MODE D'EMPLOI

POOLEYS

AVIAT

610 • 613 • 617 • 618

AVIATJET

647

Entretien et réglage des computeurs AV'AT et AVIATJET

Précieux auxiliaire de navigation, le computeur AVIAT demande à être traité avec soin. Ne laissez jamais des corps étrangers s'incruster dans les échelles et évitez de rayer les surfaces; la précision de la lecture en souffrirait. L'espace sous le disque mobile et sous le curseur est nettoyé facilement à l'aide d'un papier soyeux ou d'un chiffon mince. En cas de besoin, on peut démonter le computeur; mais dans toute la mesure du possible, on essaye de s'abstenir, car l'assemblage doit aller de pair avec un réajustement long et pénible.

Si la rose des vents du verso des computeurs 613, 617, 618 et 647 se coince ou prend trop de jeu, on desserre les quatre vis, pour procéder au réglage.

Le computeur AVIAT ne doit jamais être exposé à la chaleur, notamment aux rayons du soleil qui pénètrent dans la carlingue; car il risque de se déformer au-dessus de 60° C. Les détériorations de ce genre ne sont pas couvertes par la garantie.

Pooleys Flight Equipment Limited
Elstree Aerodrome, Hertfordshire WD6 3AW
T: +44(0)20 8953 4870 F: +444(0)20 8953 2512
W: www.pooleys.com E: sales@pooleys.com

Effet du vent Z_n

Le déplacement latéral de l'appareil, dû au vent, exprimé en NM, entre deux mesures de D.

Facteur D

Différence entre l'altitude absolue et l'altitude pression.

Gisement du vent W_p

Angle constitué par la direction du vent et le cap vrai.

Isohypses

Lignes d'égales pressions à altitudes données, comparables aux lignes d'altitudes des cartes topographiques, chaque ligne couvrant un champ de 200 pieds en altitude.

Nombre de Mach

Rapport entre la vitesse propre et la vitesse du son.

Navigation isobarique

Navigation basée sur l'état du champ de pression le long de la route suivie par l'avion. Ses applications pratiques sont la route de temps minimum, la route à cap constant, l'effet du vent traversier, la route à dérive constante et le calcul de la dérive à partir de l'altitude absolue (sonde radio-altimétrique) et de l'altitude pression, entre deux points de mesure.

Routes

a) Route vraie R_v (True Track = T.T.; True Course = T.C.)

Angle constitué par le Nord et la direction de l'avion sur le sol.
Egalement route projetée (Required Track = R.T.)

b) Route suivie (Track Made Good = T.M.G.)

Route effectivement suivie par l'avion au-dessus du sol.

Vent géostrophique

Le vent déterminé à partir de la direction et de l'espacement des isohypses de la carte météorologique.

Vitesses

a) I.A.S. — Vitesse indiquée V_e

Vitesse indiqué par l'anémomètre; elle est entachée de l'erreur instrumentale.

b) R.A.S. / C.A.S. — Vitesse corrigée V_c

Vitesse corrigée des erreurs instrumentale et mécanique (position du badin).

c) T.A.S. — Vitesse propre V_p

Vitesse de l'avion par rapport à la masse d'air environnante. Elle est déterminée par l'application à la vitesse corrigée V_c des corrections de densité (compressibilité) et de température.

d) E.T.A.S. — Vitesse propre effective V_{pe}

Vitesse utilisée en navigation isobarique pour la détermination de l'effet du vent latéral (en NM) lors d'un changement de cap entre deux réglages de l'altimètre. On mesure d'abord la distance air parcourue entre la position sol du premier réglage et la position air du second réglage. La vitesse propre effective est trouvée à l'aide du temps de vol entre les deux points de mesure.

e) G.S. — Vitesse sol V_s

Vitesse horaire de l'avion par rapport au sol.

13. Glossaire

Altitudes

a) Altitude absolue Z_a

Altitude exacte de l'appareil au-dessus du sol survolé.

b) Altitude densité Z_d

Altitude à laquelle — en atmosphère standard — règne la densité du niveau de vol.

c) Altitude pression Z_p

Altitude à laquelle — en atmosphère standard — règne la pression du niveau de vol. Cette altitude est indiquée par l'altimètre lorsque celui-ci est réglé sur 1013,2 millibar ou 29,92 in.

d) Altitude QNH

Altitude indiquée par l'altimètre lorsque celui-ci est réglé sur la valeur du QNH.

e) Altitude vraie Z_v

Altitude exacte au-dessus d'un niveau de référence
(niveau de la mer NN ou niveau moyen des mers A.M.S.L.).

Angle au vent W_a

Angle constitué par la direction d'où vient le vent et la route vraie.

Caps

a) Cap vrai C_v (T.H.)

Angle constitué par le Nord et l'axe longitudinal de l'avion.

b) Cap magnétique C_m (M.H.)

Angle constitué par le Nord magnétique et l'axe longitudinal de l'avion. La différence angulaire entre le cap magnétique et le cap vrai est connue sous le nom de déclinaison.

c) Cap compas C_c (C.H.)

Angle constitué par le Nord du compas de bord et l'axe longitudinal de l'avion. La différence angulaire entre le cap magnétique et le cap compas est connue sous le nom de déviation; elle est occasionnée par l'influence de champs magnétiques parasitaires.

Composante de vent debout ou arrière

Le facteur de la vitesse du vent agissant dans la direction de vol.

Composante de vent traversier C_n

Le facteur de la vitesse du vent agissant perpendiculairement à la direction de vol.

Compressibilité, erreur de la

Erreur provoquée par le fait que l'air est un gaz compressible. Cette erreur atteint des valeurs appréciables, et doit être corrigée, à partir de vitesses dépassant 200 kt ou 400 km/h.

Dérive (Drift)

La dérive x est constituée par l'angle entre le cap vrai et la route vraie. A une dérive positive correspond un angle de correction identique mais négatif (W.C.A.).

Table des matières

1. Avant-propos 4
2. Les échelles 4
3. Calculs élémentaires 9
   3.1 La lecture des échelles 9
   3.2 La multiplication 10
   3.3 La division 10
   3.4 Multiplication et division combinées 10
   3.5 Proportions (rapports) 10
4. Conversion des unités métriques en unités anglo-américaines et vice-versa 11
   4.1 Conversion des mesures de longueur 11
   4.2 Conversion des mesures de capacité 12
   4.3 Conversion de capacités en poids 12
5. Conversion de temps et de vitesses 13
   5.1 Conversion de temps 13
   5.2 Conversion de vitesses 13
6. Calculs de distance — temps — vitesse 13
   6.1 Détermination du temps de montée, de descente et des vitesses ascensionnelle et descencionnelle 13
   6.2 Distance — vitesse sol — temps de vol 14
7. Calculs de consommation 16
8. Navigation isobarique (Pressure Pattern Flying) 17
   8.1 Détermination de la composante de vent traversier C_n au moyen de mesures de différence d'altitude 17
   8.2 Détermination de l'effet du vent Z_n entre deux points de mesure 18
   8.3 Calcul de la dérive avec C_n et Z_n 19
9. Calculs de la vitesse par rapport à l'air 19
   9.1 Avec -AVIAT · 610 · 613 · 615 · 617 · 618 19
   9.1.1 Détermination de la vitesse propre (T.A.S.) 19
   9.1.2 Détermination de la vitesse corrigée (R.A.S.) 20
   9.1.3 Correction de l'erreur de compressibilité 20
   9.1.4 Calcul de la vitesse du son et du nombre de Mach 21
   9.2 Calculs de vitesse avec -AVIATJET 647 22
   9.2.1 Calcul de la vitesse propre (T.A.S.) 22
10. Calculs d'altitude 23
   10.1 Détermination de l'altitude vraie 23
   10.2 Détermination de l'altitude densité (Density Altitude) 23
11. Résolution graphique des triangles avec les compuleurs -AVIAT 613 · 617 · 618 · 647 24
   11.1 Triangles des vitesses 24
   11.2 Calcul de l'écart est-ouest 36
   11.3 Calcul de la demi-convergence (Correction de Givry) 36
12. Résolution trigonométrique des triangles avec les compuleurs -AVIAT 610 · 615 . 37
   12.1 Calculs trigonométriques élémentaires 37
   12.2 Problèmes de triangles des vitesses 38
   12.3 Calcul de l'écart est-ouest 44
   12.4 Calcul de la demi-convergence (Correction de Givry) 44
   12.5 Calcul du relèvement vrai 45
13. Glossaire 46

