrière. Dans ce cas, les mouvements avant et arrière du manche sont à doser suivant le badin ou la girouette, car, si le planeur a une tendance à cabrer, la correction a dû ramener à peu près les conditions normales.

Vous commencez à voir que le pilotage aux instruments, en vous

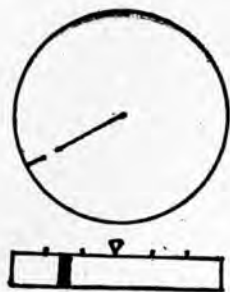


FIG. 80. — Vitesse normale.

L'aiguille de l'indicateur ne bouge pas.
La bille seule se déplace.

Correction: manche en sens inverse du déplacement de la bille.



FIG. 81. — Vrille.

Aiguille de l'indicateur de virage calée d'un côté, bille en sens opposé à l'aiguille. Vitesse augmentant fortement.

Correction: manche à fond *en avant*, pied à fond du côté opposé à l'aiguille (à droite, dans ce cas).

Retour du pied à la position neutre au fur et à mesure du retour de l'aiguille au centre. Puis rappel progressif du manche en arrière pour reprendre la vitesse normale sans ressource brutale.

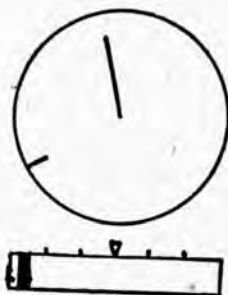
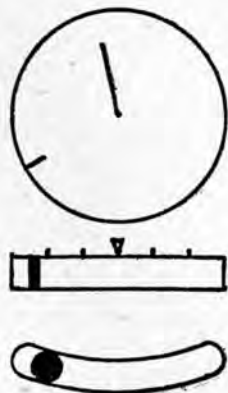


FIG. 82. — Virage piqué (cas le plus fréquent en P. S. V.). Aiguille calée d'un côté, bille glissant du même côté. Vitesse augmentant fortement.

Correction: manche *en avant* et fortement appuyé du côté opposé à l'aiguille; pied du même côté que le manche (à droite, dans ce cas).

Accentuer le mouvement *en avant* du manche au fur et à mesure que l'indicateur de virage revient au milieu. Puis retour du manche à la position neutre pour reprendre la vitesse normale.



obligeant à analyser vos mouvements et les réactions sur votre machine, transforme le pilotage soi-disant instinctif en pilotage intelligent.

La vrille sera caractérisée par l'aiguille de l'indicateur de virage bloquée complètement d'un côté et la bille allant de l'autre côté.

La réponse à la vrille découle donc de ce que je viens de vous expliquer: pied à fond du côté opposé à l'aiguille (le pied attire l'aiguille et repousse la bille), manche à fond *en avant*. Résultats: la bille et l'aiguille reviennent vers le centre (fig. 81).

On ramène le pied à la position normale pour ne pas repartir en vrille de l'autre côté, la vitesse augmente encore, et l'on tire le manche à soi progressivement et sans secousse pour éviter une ressource brutale, jusqu'à retour à la vitesse normale.

En principe, un planeur sort facilement de la vrille et se redresse automatiquement si l'on remet toutes les commandes au milieu, manche légèrement en avant.

Mais dans le P. S. V. le virage piqué est plus fréquent que la vrille par perte de vitesse.

Dans ce cas, les instruments vous indiquent: au badin, forte vitesse croissant, indicateur de virage bloqué d'un côté, disons à gauche, bille glissant du même côté que l'aiguille de l'indicateur de virage (fig. 82).

Il faut du manche à droite à fond, et pied également à droite. En effet, puisque vous êtes incliné à gauche, il faut vous redresser et agir en avançant le pied droit pour diminuer votre vitesse, puisque le gouvernail de direction agit sur la profondeur. Mais il faut simultanément reporter le manche à fond en avant, sinon vous allez non seulement diminuer votre vitesse, mais partir en cabré, et, quand votre équilibre est établi, c'est-à-dire quand l'aiguille de l'indicateur de virage est revenue au centre, bille au milieu, vous ramenez le manche à la position neutre au milieu, ce mouvement de retour du manche devant naturellement être conjugué avec le mouvement du retour de l'aiguille.

Mais ne jamais ramener le manche en arrière avant que la bille ne soit revenue au milieu ou à peu près.

Quand vous aurez réalisé quelques exercices en temps calme (mise et sortie de virages, et, notamment, virages en S), astreignez-vous à ne piloter qu'aux instruments dans les ascendances toujours assez turbulentes. Il faut que vous arriviez à répondre par réflexes

automatiques aux indications de vos instruments. Quand vous en serez à ce point, vous serez mûrs pour le nuage.

Un conseil : posez-vous fréquemment des problèmes de vol. Imaginez-vous dans une position bien définie, et reconstituez par la pensée les indications de vos instruments ; faites-en même un petit croquis après avoir posé l'énoncé par écrit, puis trouvez la réponse aux commandes pour redresser la situation, et faites contrôler vos solutions par un expert. C'est un excellent exercice.

Par exemple, supposez que vous vous soyez laissé prendre dans un nuage. Vous n'avez que les instruments classiques : anémomètre et bille ; pas de contrôleur de virage. Votre vitesse croît fortement, et la bille glisse vers la droite ; que se passe-t-il ?

En tirant le manche à vous, vous n'avez aucune action sur la vitesse ; vous êtes donc certainement incliné sur la droite en virage piqué. Donc pied à gauche et manche à gauche. Vous surveillez l'anémomètre et la bille. Au fur et à mesure que la vitesse diminue, vous ramenez le pied vers la position neutre, de même que vous ramenez le manche au milieu au fur et à mesure du retour de la bille, tout en le poussant en avant pour garder la vitesse, puis retour au neutre, et vous tâchez de filer tout droit pour sortir de la plume, palonnier neutre et correction de la bille seulement au manche.

Il faut surtout ne pas perdre la tête et commencer à « mélanger les pédales ». Du sang-froid, la connaissance de vos instruments et de votre appareil, de la réflexion rapide, et vous vous en sortirez honorairement. Et ça ne gêne rien si vous avez souvent pensé à l'avance à des situations de ce genre.

* *

Un autre conseil : tâchez de connaître la chanson de votre machine. Elle va donner une note pour chaque vitesse, et, en cas de panne du badin (givrage), cette connaissance pourra vous servir. Et ce surtout pour les planeurs d'entraînement, car les machines de performance sont silencieuses aux vitesses normales, les écoulements d'air ayant été particulièrement soignés pour améliorer la finesse.

* *

En résumé :

L'aiguille de l'indicateur de virage se déplace et la bille reste au

milieu : pied et manche en sens inverse du déplacement de l'aiguille. L'aiguille reste à sa position, la bille se déplace seule : manche en sens inverse du déplacement de la bille.

L'aiguille et la bille se déplacent toutes deux en sens inverse : pied en sens inverse du déplacement de l'aiguille.

L'aiguille et la bille se déplacent toutes deux dans le même sens : pied et manche en sens inverse du mouvement de l'aiguille et de la bille, avec prépondérance de mouvement du manche.

En principe, d'abord conservation de la cadence au pied et rectification de la position de la bille au manche.

* *

Et, si ça se gâte et que vous commenciez à « mélanger les pédales », efforcez-vous de ramener votre indicateur de virage et votre bille au milieu. Après quoi, vous pourrez reprendre votre spirale. Mais, avant tout, pas d'affolement accompagné fatalement de mouvements désordonnés ou d'une rigide paralysie.

Avec du **calme**, de la réflexion et de la souplesse, ça s'arrange toujours.

* *

Un conseil : quand vous avez l'intention de monter dans le nuage, commencez à piloter aux instruments dans l'ascendance, bien avant d'entrer dans le coton, en mettant le nez dans le capot. Cela vous évitera le changement brusque de mode de pilotage, et vous vous en trouverez bien.

* *

Pour vous démontrer la supériorité du pilotage aux instruments sur le pilotage contrôlé par la vue extérieure, surtout pour le planeur, étudions le cas de la spirale dans le vent fort.

Supposons que vous pilotiez un planeur faisant 50 kilomètres-heure, et que vous spiraliez dans un vent de 45 kilomètres-heure.

Il est évident que, par rapport au sol, votre planeur, quand il sera vent arrière, fera 95 kilomètres-heure et n'aura plus qu'une vitesse de 5 kilomètres-heure quand il sera vent debout. Donc, si vous essayez de maintenir la cadence en faisant défilier l'horizon à une vitesse uniforme et constante, vous serez tenté de ralentir votre

vitesse propre d'un côté de la spirale et de l'accélérer de l'autre.

Il convient donc, dans ce cas, de vous fier à votre badin pour maintenir votre vitesse constante et, si vous en avez un, à votre indicateur de virage, qui réglera votre vitesse angulaire.

Un pilote très entraîné maintiendra son équilibre dans la spirale,

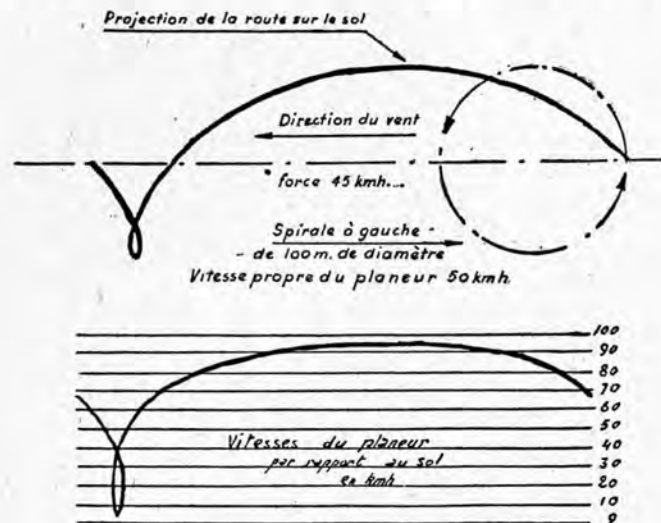


FIG. 83. — La spirale dans le vent.

en corrigeant sa cadence apparente par le maintien d'une vitesse correcte et de pente et inclinaison aussi correctes.

Ce qui n'infirme en rien les conseils que je vous ai donnés pour vos débuts : défilement régulier de l'horizon devant votre pare-brise, car vous apprendrez à piloter surtout par temps calme.

La figure vous donne la trajectoire de votre planeur par rapport au sol dans le cas que je viens de vous citer, le planeur faisant une spirale de 100 mètres de diamètre. La courbe au-dessous donne les vitesses de votre appareil par rapport au sol, à tous les moments de la spirale.

CONSEILS POUR LE PREMIER VOYAGE

Quand vous partez en voyage, vous partez ou pour 50, ou pour 300 kilomètres, ou pour un record.

Si vous partez pour 50 kilomètres, c'est que vous êtes le débutant à la poursuite de l'insigne d'argent du brevet D.

Alors, ne partez que lorsque vous aurez gagné une altitude suffisante en thermique pur, ou lorsque vous aurez atteint la base du nuage par temps à cumulus.

Par temps à thermique sans nuage, quand vous aurez atteint le sommet de votre ascendance, ne vous y éternisez pas. Elle va probablement se dissoudre au bout d'un moment et vous laisser en panne. Mais, dès que vous serez à son sommet, mettez-vous vent arrière et filez droit devant vous **avec votre vitesse de finesse maximum**, sans essayer de diminuer votre vitesse de chute. Ce n'est plus le vario qu'il faut considérer, mais le badin, sauf naturellement si vous rattrapez une ascendance dans laquelle vous allez vous ravitailler en altitude en spiralant à la vitesse de route correspondant à votre vitesse de chute minimum.

Pour reconnaître la direction du vent dans l'axe duquel vous vous maintiendrez, observez l'ombre des nuages sur le sol et suivez-la.

S'il n'y a plus de nuages, donc pas d'ombre indicatrice, cherchez une fumée quelque part au sol et faites un cap orienté de 20 à 30° à droite de la direction de ladite fumée.

En effet, je vous l'ai dit, au sol les vents sont déviés, à cause du frottement sur la terre, de 20 à 30° vers les basses pressions, d'autant plus que le relief est plus accidenté et le vent plus fort. Or, comme vous marchez vent arrière, les basses pressions sont à votre gauche (loi de Buys-Ballot); donc, puisque vous êtes aux environs de 1 000 mètres, il faut obliquer à droite des fumées.

Pour votre gouverne et votre calcul de route, prévoyez toujours

des descendance de 2 mètres entre les ascendances. Il vaut mieux voir en noir qu'en rose, c'est le cas de le dire, un savant ornithologue ayant annoncé que les oiseaux voyaient les courants ascendants teintés en rose.

* * *

Tout comme pour une durée, ayez à bord quelque ravitaillement : sucre, fruits secs, biscuits et un petit flacon d'eau. Vous pouvez avoir la veine d'accrocher pendant des heures.

Soyez aussi bien vêtu, chaudement.

* * *

Avant de partir, assurez-vous que votre baro fonctionne correctement. Coincez le levier commandant le style avec une petite cale en bois emmanchée à force.

En principe, le baro devrait être calé dans sa boîte avec quelque chose qui l'empêche de se déplacer au cours des sauts imposés par la turbulence. Un vêtement de rechange peut parfaitement faire l'affaire.

* * *

Quand vous aurez estimé avoir atteint vos 50 kilomètres, ne poussez plus loin que si vous avez au moins une chance raisonnée de faire 300 kilomètres. Sinon, cherchez un terrain où vous poser. L'essence est chère, et il est inutile d'aller à une distance telle que le retour soit difficile. Pensez aux copains qui attendent votre appareil, pour, eux aussi, tenter leur chance.

Choisissez donc un terrain autant que possible près d'une agglomération, et en bordure d'une route. Près d'une agglomération, car vous y trouverez plus facilement le ravitaillement nécessaire (il faudra bien dîner ce soir) et le téléphone. Près d'une route, pour faciliter l'embarquement de votre planeur sur la remorque.

Si l'on peut vous dépanner avec un avion remorqueur, choisissez un terrain assez grand et dur, bien dégagé, pour que ledit remorqueur puisse s'y poser et en repartir, sans oublier qu'au départ le remorqueur, le câble et vous avez 80 mètres de longueur, et que le décollage de l'ensemble est plus lent que celui d'un avion seul.

Autant que possible, choisissez un chaume, que vous reconnaîtrez

souvent aux traces que laisse la moissonneuse et qui décrivent un X sur le terrain. Les prés sont plus traîtres, car ils dissimulent souvent sous leur verdure des fossés d'irrigation.

Orientez votre planeur, que vous aurez placé, avec l'aide des curieux accourus, à l'extrémité au vent du terrain d'atterrissage improvisé, comme un T d'atterrissage, c'est-à-dire face au vent, afin de donner une indication à votre dépanneur.

Si vous atterrissez près d'une ferme isolée, tâchez d'en choisir une où vous verrez une ligne téléphonique aboutir.

Je vous conseille, de préférence, la panne de château, mais tâchez d'observer, de haut, s'il y a quelque signe d'occupation, tel que fenêtres ouvertes, fumée, etc., sinon vous ferez comme moi, un jour, et vous vous trouverez auprès d'une somptueuse habitation vide.

Puis confiez à un responsable, d'allure respectable, la garde de votre appareil pendant que vous irez faire faire votre certificat d'atterrissage par le maire, le garde champêtre ou les gendarmes, ce après avoir fait signer un certificat provisoire par deux témoins de l'atterrissage.

Si vous vous éloignez de l'appareil, emportez avec vous tout ce qu'on pourrait y enlever. Il y a beaucoup d'amateurs de souvenirs aux doigts agiles.