1. Avant-propos

Les divers compuleurs de navigation -AVIAT sont des instruments universels, permettant d'effectuer la plupart des calculs qui se présentent dans la navigation aérienne. Dérivés des instruments connus autrefois sous le nom de calculateurs trigonométriques, système Knemeyer, ces compuleurs font face à tous les besoins de l'aviation internationale; les divers modèles AVIAT se distinguent par leur mode de calcul des triangles de vitesse; quant à l'AVIATJET, il offre une autre approche pour les calculs de la vitesse.

Ainsi, avec les compuleurs -AVIAT 613, 617, 618 et avec l'AVIATJET, ces calculs sont résolus graphiquement, alors que les AVIAT 610 et 615 procèdent par la définition de sinus.

Tous les compuleurs de navigation aérienne ont la même face avant; elle n'est donc décrite qu'une fois. Seul l' -AVIATJET a une autre disposition des échelles pour le calcul de la vitesse propre (T.A.S.), compte tenu de la compressibilité de l'air.

AVIAT est une version réduite du 615; le modèle 617 de son côté est offert comme modèle de poche sous le No. réf. 613.

En plus des calculs usuels de distance-temps-vitesse, de la consommation et des triangles des vitesses, les échelles des compuleurs AVIAT et AVIATJET permettent la conversion, en lecture directe, des unités de mesure métriques en unités anglo-américaines et vice versa, ainsi que la transformation des mesures de capacité en masses, compte tenu du poids spécifique. Enfin, des échelles spéciales servent à la détermination de la vitesse propre, de l'altitude vraie, de l'altitude densité, de la vitesse du son et du nombre de Mach, ainsi qu'aux calculs de la navigation isobarique.

Compte tenu des exigences de l'aviation civile internationale qui préconise l'anglais comme langue véhiculaire dans le cadre de l'ICAO, les échelles portent les abbréviations et symboles anglais.

2. Les échelles

L' -AVIAT est un compuleur circulaire dont les échelles sont disposées concentriquement. De part et d'autre d'un disque en matière plastique blanche, portant des échelles fixes, sont aménagés des disques transparents mobiles, portant d'autres échelles. Pour faciliter l'utilisation, et pour plus de clarté, les échelles sont gravées en différentes couleurs. Des curseurs transparents avec des repères rendent la lecture plus aisée, notamment pour l'estimation des valeurs situées dans les intervalles des graduations.

Le recto (fig. 1 et 1b) porte les échelles suivantes, en commençant par l'extérieur:

Sur l'anneau extérieur fixe

(a) Deux courtes échelles de densité, marquées Sp. G., allant de 0,65 à 0,95, permettent — pour le carburant et l'huile — la conversion des unités de capacité (litres, gallons imp., gallons U. S.) en unités de masse (kg et lb). Les flèches marquées kg et lb indiquent les échelles permettant la conversion kg ⟷ lb.

(b) Une échelle circulaire logarithmique décimale, marquée DISTANCE (T.A.S.) et (T.ALT.). Elle porte en plus des repères permettant la conversion

kilomètres (km)	⟷ milles nautiques (NAUT. M.)	⟷ milles terrestres (STAT. M.)	(rouge)
mètres (m)	⟷ yards (YARDS)	⟷ pieds (FEET)	(noir)
litres (Ltr.)	⟷ gallons imp. (IMP. GAL.)	⟷ gallons U. S. (U.S. GAL.)	(bleu)

Exemple:

Position de l'émetteur = 51° N, 8° W.

Position de l'appareil = 53° N, 4° E.

Différence de longitude = 12°
(demi-différence = 6°).

Latitude moyenne = 52°.

Résultat: $\alpha = 4{,}7°$.

Fig. 82

12.5 Calcul du relèvement vrai

On connaît: Le gisement et le cap vrai.

On cherche: Le relèvement de l'émetteur à partir de l'appareil,
le relèvement de l'appareil à partir de l'émetteur.

Mise au point: Amener le cap vrai C_v (rose des vents) en face du repère figurant un avion. Placer ensuite l'index du double curseur sur l'angle de gisement dans l'échelle intérieure noire, graduée de 0 à 360°.

Lecture: Lire le relèvement de l'émetteur sous l'index du curseur, en regard du gisement; le relèvement de l'avion apparaît à l'opposé, également sur la rose des vents extérieure.

Exemple: Gisement = 234°.
Cap vrai = 78°.

Résultat: Relèvement vrai de l'émetteur = 312°.
Relèvement vrai de l'appareil = 132°.

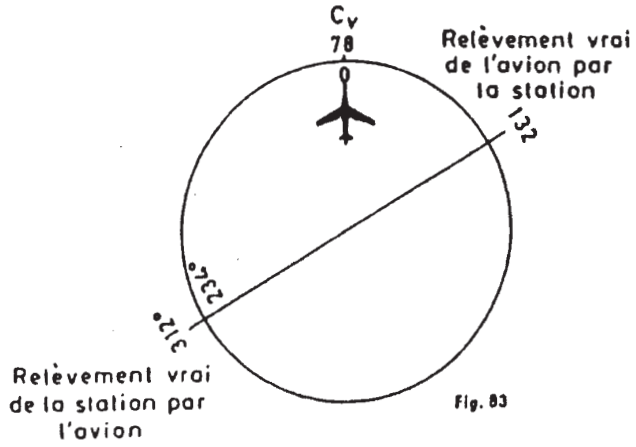

Fig. 83

Exemple 1:

On connaît: $C_n = +29$ kt.
$V_t = 205$ kt.

On cherche: La dérive x.

Résultat: $x = +8°$.

Fig. 79

Exemple 2:

On connaît: L'effet du vent
$Z_n = +34$ NM.
La vitesse sol
$V_t = 210$ kt.
Le temps de vol entre les deux points de mesure = 90 min.

On cherche: La dérive x.

Fig. 80

En partant de la vitesse sol V_t, on détermine d'abord la distance couverte entre les deux points de mesure, soit 315 NM (voir chapitre 6.2.3). Ensuite, on calcule la dérive, en appliquant la définition de sinus.

Résultat: $x = +6°$.

12.3 Calcul de l'écart est-ouest

On appelle écart est-ouest la distance en NM qui sépare deux méridiens à une latitude donnée. L'écart est déterminé d'après la formule d'approximation

$$e = g \times \cos L_m$$

dans laquelle
e = l'écart est-ouest,
g = la différence de longitude (en minutes)
L_m = la latitude moyenne

Cette formule peut être écrite sous forme d'une proportion:

$$\frac{e}{\cos L_m} = \frac{g}{1} \quad \text{ou} \quad \frac{e}{\sin (90° - L_m)} = \frac{g}{\sin 90°}.$$

Exemple: Calculer l'écart est-ouest entre les méridiens 5° E et 8° E, à la latitude 54° N.