Le cas échéant, vous démontez rapidement votre appareil et en faites transporter les pièces à proximité de la route où la remorque viendra les charger, ou à l'abri dans quelque grange ou cour de ferme, si le dépannage doit être long.

Guidez très attentivement le démontage et le transport des pièces. Vous trouverez toujours beaucoup de bonnes volontés, mais, sauf exceptionnellement, beaucoup de maladresse enthousiaste, celle de la pire espèce.

Le fin du fin est de se poser sur un aérodrome où vous trouverez toute l'aide nécessaire et presque toujours un commissaire de l'Aéro-Club ou un officiel quelconque qui pourra contrôler votre performance.

LES BREVETS DE PERFORMANCE

INSIGNES D'ARGENT ET D'OR

Et vous êtes mûr maintenant pour la course à l'insigne de performance, dont je vous donne ici les conditions d'obtention.

Conditions générales communes aux deux insignes. 1° Trois épreuves sont prévues pour chacune de ces distinctions.

2° Il ne sera pas effectué plus de deux épreuves au cours d'un même vol.

3° Toute épreuve peut compter à la fois pour l'insigne d'argent et pour l'insigne d'or.

4° Le pilote doit être seul à bord.

5° Pour toutes les épreuves, il y a lieu de se munir d'un barographe scellé ; il doit être scellé et ouvert par un commissaire officiel reconnu par l'Aéro-Club national.

6° Tous les largages de l'avion remorqueur doivent être effectués au-dessous de 1 500 mètres.

7° L'Aéro-Club national inscrit sur un registre la liste des insignes d'or et d'argent délivrés à ses ressortissants. Les aéro-clubs nationaux s'engagent à contrôler les épreuves pour d'autres aéro-clubs nationaux, à charge de réciprocité, et à transmettre les renseignements nécessaires à l'Aéro-Club national du pilote, afin que l'insigne et le certificat puissent être dûment délivrés et enregistrés.

Si le pilote appartient à un pays qui n'a pas d'Aéro-Club national, la délivrance de l'insigne doit être enregistrée par l'Aéro-Club national qui contrôle l'épreuve.

Insignes d'argent. Les conditions particulières de délivrance de l'insigne d'argent sont les suivantes :

a. Durée : un vol d'au moins cinq heures.

b. Distance : un vol de 50 kilomètres au moins, effectué, soit :

1° En ligne droite ;

2° Autour d'un circuit triangulaire, sensiblement un triangle équilatéral, dont chaque côté mesure au moins 17 kilomètres.

La perte de hauteur entre le point de largage et le point d'atterrissage ne doit pas excéder 1 p. 100 de la distance parcourue.

c. Hauteur : un gain d'altitude d'au moins 1 000 mètres. Le gain d'altitude considéré sera la différence entre le point le plus bas atteint après le largage et le point le plus élevé atteint postérieurement. Ces deux points seront définis sur le barogramme.

Insignes d'or. Les conditions particulières de délivrance de l'insigne d'or sont les suivantes :

a. Durée : un vol d'au moins cinq heures.

b. Distance : un vol de 300 kilomètres au moins, effectué soit :

1° En ligne droite ;

2° Autour d'un circuit triangulaire sensiblement équilatéral, dont chacun des côtés mesure au moins 100 kilomètres.

c. Hauteur : un vol d'au moins 3 000 mètres. Le gain d'altitude considéré sera la différence entre le point le plus bas atteint après le largage et le point le plus élevé atteint postérieurement. Ces deux points sont définis sur le barogramme.

Classement des pilotes par l'Aéro-Club de France. L'Aéro-Club national des pilotes français est évidemment l'Aéro-Club de France.

Pour lui permettre de procéder au classement des pilotes professionnels et amateurs de vol à voile, les pilotes brevetés D ont été invités à fournir à l'Aéro-Club de France, 6, rue Galilée, à Paris (16^e), un extrait de leur carnet de vol certifié exact par un chef de centre ou un commissaire de l'Aéro-Club de France et comportant :

— le nombre total d'heures de vol en planeur ;

— la liste des vols supérieurs aux épreuves du brevet « D » en distance, durée, hauteur, avec indications de la date, du lieu, des heures de départ et d'atterrissage, cette liste étant arrêtée au 1^{er} juillet 1947.

Désormais, c'est-à-dire depuis le 1^{er} juillet 1947, les pilotes de vol à

voile sont invités à envoyer à l'Aéro-Club de France, tous les trois mois (1^{er} octobre, 1^{er} janvier, 1^{er} mars, 1^{er} juillet), la liste des performances accomplies pendant chaque trimestre. Pour valider ces vols, les feuilles de barographes, visées par un commissaire de l'Aéro-Club de France, seront adressées en communication à celui-ci, ainsi que les certificats d'atterrissage pour les vols de distance.

* * *

A lire le texte du nouveau dispositif d'homologation des brevets et insignes internationaux, tel qu'il a été homologué par la F. A. I., je constate que mon idée de circuit fermé triangulaire, sanctionné par la coupe Guynemer, a fait son petit bonhomme de chemin. Et je ne doute pas qu'un jour on trouve une formule pour classer ce genre d'épreuve dans le palmarès des records internationaux.

J'avais, toutefois, proposé une formule de triangle qui me paraît beaucoup plus souple que celle adoptée par la F. A. I. J'avais proposé un triangle dont le plus petit côté aurait été au moins égal à la moitié du plus grand.

Le texte de la F. A. I. demande un triangle « sensiblement équilatéral », ce qui va nous amener d'abord à des difficultés de contrôle.

La formule que j'avais proposée permettait de composer avec l'irrégularité de distribution géographique des terrains.

Tel qu'il est, le texte est difficilement applicable dans la généralité des cas.

On a éliminé la formule aller-retour pour éviter qu'on ne passe des brevets D trop facilement sur de longues pentes. Mais, du moment que la F. A. I. et les aéro-clubs nationaux ont des commissaires en lesquels on est sensé avoir pleine confiance, puisqu'on les investit de cette tâche de contrôle, on aurait pu préciser que le vol aller-retour devait s'effectuer sur la campagne, hors de l'influence des pentes. On peut d'ailleurs déterminer cela très facilement selon la région.

Il est évident qu'un aller-retour de 25 kilomètres fait à Beynes, Pont-Saint-Vincent, Chelles ou Angers, ne peut être confondu avec un aller-retour ayant bénéficié de l'influence dynamique des pentes.

Quant au vol de 300 kilomètres en triangle équilatéral, il y a encore chez moi quelques bouteilles à boire pour fêter celui qui réalisera cet exploit.

Pensons que le record de France aller-retour n'est encore que de 204 kilomètres...

Gageons que cette formule, qui exige trois commissaires, dont deux placés en des points impossibles, ne sera pas très utilisée. Ce n'est pas ce que nous cherchions, c'est-à-dire une simplification et une économie de procédure qui auraient permis aux aéro-clubs peu fortunés de lâcher sur la campagne leurs élèves, avec, en cas d'échec, un strict minimum de frais de dépannage, ce qui eût été possible avec un aller-retour entre deux aérodromes proches.

QUELQUES CONSEILS D'HYGIÈNE

Il n'y a pas d'hygiène spéciale de vol à voile. Quelques précautions seulement.

Un conseil : de la propreté, surtout de la propreté.

Le vélivole conscient prendra sa douche quotidienne. Ce n'est pas difficile. Pas besoin d'installations de plomberie compliquées.

Chez vous, un tub et une casserole. Sur le terrain, un seau d'eau. Lavez-vous le corps au savon tous les jours, des orteils aux cheveux. Vos pores fonctionneront plus facilement, vous reposerez mieux le soir et serez plus actif dans la journée.

Et ne dites pas que l'être humain n'est pas spécialement aquatique. Vous n'avez qu'à constater les délices avec lesquelles les gosses vont patauger dans la première flaque d'eau venue avec leurs souliers du dimanche. Si des parents bornés n'endiguaient pas cet instinct à force de calottes, les métros sentiraient moins mauvais aux heures d'affluence.

N'oubliez pas qu'une blessure à un corps sale peut amener des complications très graves, et vous êtes sale si vous ne vous êtes pas lavé le matin.

D'autre part, on ne fait rien de propre avec des gens sales.

Avant de monter en planeur, même si c'est pour un tour bref, urinez. Sous un choc, une vessie pleine peut se fissurer, et ça ne se répare pas simplement avec une rustine.

Si vous devez rester quelque temps accroché, prendre de l'altitude, cette précaution s'impose encore plus impérativement. Une gêne de ce côté vous enlève une perte de vos moyens, et elle se produira, car le changement de température du chaud au froid excite l'envie d'uriner.

Couvrez-vous avant de prendre place dans le planeur et seulement

à ce moment. Si vous êtes trop couvert sur le terrain, vous transpirez en aidant aux manœuvres. Puis cette sueur se glacera sur vous, dans l'immobilité que vous conserverez dans votre machine. Pas la peine de courir au-devant de la pneumonie.

En principe, au sol, quand c'est à votre tour de voler, reposez-vous, détendez-vous. Ne participez pas aux manœuvres immédiatement avant le départ.

Couvrez-vous toujours avant de voler, même l'été, surtout l'été, car en cette saison vous êtes presque nus sur le terrain, et, en montant, vous allez trouver une différence de température de 1° par 100 mètres. Avec 20° à l'ombre au sol, vous n'aurez plus que 5° à 1 500 mètres; c'est assez froid pour prendre mal.

Je vous conseille surtout les lainages souples et amples. Ne mettez jamais deux paires de chaussettes dans une chaussure normale, la circulation sanguine sera gênée et vous aurez bien plus froid qu'avec une seule paire.

N'oubliez pas que votre succès dépend surtout de votre condition physique, et votre sécurité en dépend également, ainsi que de votre confort. En général, n'oubliez pas qu'il vaut mieux avoir trop chaud que trop froid.

Un jour, Didion rata le record de France de 10 kilomètres parce que, parti sans précautions, il vit ses moyens annihilés par le froid.

Sur un Zögling ou sur un XV A, ayez des lunettes pour éviter les larmes qui brouillent la vue.

On me taxe d'originalité parce que je vole avec un chapeau. Je trouve beaucoup plus originaux ceux qui volent avec un serre-tête dans une conduite intérieure.

Le chapeau a l'avantage principal de protéger les yeux de la réverbération solaire sur les nuages, réverbération bien gênante parfois.

Et, dans un appareil à conduite torpédo, je ne suis pas plus incommode que derrière le pare-brise d'une voiture.

En tout cas, volez toujours la tête couverte. Cela fait très sportif

de voler nu-tête, mais cela ne vous met pas à l'abri du coup de soleil avec congestion cérébrale, surtout après déjeuner.

Il y a des accidents de planeurs et d'avions aux causes encore inconnues qui n'ont peut-être pas d'autre origine.

* * *

Portez des chaussures en cuir, autant que possible des bottines ou bottes lacées. Votre pied sera mieux maintenu et, en cas de bûche, vous pourrez éviter une foulure ou fracture.

* * *

Sur le terrain, ne mangez que légèrement. On ne compte plus les accidents dus à une digestion laborieuse.

Si vous voulez « arroser » un brevet ou un événement quelconque, ne le faites que le soir, les planeurs rentrés.

A midi, un repas léger, un simple casse-croûte. Méfiez-vous de l'alcool et de trop de boisson, même non alcoolisée.

Il vaut mieux manger souvent et peu que beaucoup en une fois. D'autre part, souvenez-vous que rien ne supprime mieux la fatigue qu'une nourriture à la fois riche et légère.

Ainsi, en planeur, si vous devez rester pour une longue épreuve, emportez du chocolat ou des morceaux de sucre, des biscuits sucrés, et croquez-en de temps à autre. Un peu d'eau aussi, dans une gourde en aluminium. Vous vous en trouverez bien.

* * *

Quand vous vous sentez indisposé, fatigué, ou en mauvaise condition physique ou morale, ne volez pas. Vous pouvez, par un vol accompli sous la contrainte de l'un de ces facteurs, perdre le bénéfice de plusieurs séances d'entraînement et vous risquez l'accident.

Il n'y a pas de mal à dire : « Aujourd'hui je ne vole pas, ça ne gaze pas. » C'est au contraire courageux et intelligent.

Ne risquez jamais l'accident. Non seulement pour vous, mais pensez surtout aux camarades de club qui vont être privés pendant le temps des réparations d'un appareil qui est leur joie. Dans le vol à voile, vous n'êtes jamais seul. Ils travaillent pour vous, ne les en punissez pas.

LE PARACHUTE

Si vous devez sauter en parachute, je vous conseillerai seulement de n'ouvrir votre pépin qu'une fois sorti du nuage, si vous avez à évacuer votre planeur dans le nuage.

En effet, nous avons vu qu'on trouve dans le nuage de puissantes ascendances. Comme, au bout de votre pépin, vous descendez à 5 ou 6 mètres-seconde, il suffit que vous rencontriez une ascendance de 7 à 8 mètres pour remonter au lieu de descendre.

On a vu à la Rhœn des pilotes allemands qui, ayant évacué dans un cumulo-nimbus et ayant ouvert trop tôt leur parachute, remontèrent à 9 000 mètres et y périrent asphyxiés.

* * *

Un parachute doit toujours être bien entretenu, c'est-à-dire tenu dans un endroit sec, porté avec soin et non pas traîné sur le sol.

Les élastiques d'ouverture du sac doivent être décrochés avant stockage et raccrochés seulement pour le vol. Du maintien en bonne forme de leur élasticité dépend l'ouverture du sac en cas de saut.

Faire déplier, vérifier et replier les parachutes tous les trois mois.

* * *

Après chaque atterrissage, lors de vos vols d'entraînement, sortez de votre appareil avec votre parachute sur le dos. Cela vous entraîne à l'évacuation d'urgence. Étudiez la position qui vous serait la plus rapide et la plus commode.

Les jours de pluie, dans le hangar, faites des concours d'évacuation.

Si vous avez à évacuer, plongez tête première, jambes serrées et étendues, dans la position des jambes du plongeur, les bras serrés au corps.

N'oubliez pas que les jambes écartées, un bras étendu, votre profil de pénétration dans l'air est modifié, et vous pouvez alors tomber en tournoyant, en vrille, et que, de ce fait, votre parachute risque de se mettre en torche, de ne pas s'ouvrir.

Plongez les yeux ouverts en regardant la poignée d'ouverture de votre parachute, la main dessus; il ne s'agit pas à ce moment de la chercher à tâtons. Il faut voir cette poignée pour bien la saisir et ne pas s'affoler et tirer désespérément sur n'importe quelle partie du harnais sans résultat.

N'ouvrez pas dans un nuage, attendez d'en être sorti.

Si vous êtes assez haut, bien dégagé du nuage, attendez d'être également dégagé des débris de votre appareil. Donc, dès que vous avez, avec sûreté, la main sur la poignée d'ouverture, regardez derrière vous et tâchez de voir où en est votre machine.

S'il y a du vent, vous ne craignez pas grand'chose, car elle dérive plus vite que vous qui êtes en chute libre.

Si vous ne voyez pas votre appareil, comptez dès que vous avez évacué : un, deux, trois...

Comptez lentement, à l'allure d'une seconde, comme cela : u... ne, deu... sse, troi... sse.

Plus vous êtes haut, plus vous avez intérêt à retarder l'ouverture de votre pépin afin d'être bien dégagé. N'attendez tout de même pas d'être arrivé au sol.

Avec votre parachute fermé sur le dos, dans la première seconde vous faites 5 mètres, 19 mètres en 2 secondes, 40 en 3 secondes, 69 en 4 secondes, 104 mètres en 5 secondes, 145 en 6, 190 en 7, 138 en 8, 288 en 9, 339 en 10, 391 en 11, 444 en 12 secondes, puis, à partir de la douzième seconde, vous tombez à la vitesse uniforme de 53 mètres-seconde. A la vingt-cinquième seconde vous avez parcouru 1 134 mètres.