$g = 3° = 180$ min.

$90° - L_m = 90° - 54° = 36°$.

Résultat: $e = 106$ NM.

Fig. 81

12.4 Calcul de la demi-convergence (Correction de Givry)

La demi-convergence est déterminée d'après la formule d'approximation

$$\alpha = {}^1/_2 g \times \sin L_m$$

qui peut être exprimée sous forme du rapport

$$\frac{\alpha}{\sin L_m} = \frac{{}^1/_2 g}{\sin 90°}.$$

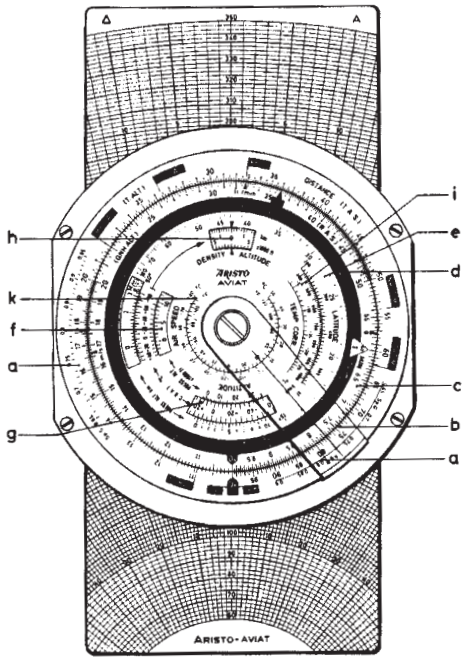

Fig. 1a Face avant · AVIAT 613 · 617 · 618

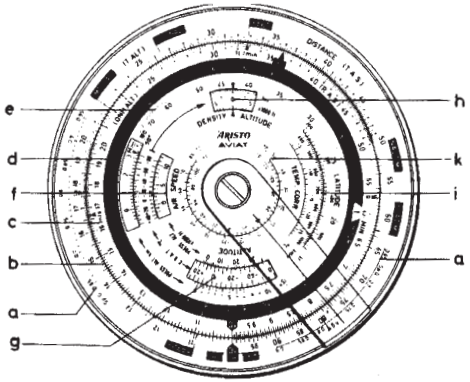

Fig. 1b Face avant · AVIAT 610 · 615

Sur le disque central mobile

(c) Une échelle logarithmique circulaire, marquée R.A.S., QNH ALT. et MIN, utilisée en combinaison avec l'échelle (b). Elle porte des repères permettant la conversion ft/min ⟷ m/sec. De même, elle sert d'échelle de temps, entre 6 et 60 minutes, en commençant par le repère horaire ⚠. En corrélation avec le repère horaire, le repère sec (36) sert à la conversion min ⟷ sec.

Le repère $\varrho = 57{,}3$ peut servir à l'occasion pour la conversion de degrés en radians; quant au repère $\pi = 3{,}14$, il facilite le calcul de la surface du cercle.

(d) Une échelle horaire (graduation blanche sur fond noir), commençant au repère horaire ⚠ de l'échelle (c) qu'elle prolonge ainsi jusqu'à 20 heures. Les minutes et les heures correspondantes se font face sur les échelles (c) et (d). Sur l'AVIATJET, des repères auxiliaires pour 11 et 12h continuent cette échelle au-delà de 10h. Le repère horaire est marqué par 60 et 10^{00} ce qui correspond à 60 minutes sur l'échelle (c) et à 10 heures sur l'échelle (d).

(e) Une échelle des sinus, marquée LATITUDE, graduée de 15 à 90°, servant à résoudre des problèmes de navigation isobarique.

(f) Deux échelles concentriques rouges, apparaissant sous deux fenêtres, marquées AIR SPEED, servant à la détermination de la vitesse propre. Entre les deux fenêtres se trouve l'échelle des températures extérieures corrigées (C.O.A.T. °C), allant de + 50 à — 80 °C. Dans la fenêtre supérieure apparait une échelle des altitudes pression (PRESS.ALT.), graduée en km de — 0,6 à + 20, alors que dans la fenêtre inférieure, nous lisons en milliers de pieds de — 2 à + 65. Les repères M (km/h) et M (kt) servent à la détermination de la vitesse du son et du nombre de Mach.

(g) Une fenêtre marquée ALTITUDE, portant des échelles bleues et permettant de résoudre des problèmes d'altitude. Sur le bord supérieur de cette fenêtre est gravée une échelle des altitudes pression, graduée en km de — 0,5 à 10,7. Les altitudes pression en milliers de pied de l'échelle inférieure vont de — 2 à + 35,2. L'étendue de ces échelles est suffisante pour toutes les hautes altitudes qui entrent pratiquement en ligne de compte et qui sont comprises entre 10,7 et 25 km ou 35000 et 80000 pieds. Dans la fenêtre apparait l'échelle des températures extérieures corrigées (C.O.A.T. °C), graduée de — 70 à + 50° C.

(h) Une fenêtre marquée DENSITY ALTITUDE, dans laquelle apparait une double échelle des altitudes, en km de — 2 à + 14,6 et en 1000 pieds de — 6 à + 48. Une flèche rouge relie cette échelle à celle des vitesses propres AIR SPEED.

Sur la partie centrale du disque mobile

(i) Une paire d'échelles marquées TEMP. CORR., servant à la correction des températures extérieures, lues à bord d'avions volant à vitesses entre 400 et 1000 km/h (200 à 550 kt).

(k) Une échelle de conversion degrés Fahrenheit ⟷ degrés Centigrades.

Particularités de l' AVIATJET

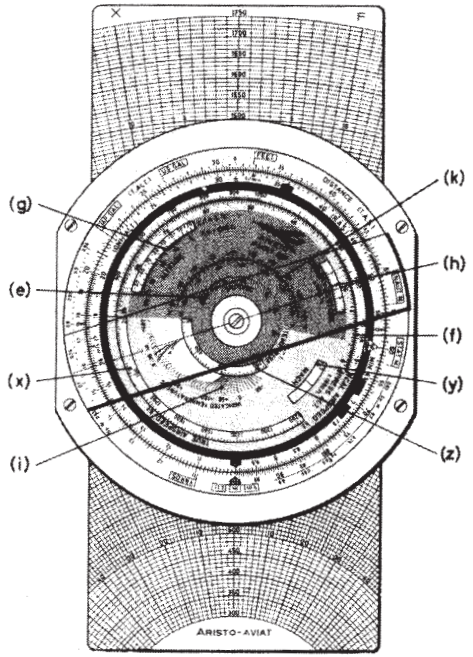

Fig. 1c Face avant de l' AVIATJET 647

Résultat:

Composante de vent traversier = 27,2 kt.

Composante de vent debout = 12,7 kt.

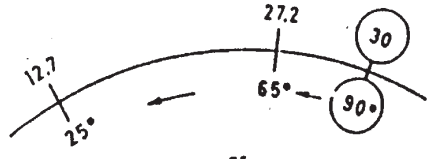

Fig. 75

Exemple 2:

Orientation de la piste = 075°.

Vent = 200°/40 kt.

Angle vent/piste (vent arrière) = 125°.

Complément de l'angle vent/piste = 35°.

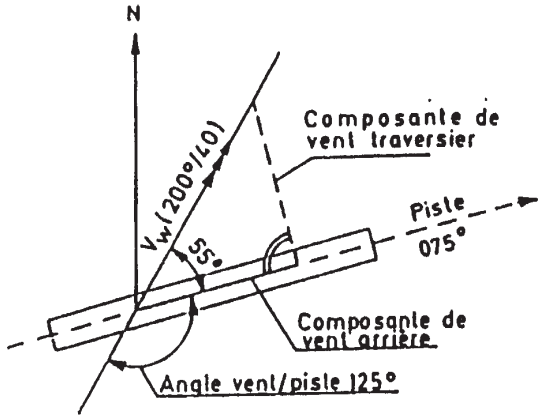

Fig. 76

Résultat:

Composante de vent traversier = 32,7 kt.

Composante de vent arrière = 23 kt.

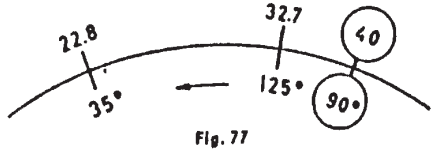

Fig. 77

12.2.6 Détermination de la dérive à partir de la composante de vent traversier C_n et de l'effet du vent Z_n (voir navigation isobarique, chapitre 8.1)

On connait: La composante de vent traversier C_n.
La vitesse sol V_s.

On cherche: La dérive x.

Comme on le voit à la fig. 78, la dérive peut être déterminée en application de la définition de sinus:

$$\frac{V_s}{\sin 90°} = \frac{C_n}{\sin x}$$

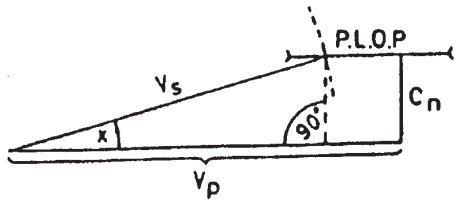

Fig. 78

Exemple:

On connaît: Le cap vrai $C_v = 120°$.
La vitesse propre $V_p = 210$ kt.
Le vent = 250°/26 kt (gisement du vent 130°).

On cherche: La dérive x.
La vitesse sol V_s.

Mise au point: Le gisement du vent 130° est posé correctement entre 26 (vitesse du vent) et 210 (vitesse propre), lors que les valeurs 135° et 210 d'une part et 5° et 26 d'autre part se font face. Au-dessus de 130°, on lit alors la vitesse sol $V_s = 227$ kt.

Résultat: $x = -5°$ (vent de droite).
$V_s = 227$ kt.

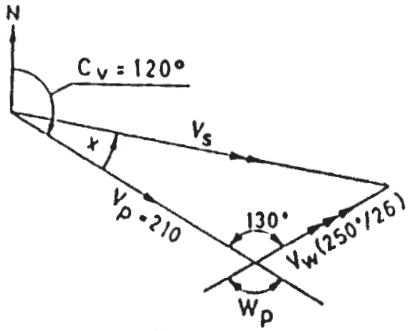

Fig. 72

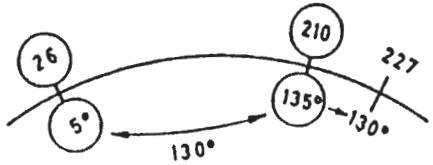

Fig. 73

12.2.5 Détermination de la composante de vent traversier, debout ou arrière

Pour le décollage et l'atterrissage sur une piste donnée, il est important de connaître la composante de vent traversier ou de vent debout ou arrière. Ces calculs commencent par la détermination de l'angle constitué par la piste et la direction du vent.

Mise au point: Poser 90° (échelle ✕ sin) sous la valeur de la vitesse du vent (échelle extérieure).

Lecture: Lire la composante de vent traversier, sur l'échelle extérieure, en face de l'angle vent/piste; lire la composante de vent debout ou arrière en face du complément de cet angle.

Exemple 1:

Orientation de la piste (QFU) = 265°.

Vent = 330°/30 kt.

Angle vent/piste (vent debout) = 65°.

Complément de l'angle vent/piste = 25°.

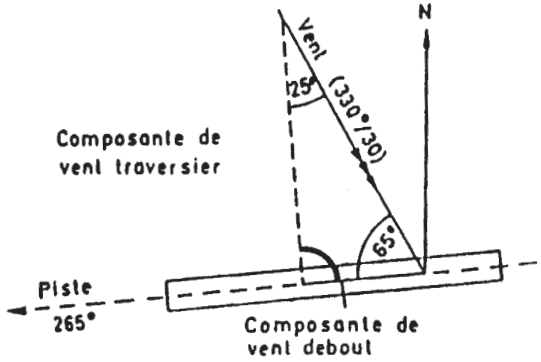

Fig. 74

Dans la surface gris-jaune, certaines échelles sont disposées différemment, et d'autres échelles sont venues s'y ajouter. Pour les mêmes fonctions, nous avons conservé les mêmes désignations d'échelle. Toutes les indications sont en kt, ft et °C.

(e) Une échelle de sinus, marquée LATITUDE, graduée de 15 à 90°, pour les calculs de la navigation isobarique.

(f) Deux échelles allant à contre-sens et marquées CAL. AIRSPEED kt et PRESS. ALT. x 1000 ft. Elles couvrent les hautes vitesses entre 100 et 1890 kt et les hautes altitudes de vol de 0 à 90000 ft.

(g) Une fenêtre ALTITUDE avec graduation et chiffrage bleus pour la détermination de l'altitude vraie en corrélation avec les échelles (b) et (c). Sur le bord inférieur se trouve une échelle des altitudes pression PA x 1000 ft allant de — 2 à 35,2. Dans la fenêtre apparaît l'échelle des températures ambiantes corrigées (C.O.A.T.° C), graduée de — 70° à + 50° C.

(h) La fenêtre DENSITY ALTITUDE x 1000 ft avec sa graduation rouge de — 6 à 50 se rapporte à l'échelle rouge des températures allant de — 80 à + 50 °C, dans la partie non graduée de l'échelle CAL. AIRSPEED (f).

(i) Un ensemble de courbes pour l'affichage de la TEMPERATURE INDIQUEE en °C, se rapportant à la spirale-guide du disque central.

(k) Une échelle pour la conversion des degrés Fahrenheit en degrés Centigrades et vice versa.

(x) Une échelle pour la vitesse propre T.A.S. entre 100 et 1750 kt.

(y) Fenêtre avec index pour la lecture du nombre de Mach sur l'échelle balayée (0,25 à 3,5).

(z) Fenêtre avec échelle pour l'augmentation de la température (TEMP. RISE) de 5 à 400 °C.