Et, dès que vous avez décidé de sauter, sautez, n'hésitez pas, votre parachute s'ouvrira certainement : si vous en doutez, pour prendre confiance, allez voir plier un parachute dans un centre parachutiste, à la tour de Choisy si vous êtes dans la région parisienne. Vous constaterez qu'il est impossible qu'un parachute ne s'ouvre pas si vous l'utilisez avec un minimum de précautions.

Et, si vous le pouvez, sautez au moins une fois à la tour, ça vous gonflera.

ENTRETIEN DES PLANEURS

De l'entretien, je ne vous dirai pas grand'chose, sinon vous répéter mon leitmotiv : propreté, propreté.

Pas de boue séchée ni de poussière dans les côques. Ça vole dans les yeux et c'est bien désagréable.

Pas de taches d'huile sur les toiles, ça les pourrit. Ce qui ne doit pas vous empêcher de graisser régulièrement et délicatement toutes les articulations, en vérifiant chaque fois si les goupilles et les freins d'écrou ou de tendeur sont bien mis, ou ne manquent pas.

Retendre les commandes quand besoin est, vérifier l'intégrité des câbles, surtout au passage sur les poulies et renvois.

Vérifier fréquemment tous les organes du planeur.

Actuellement, on tend à négliger cette précaution, alors qu'autrefois les fidèles des XI A et des XV A inspectaient leur appareil dans tous les détails avant chaque vol. C'est une bonne précaution à prendre, même avec les appareils modernes, au moins avant chaque séance.

Je ne vous dirai rien sur les réparations, même menues, que vous devez tous savoir faire. Cela dépasserait le cadre de ce livre, et je vous renvoie pour cela à l'ouvrage de J.-M. Cabanes intitulé *La Construction des planeurs*, aux éditions Susse. Vous y trouverez également de bons conseils au sujet du réglage et du centrage des appareils.

LES MOTOPLANEURS

C'est un engin bâtard qui n'est pas avion et ne sera que rarement planeur, et qui demande pour sa conduite les qualités de pilotage qu'on demande seulement aux pilotes d'essais. C'est une machine qui nous ramène aux temps préhistoriques de l'avion où Blériot traversait la Manche avec un moteur de théoriquement 23 CV qui en donnait 15 quand il n'était pas fatigué. C'était du motoplaneur.

Vers 1938, on avait toutefois une excellente machine qu'on appelait le « Sfan ». Mais, à mon avis, c'était plus un avion léger qu'un vrai motoplaneur.

Le seul motoplaneur, ou plutôt planeur à moteur auxiliaire, que je connaisse est le « Dragon Fly » américain construit par Bowlus et Nelson. C'est un planeur biplace avec deux grandes ailes semblables à celles du Castel 242, montées sur une coque ovoïde et reliées à l'empennage par une poutre tubulaire. Un moteur deux temps à cylindres opposés de 25 CV anime une petite hélice de 1^m,05 de diamètre qui, à l'arrêt, se place dans l'ombre aérodynamique de la coque pour réduire au minimum la traînée.

L'appareil a un train tricycle éclipable à la main. Aux essais, en biplace, le pilote coupa le moteur à 450 mètres d'altitude et monta en planeur dans un thermique qui l'amena à 3 800 mètres et, de thermique en thermique, il fit un voyage de près de 200 kilomètres en quatre heures, le retour s'effectuant au moteur. L'appareil décolle en 100 mètres en monoplace et 300 mètres en biplace. Sur son moteur, il monte à 1,50 mètre-seconde et fait 55 à l'heure.

Cela, c'est vraiment un planeur à moteur auxiliaire qui résoudrait pour beaucoup de clubs le problème de l'apprentissage du pilotage du planeur et de l'apprentissage de l'air.

Et quelle joie de faire ainsi du yachting aérien avec la certitude de pouvoir, au moment où les ascendances vous lâchent, remettre votre moteur en route d'un coup de starter et rejoindre un aérodrome ou vous pourrez garer votre machine, ou bien retourner à votre point de départ.

LES PLANEURS DE TRANSPORT

On en a fait grand usage pendant la dernière guerre, et il est fort probable que, si l'on améliore les qualités des planeurs de transport, qui, jusqu'ici n'avaient guère été que des caisses à savon munies d'ailes, on en fera certainement un grand usage commercial.

La maison Fouga, sous l'impulsion des créateurs Castello et Mauboussin, a créé un planeur de transport, le CM 10, capable de charger 4 000 kilos et volant correctement, car ses pères sont parmi nos meilleurs ingénieurs créateurs de planeurs.

Le ramassage en pick-up des planeurs de transport est appelé à un grand développement pratique. Le planeur peut venir se poser à vide sur un terrain exigu, une plage, un pré, et être ramassé une fois chargé par un avion en vol.

Le planeur de transport est déjà, et sera de plus en plus un précieux auxiliaire de l'aviation marchande.

LES GRANDS VOYAGES EN PLANEUR

Le record de distance en planeur, ainsi d'ailleurs que celui d'altitude, n'a pas encore dit son dernier mot.

Nous avons sur la terre et sous les cieux de l'Empire de nombreuses possibilités, lesquelles n'ont encore pas été prospectées.

Je suis persuadé, par exemple, qu'un planeur partant de Cayenne, en Guyane française, pourrait, à presque n'importe quel moment de l'année, battre tous les records de distance avec but fixé sur 1 000 à 1 200 kilomètres.

Je connais suffisamment ces régions, que j'ai briquées pendant plus de douze ans, pour être certain de ce que j'avance.

La distance pourrait se faire de Cayenne en direction de Caracas (Venezuela) en suivant la côte.

Vers 1 200 mètres, sous les cumulus qui pavent le ciel, dès sept heures du matin, un vent constant de plus de 50 kilomètres-heure longe la côte, l'alizé.

Des circonstances aérologiques analogues doivent se trouver saisonnièrement sur la côte est d'Afrique, et l'on pourrait très bien y organiser le raid Casablanca-Dakar.

Mais on pourrait faire mieux encore.

La traversée de l'Atlantique Sud en planeur libre.

C'est un vieux rêve à moi, qui a fait se moquer bien des ignorants.

Et il est pourtant réalisable.

Le parcours que j'ai étudié est le parcours Dakar-Cayenne. Plus de 4 000 kilomètres.

Je l'ai fait de bien des manières, et toujours en vélivole, examinant le ciel et ses possibilités.

J'ai fait la traversée en bateau à vapeur, en voilier, en Zeppelin, et je suis de plus en plus persuadé de la possibilité de ce raid.

La seule inspection des documents météorologiques et aérologiques rassemblés sur l'Atlantique tropical fournit d'ailleurs assez d'éléments convaincants.

La zone équatoriale de l'Atlantique est le siège d'une constante dépression entourée, pressée de chaque côté, au nord et au sud, par des zones de haute pression régnant aux environs des tropiques. D'où l'alizé qui se précipite des hautes pressions vers les basses, la partie sud donnant l'alizé sud-est, et la partie nord l'alizé nord-est.

Ces deux immenses nappes d'air, animées d'une vitesse assez considérable (en moyenne 30 à 40 kilomètres-heure) sur une largeur de plusieurs milliers de kilomètres, aboutissent à la zone des calmes équatoriaux, dans laquelle bout le « pot au noir ».

Ces deux pressions latérales se transforment en puissantes ascendances, puisqu'elles ne se pénètrent pas, ascendances accélérées par l'énorme évaporation d'eau que le soleil tropical transforme en nuages de grains.

On doit certainement pouvoir longer cette zone en profitant et des ascendances, et du courant aérien vers l'ouest.

On le fera certainement un jour.

Malheureusement, le cadre de ce petit livre ne permet pas de développer cette étude, et je ne peux qu'affirmer ma foi dans cette future réalisation.