Le verso des computeurs AVIAT 613, 617, 618 et AVIATJET 647 porte, en commençant par l'extérieur:

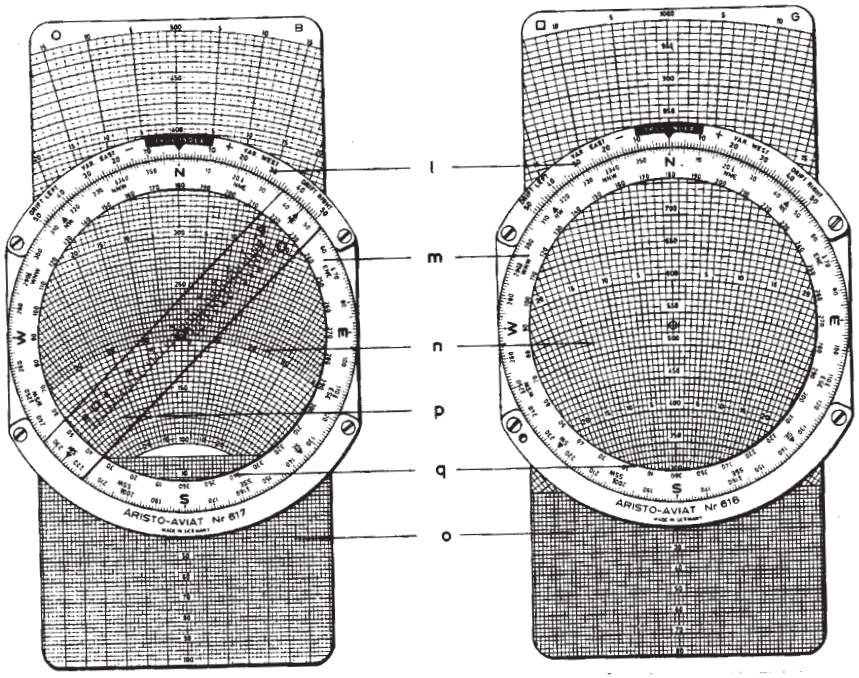

Fig. 2a Verso des AVIAT 613, 617 et 647

Fig. 2b Verso de l' AVIAT 618

Sur l'anneau extérieur fixe

(l) Un arc de cercle à graduation angulaire de 0 à 50° de part et d'autre du repère TRUE INDEX. Les indications DRIFT LEFT, DRIFT RIGHT, VAR EAST VAR RIGHT + et — s'expliquent d'elles-mêmes.

Sur le disque central mobile

(m) Une rose des vents, graduée de 0 à 360°, sur laquelle figurent les 16 points cardinaux et intercardinaux. Le deuxième chiffrage (q) de cette échelle donne, de 10° en 10°, la direction du vent. Pour plus de clarté, ces chiffres sont rouges.

(n) Un disque en matière plastique transparente mate.

(o) Entre les disques recto et verso coulisse une tirette à graphiques double face. Les graphiques sont composés d'arcs de cercle concentriques représentant les vitesses de vol (en km/h ou en noeuds selon l'unité utilisée) et de lignes radiales représentant les dérives.

(p) Les modèles -AVIAT 613, 617 et 647 sont dotés d'un curseur rotatif (p) dont les trois échelles des vitesses du vent sont adaptées aux différentes échelles des graphiques. Les échelles et graphiques utilisés conjointement sont désignés par les signes ci-dessous:

Face du graphique	vitesses (en km/h ou noeuds)	signe
A	de 60 à 350	△
B	de 100 à 500 plus un quadrillage de 0 à 100	○
D	de 100 à 1000	□
F	de 300 à 1750	×
G	de 300 à 1000 plus un quadrillage de 0 à 80	□
H	de 40 à 250 plus un quadrillage de 0 à 80	△
K	de 150 à 750	○

Les plaques à graphique sont interchangeables. Comme il est utile de disposer, sur un même instrument, de toute la gamme des vitesses entrant en ligne de compte, nous proposons les combinaisons suivantes qui sont le fruit de l'expérience pratique: les tirettes à graphiques coulissantes portant les faces A/B, A/G, A/D, A/K, B/H, B/D et B/F.

Pour -AVIAT de poche 613, les graphiques sont identifiés par lettres minuscules (ab, ag, ak).

Le verso des computeurs -AVIAT 610 et 615 porte, en commençant par l'extérieur:

(r) Une échelle logarithmique fixe, marquée SPEED, graduée en rouge de 5 à 1500.

(s) Une échelle logarithmique des sinus (mobile), marquée sin ☧, graduée en bleu de 1 à 90° dans le sens des aiguilles de la montre et de 90 à 179° en sens inverse.

(t) Une rose des vents mobile, graduée en bleu de 0 à 360° et portant les quatre points cardinaux N, E, S et W.

(u) Une échelle circulaire, graduée de 0 à 180° et s'étendant de part et d'autre d'un repère figurant un avion. Dans le sens des aiguilles de la montre, cette échelle continue de 180 à 360°.

Exemple 2:

On connait: Le cap vrai C_v = 050°.
La vitesse propre V_p = 190 kt.
La vitesse sol V_s = 218 kt.
La dérive x = — 5°.

Fig. 69

On cherche: La vitesse et la direction du vent.

La vitesse sol V_s est supérieure à la vitesse propre V_p; donc W_p est supérieur à 90°. La dérive est négative, donc le vent vient de droite.

Pour résoudre le problème, il faut faire apparaître la différence 5° entre les vitesses V_p et V_s 190 et 218. (Il est recommandé de se servir du curseur pour poser la valeur 218).

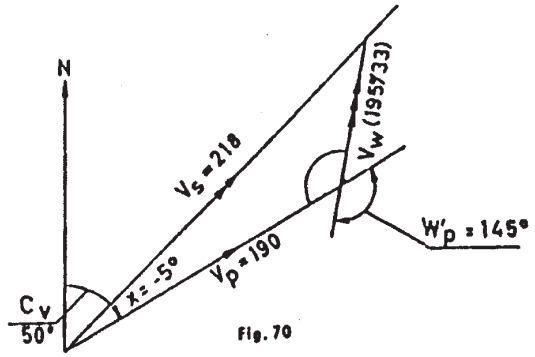

Fig. 70

Résultat: Vitesse du vent
V_w = 33 kt.
Gisement du vent
W_p = 145°.
Direction du vent
W = 195°
d'où : le vent 195°/33 kt.

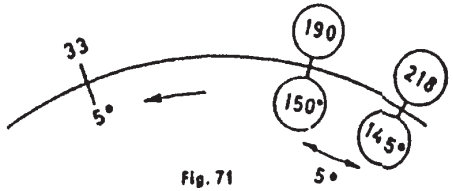

Fig. 71

12.2.4 Détermination de la dérive et de la vitesse sol

On connait: Le cap vrai C_v.
La vitesse propre V_p.
Le vent V_w/W.

On cherche: La dérive x.
La vitesse sol V_s.

Dans la pratique, la résolution de ce problème à l'aide d'un computeur présente peu d'intérêt. Ceci est d'autant plus vrai, lors que l'appareil change plusieurs fois de cap, par exemple pour contourner une zone orageuse. Dans ce cas, il est plus simple de procéder par dessin sur la carte, car même si la dérive et la vitesse sol sont calculées avec le computeur, la position est obligatoirement déterminée en reportant sur la carte les caps successifs et les distances parcourues correspondantes. Comme pour la détermination du vent, on ne peut pas appliquer directement, avec les computeurs AVIAT 610 et 615, la définition de sinus, car l'angle connu du gisement du vent ne fait face à aucun des côtés connus (vitesse propre et vitesse du vent).

Pour résoudre ce problème, nous affichons le gisement du vent entre la vitesse du vent et la vitesse propre. Puis, nous lisons la dérive sur l'échelle ☧ sin, sous la vitesse du vent (échelle extérieure) et la vitesse sol en face du gisement. Pour faciliter la mise au point, on a intérêt à poser d'abord le gisement du vent au-dessus de la vitesse propre, pour additionner ensuite la vitesse du vent au gisement du vent. Ce procédé est répété jusqu'à ce que le gisement du vent se trouve placé correctement.

leur par la vitesse propre et la vitesse sol. Pour résoudre ce problème, il est donc nécessaire de tourner l'échelle ∢ sin, jusqu'à ce que la dérive corresponde à la différence entre vitesse propre et vitesse sol. Avec cette mise au point, nous avons face à face sur le compuleur vitesse du vent et angle de correction (dérive), vitesse propre et angle au vent, vitesse sol et gisement du vent. Dès lors, on peut déterminer la direction du vent, avec le gisement du vent et le cap vrai.

Si dans un problème de ce genre la vitesse sol est inférieure à la vitesse propre, le gisement du vent est inférieur à 90°. En cas de vent arrière, le gisement du vent est supérieur à 90°; l'angle obtus est donc lu sur l'échelle ∢ sin.

On obtient la direction du vent de la manière suivante:

Mise au point: Amener le cap vrai en regard de la silhouette de l'avion, au verso du compuleur. Placer ensuite le curseur sur l'angle W_p dans la rose des vents noire, — à gauche de la silhouette si la dérive est positive, à droite si elle est négative.

Lecture: Lire la direction du vent sous l'index du curseur, sur la rose des vents.

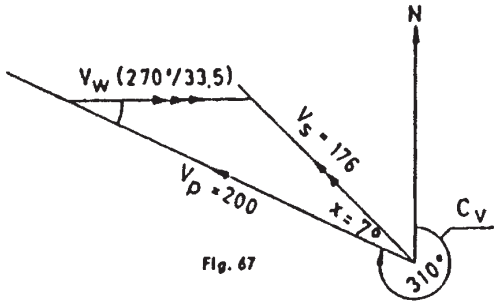

Fig. 67

Exemple 1:

On connaît: Le cap vrai C_V = 310°.
La vitesse propre V_p = 200 kt.
La vitesse sol V_s = 176 kt.
La dérive x = + 7°.

On cherche: La direction et la vitesse du vent.

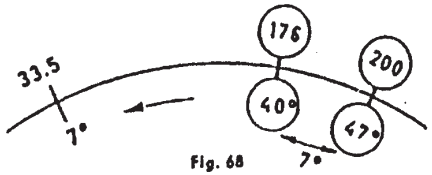

Fig. 68

La vitesse sol V_s est inférieure à la vitesse propre V_p:
Le gisement du vent W_p est donc inférieur à 90°.
La dérive est positive; le vent vient donc de gauche.

Mise au point et lecture:

(a) Tourner l'échelle ∢ sin jusqu'à ce qu'une différence de 7° apparaisse sur celle-ci entre les vitesses 176 et 200 sur l'échelle extérieure. C'est le cas, lorsque la valeur 40° de l'échelle ∢ sin se trouve en face de 176 sur l'échelle extérieure, et 47° en face de 200.

(b) Lire la vitesse du vent 33,5 kt sur l'échelle extérieure en face de la dérive 7° (échelle ∢ sin).

(c) Lire le gisement du vent W_p de 40° sur l'échelle ∢ sin sous la vitesse sol 176. (On lit l'angle aigu, parce que le vent est debout; dans ce cas la vitesse sol reste inférieure à la vitesse propre).

(d) Amener le cap vrai 310° en face de la silhouette de l'avion. Tourner le double curseur vers la gauche (vent de gauche!), jusqu'à ce que l'index recouvre la valeur 40° (gisement du vent) sur l'échelle intérieure noire. Lire la direction du vent 270° sous l'index, sur la rose des vents (fig. 69).

Résultat: Vent 270°/33,5 kt.

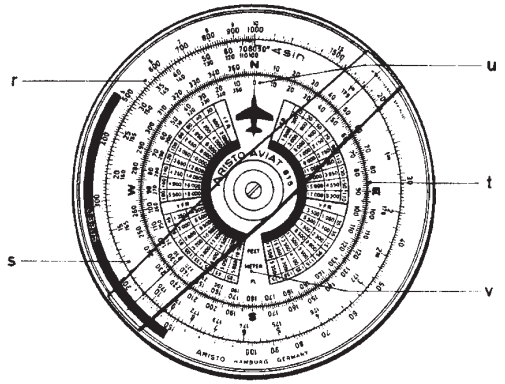

Fig. 2c Verso de l' '-AVIAT 610 et 615

(v) Dans la partie centrale du compuleur sont portées sous forme de tables, concentriquement, les altitudes de vol semi-circulaires, faisant ressortir les altitudes à maintenir en vol IFR et en vol VFR.

3. Calculs élémentaires

Les échelles (b) et (c) à graduation logarithmique sont identiques à celles des règles à calcul classiques et permettent d'effectuer tous les calculs usuels, comme multiplications, divisions, rapports et règles de trois.

3.1 La lecture des échelles

Comme toutes les échelles logarithmiques, les échelles (b) et (c) ont des graduations dont les intervalles vont décroissant dans le sens des aiguilles de la montre. On a donc tout intérêt à étudier soigneusement l'aspect des graduations qui change entre les secteurs de 10 à 20, de 20 à 50 et de 50 à 10. Les exemples de fig. 3 illustrent les différences de lecture dans ces trois secteurs.

L'utilisateur peu habitué à travailler avec la règle à calcul est invité à faire quelques exercices de pose et de lecture, afin de se familiariser avec les échelles.

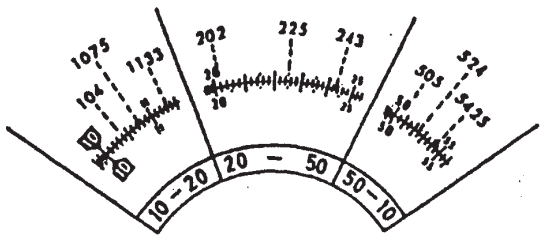

Fig. 3

Tout comme les échelles de la règle à calcul, celles du compuleur ne renseignent pas sur la position de la virgule. Le nombre 12, apparaissant au résultat, peut aussi bien avoir la valeur 0,12 ou 1,2 ou 120 etc. Quand un doute subsiste quant à l'ordre de grandeur du résultat de l'opération, on détermine la position de la virgule au moyen d'un calcul mental avec des nombres arrondis.

Le début de l'échelle (index) porte le repère 10. Les grands nombres 20, 30 etc. donnent le premier chiffre de la lecture (20 = 2, 30 = 3 etc.); le deuxième chiffre est lu aux petits chiffres et aux grands traits non chiffrés; le troisième chiffre est trouvé soit aux petits traits, soit par estimation dans les intervalles. Dans le secteur de 10 à 20, l'estimation entre les petits traits fournit un quatrième chiffre.

3.2 La multiplication

D'après les principes du calcul logarithmique, la multiplication procède par l'addition d'une longueur donnée de l'échelle intérieure mobile à une longueur donnée de l'échelle extérieure fixe. Ainsi, dans l'exemple ci-contre (fig. 4), 32 × 1,4, on place l'index ⑩ sous la valeur 32 de l'échelle extérieure, pour lire en face du nombre 1,4 de l'échelle intérieure le résultat 44,8. L'utilisation du curseur facilite la pose des valeurs et la lecture des résultats.

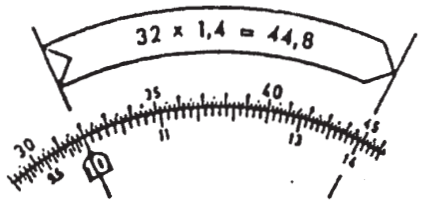

Fig. 4

3.3 La division

La division étant l'inversion de la multiplication, il suffit d'inverser l'opération de l'exemple ci-dessus. Aussi, lorsqu'on place face à face, sur les échelles intérieure et extérieure, le diviseur 1,4 et le dividende 44,8 on peut lire le résultat 32 sur l'échelle extérieure, en regard de l'index ⑩.