LE PLANEUR ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Mon ami l'ingénieur Jarlaud, auquel le vol à voile français doit tant qu'on pourrait l'en appeler le père, ne m'en voudra pas si je mets ici en guise de post-face son rapport au Congrès de l'Aviation de 1947 sur le planeur auxiliaire de la recherche scientifique.

Vous verrez là que le rôle du planeur ne se borne pas à faire joujou, et qu'en dehors de ses qualités éducatives la science en attend beaucoup.

Et j'espère que vous serez de ceux-là qui élèveront notre sport à la gloire qui l'attend dans toutes les branches de son activité, parce que vous êtes jeunes, parce que vous avez la foi.

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

En France, l'utilisation du planeur a rarement dépassé le domaine sportif. La dernière guerre nous a prouvé que celui-ci avait un intérêt utilitaire certain avec les planeurs de transport de troupes. Le planeur cargo prendra fort probablement une place importante dans la technique des transports aériens. Mais il est un autre domaine dans lequel il doit pouvoir trouver de très larges applications, c'est le domaine scientifique, et nous sommes malheureusement bien obligés de reconnaître que ce sont des savants allemands qui ont ouvert la voie.

Ces applications concernent, d'une part, plus spécialement la physique générale dans tous les problèmes qui les lient à la physique de l'atmosphère, et, en particulier, à la météorologie, l'aérologie et l'électricité atmosphérique, et, d'autre part, l'aérodynamique. Mais d'autres problèmes, comme la mesure du rayonnement cos-

mique en altitude, trouveront fort probablement dans le planeur un excellent moyen d'expérimentation.

Le ballon-sonde, le ballon libre tel qu'il a été utilisé par le professeur Picard, l'avion peuvent évidemment servir à des fins analogues. Mais le planeur présente de nombreux avantages.

Si nous le comparons à l'avion :

1° Il a généralement une gamme de vitesse beaucoup plus importante (le planeur DFS 230, par exemple, peut être utilisé de 60 à 220 kilomètres).

2° Il permet l'installation d'instruments très sensibles du fait de l'absence à peu près complète de toute vibration.

3° Il n'a pas, du fait même de sa construction en bois et de l'absence des moteurs et de leurs aménagements, de charge électrique suffisamment grande et variable pour former un champ électrique pouvant gêner des mesures correctes dans l'air ambiant.

4° Le danger d'incendie étant très restreint, il permet de faire certaines expériences en vol qui seraient très dangereuses à proximité d'un moteur et de son carburant.

Par rapport au ballon libre, le planeur a tout particulièrement les avantages suivants :

1° La mise en œuvre d'une ascension en ballon libre est beaucoup plus onéreuse et plus complexe que celle d'un vol de planeur.

2° Pour les recherches concernant l'électricité atmosphérique, il n'y a pas de déformations importantes des surfaces équipotentielles électriques du fait du planeur ; en effet, le rapport $\frac{\text{hauteur}}{\text{longueur}}$ du planeur est de 1/8, tandis que celui du ballon est d'environ 2.

Nous répondrons immédiatement à une objection qui vient à l'esprit. La ballon a atteint des altitudes de plus de 20 000 mètres, l'avion monte facilement à 12 000 mètres, à la volonté du pilote. Est-il possible de réaliser de telles performances avec un planeur ?

Cet argument aurait été valable il y a quelques années, il n'en est plus rien aujourd'hui, grâce, d'une part, à la pratique du vol remorqué et, d'autre part, à l'utilisation des ascendances des ondes stationnaires de l'atmosphère, ou des ascendances dans les cumulonimbus.

Il a été, en effet, possible de transporter, grâce au vol remorqué, des planeurs tels que le DFS 230, qui peut emporter une charge utile de 1 000 kilos, jusqu'à 12 000 mètres.

Mais il est aussi possible au planeur d'atteindre des altitudes

analogues par ses propres moyens. En 1942, le pilote Ziller du DFS est monté à près de 12 000 mètres avec un planeur Kranich biplace de sport, et, s'il n'a pas continué à gagner de l'altitude, c'est simplement parce que son installation d'alimentation d'oxygène devenait déficiente et qu'il eût fallu que son planeur soit muni d'une cabine étanche.

Les travaux du professeur Georgii, directeur de l'Institut de Recherches pour le vol à voile (D. F. S.) et du Service des Recherches du ministère de l'Air allemand, ont prouvé qu'il était possible à un planeur muni de cabine étanche d'atteindre l'altitude de 20 000 mètres, et ceci assez fréquemment par vent de Föhn dans les régions alpestres de l'Autriche et de la Bavière. Des conditions analogues, quoique moins favorables, doivent se rencontrer sûrement dans les Alpes françaises et derrière les Pyrénées. Nous citerons, pour vous en convaincre, que déjà de nombreux élèves pilotes français montent couramment à 5 000 mètres à Saint-Auban-sur-Durance et sont obligés de quitter l'ascendance par manque d'aménagements spéciaux de leurs appareils.

Nous estimons qu'en aménageant un planeur à cabine étanche, ce qui a déjà été fait avec plein succès, il sera possible d'atteindre assez couramment des altitudes de plus de 15 000 mètres, soit en vol remorqué, soit même par ses propres moyens, et d'effectuer des vols assez prolongés à ces altitudes.

Nous pensons qu'il n'y a pas de meilleur moyen pour prouver le bien-fondé de ces considérations générales que de donner quelques exemples de recherches déjà faites avec des planeurs dans certains domaines qui semblent être particulièrement bien adaptés à ce mode d'expérimentation.

- a. Recherches sur l'écoulement de l'atmosphère ;
- b. Recherches sur la physique atmosphérique ;
- c. Recherches d'ordre aérodynamique.

II. — RECHERCHES SUR L'ÉCOULEMENT DE L'ATMOSPHÈRE

Ce domaine, qui est celui de l'aérologie, est d'une importance très grande pour la sécurité du transport aérien.

Outre quelques mesures, faites à l'aide de cerfs-volants, de ballons-sondes, ou ballons libres montés, c'est grâce aux multiples vols en

planeur que l'on a pu déterminer les lois de l'écoulement de l'atmosphère autour des obstacles naturels, et, en particulier, des montagnes.

La détermination de la trajectoire du planeur et la connaissance de sa vitesse verticale de descente planée permettent de mesurer avec assez d'exactitude les composantes verticales de l'écoulement de l'air autour du relief terrestre. Si, pour la pratique du vol à voile, d'une part, et la sécurité et l'économie des transports aériens, d'autre part, il est très intéressant de connaître les zones ascendantes, la détermination et la mesure des vitesses des zones descendantes est d'une importance encore plus grande pour la sécurité du vol. Il nous serait très facile de citer de nombreux exemples d'accidents dus à la méconnaissance presque totale par les pilotes des notions élémentaires d'aérologie. Aujourd'hui, aucun pilote ne risquerait de faire un assez long voyage sans demander une couverture météorologique, mais bien souvent il navigue sans se soucier des conditions locales aérologiques.

Les recherches concernant l'écoulement de l'atmosphère libre sont encore plus importantes. Il s'agit là de l'écoulement influencé par l'action de l'échauffement et du refroidissement de l'atmosphère, c'est-à-dire des mouvements verticaux thermiques.

Nos connaissances à ce sujet sont les résultats les plus nouveaux et les plus importants de la recherche aérologique durant les vingt dernières années, et leur développement est absolument parallèle à celui du vol à voile.

Les mesures d'ascendances verticales atteignant de 10 à 30 mètres-seconde dans les cumulo-nimbus ont non seulement servi à la pratique sportive du vol d'altitude en planeur, mais elles sont à la base du calcul des charges sur l'avion sous l'effet des rafales de vent.

L'utilisation des recherches hydrodynamiques et aérodynamiques à l'écoulement de l'atmosphère fut trop longtemps négligée par suite du manque de moyens de mesure. Le planeur est venu combler cette lacune.

Par exemple, le phénomène bien connu d'ondes stationnaires qui se forment derrière un obstacle dans un canal hydrodynamique n'avait pas été, jusqu'à ces dernières années, mis en évidence dans l'atmosphère libre.