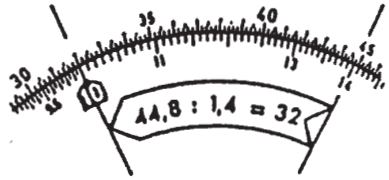

Fig. 5

3.4 Multiplication et division combinées

Dans les problèmes de règle de trois selon l'expression $\frac{a \times b}{c}$, on commence par la division $\frac{a}{c}$, pour multiplier le quotient par b. Pour résoudre l'expression $\frac{44,8 \times 3,4}{14}$, on divise d'abord 44,8 par 1,4; ensuite, on amène le curseur sur la valeur 3,4 de l'échelle intérieure, le résultat final 108,8 étant lu sur l'échelle extérieure, en regard de l'index. Il est inutile de lire le résultat intermédiaire.

Exemple: $\frac{327 \times 5,22 \times 0,453}{128}$

(Un calcul approché donne: $\frac{300 \times 5 \times 0,5}{100} = 7,5$)

Mise au point:
(1) Amener le curseur sur la valeur 327 de l'échelle extérieure
(2) Poser le diviseur 128 de l'échelle inférieure sous le curseur
(3) Placer le curseur sur le multiplicateur 5,22 de l'échelle intérieure
(4) Amener l'index ⑩ sous le curseur
(5) Placer le curseur sur le dernier multiplicateur 0,453 de l'échelle intérieure
(6) Lire le résultat 6,04 sur l'échelle extérieure, sous le curseur.

3.5 Proportions (rapports)

Nombreux sont les problèmes de navigation aérienne qui peuvent être résolus facilement sous forme de proportion. Quand on pose face à face sur les deux échelles les données connues, on obtient en lecture directe toutes les valeurs voulues du même rapport.

L'exemple du chapitre 3.4 posé sous forme de rapport donne:

$$\frac{44,8}{1,4} = \frac{108,8}{3,4}$$

La ligne qui sépare les échelles extérieure et intérieure, figure en quelque sorte la barre de fraction de ces rapports.

Mise au point: (a) Faire apparaître la route prévue sur la rose des vents bleue en face de la silhouette de l'avion à l'arrière du compteur. Amener l'index du double curseur sur la direction du vent (rose des vents bleue).

Lecture: Lire l'angle au vent W_s sous l'index, sur l'échelle intérieure noire, graduée de part et d'autre de la silhouette de l'avion de 0° à 180°.

Mise au point: (b) Amener l'angle au vent de l'échelle bleue ✕ sin sous la vitesse propre dans l'échelle rouge SPEED.

Lecture: Lire l'angle de correction (dérive) sous la vitesse du vent, sur l'échelle ✕ sin extérieure.

Convention des signes:
vent de droite = angle de correction (dérive) +
vent de gauche = angle de correction (dérive) —

Le gisement du vent est trouvé par retranchement de l'angle de correction (dérive) de l'angle au vent. Avec la pose (b) inchangée, on lit la vitesse sol sur l'échelle ✕ sin extérieure, en face du gisement du vent.

Exemple:

On connaît: R_v = 48°.
V_w = 350°/30 kt.
W_s = 58°.
V_p = 210 kt.

On cherche: l'angle de correction (ou dérive) x.
et la vitesse sol V_s.

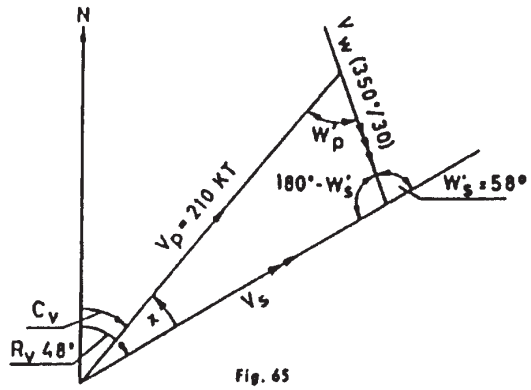

Fig. 65

L'angle au vent 58° est trouvé soit par calcul mental, soit avec la mise au point (a). L'application de la définition de sinus au triangle des vitesses de fig. 65 donne la mise au point (b) selon fig. 66.

Résultat:

Angle de correction x = — 7°
(vent de gauche)
Gisement du vent W_p = 58° — 7° = 51°
Vitesse sol V_s = 192 kt.

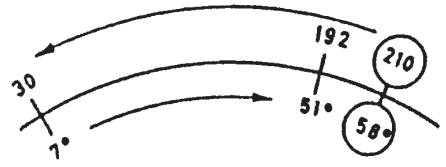

Fig. 66

12.2.3 Détermination du vent à partir de la dérive et de la vitesse sol

Si la dérive et la vitesse sol ont pu être déterminées durant le vol, on peut calculer avec les compteurs -AVIAT 610 et 615 la vitesse et la direction du vent. Dans ce cas, on connaît les éléments suivants du triangle des vitesses:

Le cap vrai C_v.
La vitesse propre V_p.
La vitesse sol V_s.
La dérive x.

Si l'on observe les divers éléments connus du triangle, on s'aperçoit qu'aucun des côtés V_p et V_s ne se situe à l'opposé du vecteur de dérive. Il n'est donc pas possible d'appliquer directement la définition de sinus. Comme dans le triangle des vitesses, la dérive est délimitée sur le compu-

12.2 Problèmes de triangles des vitesses

12.2.1 Le triangle des vitesses

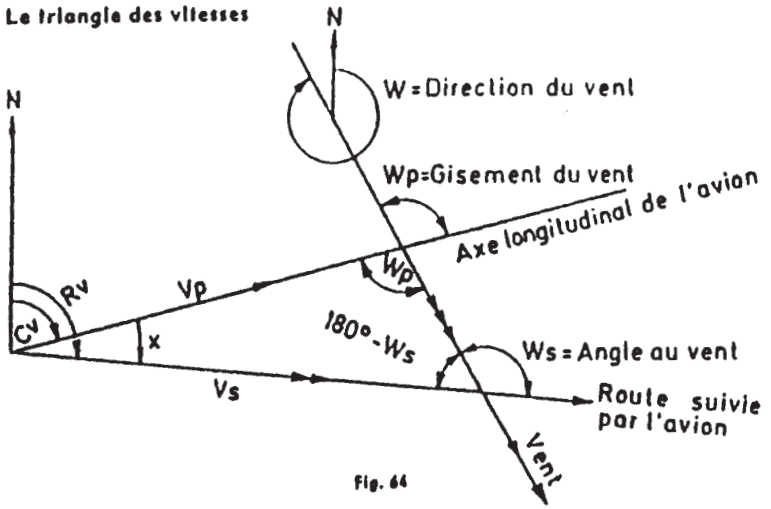

Fig. 64

Nous n'ignorons pas que certains de nos lecteurs français sont habitués à une conception légèrement différente du triangle des vitesses. Toutefois, nous avons voulu respecter l'usage international, pour éviter toute confusion. Pour continuer à calculer selon leur habitude, ceux de nos lecteurs qui le voudront, pourront le faire, en retranchant les valeurs angle au vent et gisement au vent, indiquées dans ce mode d'emploi, de 180°, pour retrouver les données qui leur sont familières.

Le triangle des vitesses résulte de la combinaison vectorielle des vitesses, à savoir de la vitesse propre V_p sur le cap et de la vitesse du vent V_w dans la direction du vent, la résultante de ces deux vecteurs étant la vitesse sol V_s sur la route poursuivie par l'appareil.