Le vol à voile a découvert le phénomène avec toutes ses variations dans l'écoulement de l'air influencé par l'obstacle offert par les montagnes.

Les oscillations stationnaires de l'atmosphère s'étendant sur des couches d'air d'une grande extension verticale ont eu déjà pour conséquence, pour le vol à voile sportif, des progrès surprenants. Bien que les recherches les concernant ne soient qu'à leur début, elles ouvrent des horizons tout à fait nouveaux, et ce sont elles qui doivent permettre au planeur laboratoire d'atteindre et de voler facilement dans la stratosphère.

D'ailleurs, des phénomènes analogues sont observés sans la présence d'obstacle et sont déclenchés par des variations importantes en altitude de la vitesse ou de la direction du vent. Il y a là, dans ce domaine encore neuf, bien des recherches systématiques à faire.

III. — RECHERCHES SUR LA PHYSIQUE DE L'ATMOSPHERE

a. L'électricité atmosphérique.

Les mesures systématiques sur l'électricité atmosphérique sont presque inexistantes. Les difficultés — que nous avons indiquées plus haut — rencontrées dans l'utilisation du ballon libre et de l'avion en sont les raisons. Le planeur, au contraire, semble devoir très bien convenir à ce genre de travail.

Les problèmes qui peuvent être résolus dans ce domaine sont les suivants :

- 1° Détermination du gradient de potentiel électrique ;
- 2° Mesure de la conductibilité électrique ;
- 3° Charge électrique des nuages.

La DFS a aménagé à cet effet un planeur transport de troupes, le DFS 230. Il comportait une sonde à radiothorium destinée à mesurer la chute de potentiel électrique et un condensateur d'ions avec électromètre destinés à déterminer la conductibilité.

Le gradient de potentiel électrique, de 105 volts-mètre au sol, diminue jusqu'à 25 volts à 1 500 mètres. Entre 2 000 et 3 000 mètres, altitude correspondant au sommet des cumulus, on remarque une augmentation de 40-70 volts-mètre. Jusqu'à 7 000 mètres, le champ s'affaïsse à 15 volts-mètre. Le maximum de + 900 volts-mètre à la base des cirrus est très remarquable. Deux autres sondages

atteignant aussi la base des cirrus ont donné des résultats semblables avec un champ électrique de + 850 volts-mètre.

On peut également se livrer à des mesures du champ électrique et de la conductibilité, et ainsi étudier l'augmentation très importante de conductibilité due à la présence de cumulus.

Des vols analogues faits dans des nuages (des planeurs de sport ont atteint dans les cumulo-nimbus des altitudes de plus de 7 000 mètres) permettraient sans doute de déterminer la charge électrique des nuages et contribueraient ainsi à clarifier les deux théories les plus importantes de l'électricité des orages, celles de G. L. Simpson et de C. T. R. Wilson.

Il serait sans doute possible aussi de donner des éclaircissements au problème fondamental du maintien de la charge négative de la terre.

Toutes ces recherches sur l'électricité atmosphérique sont d'une très grande importance pour la radio en général, et plus particulièrement la radio aéronautique.

b. Recherches sur la physique des nuages.

L'utilisation du laboratoire volant qu'est le planeur doit nous apporter bien des éclaircissements sur certaines questions, telles que, par exemple :

- 1° La visibilité dans les nuages ;
- 2° La teneur en eau des nuages ;
- 3° Les phases de l'eau : vapeur, eau, glace.

1° Mesure de la visibilité dans les nuages.

Les mesures de visibilité dans les nuages peuvent s'effectuer à l'aide d'une photo-cellule.

Le courant de la photo-cellule est d'autant plus faible que la lumière est plus diffusée.

La méthode est aussi applicable pour déterminer la perméabilité des nuages à des rayons d'une longueur d'onde bien définie, par exemple les radiations infra-rouges, problème dont l'intérêt est des plus importants pour la photographie aérienne.

2° Mesure de la teneur en eau dans les nuages.

La mesure de la teneur en eau des nuages peut être faite en

combinant la mesure de la visibilité définie plus haut et celle de la dimension du rayon des gouttes d'eau par une méthode de microphotographie.

3° La phase : vapeur, eau, glace.

Un des problèmes les plus importants que l'on ait commencé à étudier à l'aide du planeur, en corrélation avec celui de la physique des nuages, est celui de la transformation de la vapeur d'eau en glace.

On a tout d'abord étudié ce problème en observant des filets de condensation derrière un avion volant à grande altitude, les observations étant faites d'un planeur remorqué par l'avion. On a découvert que ces filets sont d'abord formés par des gouttes d'eau qui ne se congèlent que quelques instants après.

On n'observe pas de sublimation de vapeur en glace, quoique l'on ait mesuré dans ces expériences des températures de -45° . Des recherches théoriques ont montré que l'énergie pour la formation d'un noyau de condensation est moindre que celle d'un noyau de congélation jusqu'à une température de -72° . C'est pourquoi on ne peut pas observer de sublimation primaire jusqu'à cette température, que l'on peut considérer comme un deuxième point triple de l'eau.

Ces considérations, complétées par des recherches dans les laboratoires (professeur Regener) et des observations et mesures faites en planeur, ont montré que la sublimation se produisait plus facilement à certaines températures qu'à d'autres, et ceci en fonction de l'altitude (0° , -12° , -20° , -50°), et que, par exemple, les cristaux formés en dessous de -50° étaient de forme cubique, tandis qu'ils étaient hexagonaux pour des températures plus grandes.

Nous avons insisté quelque peu sur cette question, car la physique générale se trouve directement intéressée par ces phénomènes, et, d'autre part, leur connaissance est d'une importance considérable pour le problème du givrage.

c. Recherches sur le rayonnement cosmique.

Ce n'est pas notre rôle de préciser l'intérêt des recherches du rayonnement cosmique en fonction de l'altitude.

Les mesures faites dans les laboratoires de haute montagne,

l'utilisation de ballons-sondes (travaux de Compton à l'Université de Chicago), les ascensions du professeur Picard, d'Anderson et de Stevens avec l'Explorer II sont connues de tous les physiciens. Aucune expérience analogue n'a été faite avec des planeurs ; nous sommes convaincus que leur utilisation rendrait d'immenses services dans ce domaine, grâce, comme nous l'avons indiqué plus haut, aux possibilités de mesures précises que ne permet pas l'avion et à ses possibilités d'ascensions plus pratiques que celles du ballon libre.

IV. — RECHERCHES AÉRODYNAMIQUES

Nous avons voulu montrer, dans ce rapport, l'intérêt du planeur pour les recherches extra-aéronautiques, et, en particulier, pour les recherches physiques. Cependant, nous ne voudrions pas terminer sans montrer que le planeur peut apporter une large contribution à la science de base de l'aéronautique : l'aérodynamique.

Quels sont alors les avantages du planeur ?

1° Par rapport à l'avion, il permet d'éliminer le souffle d'hélice et tout ce qu'il comporte de trouble sur la polaire et la couche limite, d'une part, et sur la stabilité du planeur, d'autre part.

L'absence complète de vibrations, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, permet de faire des mesures d'une plus grande précision.

2° Dans ces conditions, le planeur permet de faire des mesures en atmosphère libre, ayant un écoulement quasi laminaire, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des souffleries.

3° Les essais peuvent être effectués à des nombres de Reynolds beaucoup plus élevés, les dimensions de la maquette et la vitesse de l'écoulement étant plus limitées en soufflerie qu'en vol.

Il est aussi un autre intérêt du planeur qui n'est pas scientifique, mais d'ordre technique. Mais, comme ces problèmes sont bien souvent intimement liés, il nous paraît utile de le mentionner : c'est l'utilisation du planeur comme maquette volante et prototype d'un avion de formule nouvelle.

CONCLUSIONS

Nous espérons avoir, par ce court exposé, montré les avantages que les recherches scientifiques peuvent tirer de l'utilisation du

planeur en tant que laboratoire volant, et nous regrettons vivement de n'avoir pu trouver nos exemples que dans les travaux qui ont été réalisés à l'Institut allemand de Recherches pour le vol à voile.

Il serait cependant regrettable que les chercheurs français négligent une méthode qui semble devoir être fructueuse.

Le vol à voile français a pris techniquement et sportivement une place très importante dans le monde, et les progrès qu'il a faits depuis la Libération font bien augurer de son avenir.

Mais il serait bon qu'il ne cantonnât pas son activité dans le seul domaine du sport et de la formation aéronautique de la jeunesse française. Il justifierait encore mieux son intérêt s'il lui était possible d'apporter un concours, aussi modeste qu'il soit, à la science française, et je suis convaincu que les techniciens français du vol à voile et les pilotes de planeurs seraient très honorés si celle-ci faisait appel à eux, et, personnellement, je serais particulièrement heureux si ce modeste exposé pouvait susciter cette collaboration de la science, de la technique et du sport.

Raymond JARLAUD.

CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES PLANEURS FRANÇAIS

BIPLACE TANDEM

CASTEL 242

Surface	21 ^{m²} ,75
Envergure	18 m.
Allongement	14,9
Longueur	8 m.
Hauteur maximum	2 ^m ,18
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	258 kg.
Poids en charge	432 —
Charge au mètre carré	20 —
Finesse	21,6
Vitesse de descente verticale	0 ^m ,80
Vitesse à finesse maximum	68 km.-h.
Vitesse à vitesse de chute minimum	58 km.-h.
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	1 ^m ,95
Atterrisseur : patin et train à deux roues largables.	

BIPLACE COTE A COTE

CAUDRON C 800

Surface	22 m²
Envergure	16 m.
Allongement	11,5
Longueur	8 ^m ,400
Hauteur maximum	1 ^m ,66
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	240 kg.
Poids en charge	440 —
Charge au mètre carré	20 —
Finesse	19
Vitesse de descente verticale	0 ^m ,84

LE VOL A VOILE

Vitesse à finesse maximum	72 km.-h.
Vitesse à vitesse de chute minimum	65 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	1 ^m ,900
Atterrisseur : patin et roulette.	

BIPLACE COTE A COTE

CASTEL-MAUBOUSSIN C 25 S

Surface	20 m²
Envergure	16 m.
Allongement	12,8
Longueur	7 ^m ,30
Hauteur maximum	2 ^m ,30
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	256 kg.
Poids en charge	430 —
Charge au mètre carré	21 ^{kg} ,5
Charge au mètre carré en monoplace	17 kg.
Finesse	22
Vitesse minimum de descente verticale	0 ^m ,80
Vitesse à finesse maximum	68 km.-h.
Vitesse à la vitesse de chute minimum	58 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	1 ^m ,70
Atterrisseur : roue et patin.	

MONOPLACE D'ENTRAINEMENT

CASTEL-MAUBOUSSIN type C 301 S

Surface	14 ^{m²} ,66
Envergure	12 ^m ,280
Allongement	10,5
Longueur	6 ^m ,20
Hauteur maximum	1 ^m ,78
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	140 kg.
Poids en charge	218 —
Charge au mètre carré	15 ^{kg} ,500
Finesse	18
Vitesse de descente verticale	0 ^m ,90
Vitesse à finesse maximum	59 km.-h.
Vitesse à la vitesse de chute minimum	50 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	2 ^m ,70
Atterrisseur : patin avec amortisseurs caoutchouc.	

CARACTÉRISTIQUES DE QUELQUES PLANEURS FRANÇAIS

MONOPLACE D'ENTRAINEMENT

ÉMOUCHET S A 103

Surface	16 ^{m²} ,50
Envergure	12 ^m ,48
Allongement	9,5
Longueur	6 ^m ,66
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	123 kg.
Poids en charge	219 —
Charge au mètre carré	13 ^{kg} ,200
Finesse	17,2
Vitesse de descente verticale	0 ^m ,88
Vitesse à finesse maximum	59 km.-h.
Vitesse à vitesse de chute minimum	51 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	2 ^m ,60
Atterrisseur : patin et amortisseurs caoutchouc.	

MONOPLACE DE SEMI-PERFORMANCE

CASTEL-MAUBOUSSIN C 310 P

Surface	14 ^{m²} ,70
Envergure	14 m.
Allongement	13,3
Longueur	6 ^m ,20
Hauteur maximum	1 ^m ,88
Coefficient de sécurité	9
Poids à vide	160 kg.
Poids en charge	250 —
Charge au mètre carré	17 —
Finesse	22
Vitesse de descente verticale	0 ^m ,70
Vitesse à finesse maximum	60 km.-h.
Vitesse à vitesse de chute minimum	52 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	2 ^m ,20
Atterrisseur : patin avec amortisseurs caoutchouc.	

MONOPLACE DE PERFORMANCE

AILE VOLANTE FAUVEL AV 17

Surface	17 ^{m²} ,30
Envergure	15 m.
Allongement	13
Longueur	4 ^m ,75
Hauteur maximum	2 m.

LE VOL A VOILE

Coefficient de sécurité	12
Poids à vide.	195 kg.
Poids en charge	280 —
Charge au mètre carré	15 ^{kg} ,700
Finesse.	28
Vitesse de descente verticale.	0 ^m ,60
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h., au poids total de 355 kg.	1 ^m ,08

MONOPLACE DE PERFORMANCE

AIR 100

Surface.	18 m ²
Envergure	18 m.
Allongement	18
Longueur.	7 ^m ,95
Coefficient de sécurité	12
Poids à vide.	215 kg.
Poids en charge	310 —
Charge au mètre carré	17 ^{kg} ,200
Finesse.	29
Vitesse de descente verticale.	0 ^m ,54
Vitesse à finesse maximum	62 km.-h.
Vitesse à vitesse de chute minimum.	55 —
Vitesse de descente verticale à 100 km.-h.	1 ^m ,50
Atterrisseur : patin et roulette.	

PLANEUR DE CHARGE

CASTEL-MAUBOUSSIN C M 10

Surface.	72 m ²
Envergure	26 ^m ,69
Allongement	10
Longueur.	17 ^m ,90
Hauteur	5 ^m ,85
Poids à vide.	3 750 kg.
Poids en charge	7 250 —
Volume de soute.	32 m ³
Charge au mètre carré	100 kg.
Vitesse d'atterrissage.	75 km.-h.
Vitesse de remorquage	170 —

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.	7
Historique sommaire	9
Les records.	14
Doctrine du vol à voile français	22
Le recrutement.	32
Le vol à voile, école de début	33
Un peu de maths	36
Stabilité du planeur.	48
Les conditions d'emploi du planeur	51
Les appareils de bord	63
Apprentissage du pilotage	73
Encore des maths	113
Notions d'équilibre de l'atmosphère. Stabilité. Instabilité	122
Frontologie	136
L'ascendance dynamique ou de pente	146
L'ascendance thermique et son utilisation.	153
Quelques autres instruments de navigation et de pilotage.	164
P. S. V.	170
Conseils pour le premier voyage.	183
Les brevets de performance	186
Quelques conseils d'hygiène	190
Le parachute	193
Entretien des planeurs	195
Les motoplaneurs.	196
Les planeurs de transport.	197
Les grands voyages en planeur	198
Le planeur et la recherche scientifique.	200
Caractéristiques de quelques planeurs français.	209

Imp. CRÉTÉ, Corbeil. — C. O. L. 31-1631
4-1948. — Dépôt légal, 2^e trimestre 1948
Flammarion et C^{ie}, éditeurs (N^o 1060).
N^o d'impression 7113

collection

SPORTS ET TOURISME

Déjà parus

MONIQUE BERLIOUX
LA NATATION

RAYMOND HUTTIER
LE CYCLISME

CHARLES LEYGUES
LE CANOE

RAYMOND SIRRETTA
LE VOL A VOILE

Sixième mille

Prix : 290 francs