Si le vent fait dériver l'appareil vers la droite de son axe longitudinal, la dérive est positive; s'il le déporte vers la gauche, la dérive est négative. En d'autres termes, la dérive est positive quand — pour compenser l'action du vent — on porte le cap vers la gauche de la route vraie; elle est négative quand on porte le cap vers la droite de la route à suivre.

Gisement du vent W_p = angle au vent W_s — angle de correction (ou dérive) x

Angle au vent W_s = gisement du vent W_p + angle de correction (ou dérive) x

Angle de correction = différence entre angle au vent W_s et gisement du vent W_p.

Nous en déduisons entre les différents éléments du triangle des vitesses les rapports suivants:

$$\frac{V_w}{\sin x} = \frac{V_p}{\sin W_s} = \frac{V_s}{\sin W_p}$$

x étant l'angle de correction (ou dérive)

V_w étant la vitesse du vent

V_p étant la vitesse propre

V_s étant la vitesse sol.

12.2.2 Détermination de l'angle de correction (ou dérive) et de la vitesse sol

On connaît: La route prévue, la vitesse propre, le vent.

On cherche: L'angle de correction (dérive) et la vitesse sol.

Les valeurs ci-dessus permettent de trouver l'angle au vent soit par calcul mental, soit à l'aide de l' AVIAT.

Exemple d'un calcul de pourcentage:

Le plein de carburant avant le décollage = 960 l
Consommation = 647 l

On cherche le pourcentage du carburant consommé par rapport au plein.

La contenance du réservoir avant le décollage (960 l) est par rapport à 100% ce que la consommation est par rapport au pourcentage cherché:

$$\frac{960}{100} = \frac{647}{x}$$

Résultat: x = 67,4%.

Exemple d'un calcul de conversion de temps:

On connaît le temps de vol (0,43 h), résultat d'un calcul de distance-temps-vitesse (voir chapitre 6.2.1).

A combien de minutes correspond cette valeur?

Comme 1 h = 60 min, le rapport se pose:

$$\frac{1}{60} = \frac{0,43}{x}$$

On amène le repère horaire ⚠ en face du début 10 de l'échelle extérieure. Après avoir posé le curseur sur la valeur 43 de l'échelle extérieure, on lit x = 25,8 min sur l'échelle intérieure.

4. Conversion des unités métriques en unités anglo-américaines et vice-versa

Les unités de mesure du système métrique (m, km et l) coïncidant avec l'index 10 de l'échelle (b), on peut convertir uniformément toutes les unités de mesure anglo-américaines dont les repères sont gravés sur fond noir sur le pourtour de l'anneau extérieur.

Toutes les conversions commencent par la pose de la valeur à convertir (échelle c) en face du repère de l'unité donnée. Le résultat est ensuite lu sur l'échelle intérieure mobile, en regard du repère de l'unité cherchée.

Dans les exemples ci-dessous, la première valeur posée est entourée d'un cercle; des flèches indiquent le sens du déplacement du curseur.

4.1 Conversion des mesures de longueur

4.1.1 On connaît: 3 feet (pieds).

On cherche: La valeur correspondante en yards et en mètres.

Résultat: 3 feet = 1 yard = 0,915 m.

Poser le nombre 30 sous le repère FEET; le résultat apparaît sur l'échelle intérieure mobile, en face des repères YARDS et m.

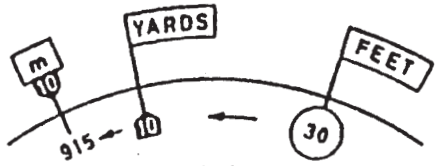

Fig. 6

4.1.2 On connaît: 17 mètres.

On cherche: La valeur correspondante en yards et en feet (pieds).

Résultat:
17 m = 18,59 yards = 55,8 feet.

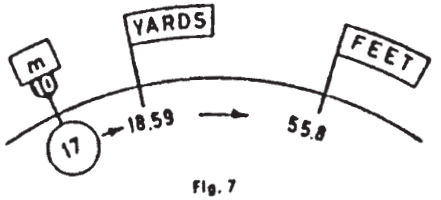

Fig. 7

4.1.3 On connait: 172 milles terrestres (STAT. M.).

On cherche: La valeur correspondante en milles nautiques (NAUT. M.) et en kilomètres.

Rés.: 149,5 Naut. Miles, 277 km.

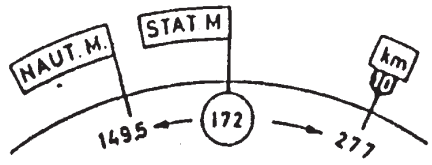

Fig. 8

4.2 Conversion de mesures de capacité

4.2.1 On connait: 2350 litres.

On cherche: La valeur correspondante en gallons imp. et en gallons U.S.

Rés.: 517 Imp. Gal., ~ 621 U.S. Gal.

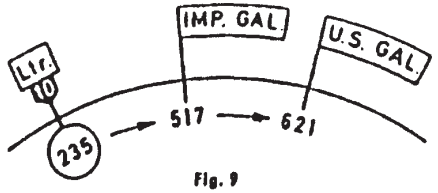

Fig. 9

4.2.2 On connait: 173 gallons U.S.

On cherche: La valeur correspondante en gallons imp. et en litres.

Rés.: 144 Imp. Gal., 655 litres.

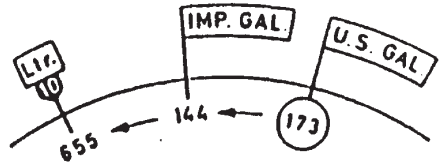

Fig. 10

4.3 Conversion de capacités en poids

Pour permettre la transformation des capacités en poids, compte tenu des densités, deux échelles, graduées de 0,65 à 0,95, sont disposées au bord de l'anneau extérieur, l'une pour la conversion en kilogrammes, l'autre pour la conversion en livres (lb.) On peut donc lire directement, soit en lb, soit en kg le poids d'une quantité donnée de liquide, exprimée en gallons ou en litres.

Les flèches portant les symboles kg et lb servent de repères de conversion d'un système dans l'autre. Le computeur calcule selon la norme britannique: 1 Imp. Gal. = 4,546 kg = 10,023 lb; 1 kg = 2,205 lb. On extrapole souvent: 1 Imp. Gal. = 10 lb.

On pose la quantité du liquide (échelle c) sous le repère correspondant (Ltr., Imp. Gal, U.S. Gal). Après avoir amené l'index du curseur sur la densité (échelle a), on lit le poids correspondant sur l'échelle intérieure, sous le curseur. Pour obtenir le poids en kg, on utilise l'échelle (a) marquée sp. G. kg. Pour l'obtenir en livres, on utilise celle qui est marquée sp. G. lb.

4.3.1 On connait: 234 gallons U.S. d'essence, densité: 0,72.

On cherche: Le poids correspondant en kg et en lb.

Rés.: 637 kg, 1407 lb.

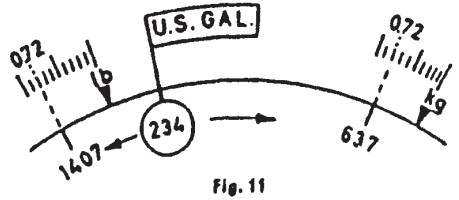

Fig. 11

4.3.2 On connait: 156 gallons Imp. d'essence, densité: 0,74.

On cherche: Le poids correspondant en lb.

Rés.: 1157 lb.

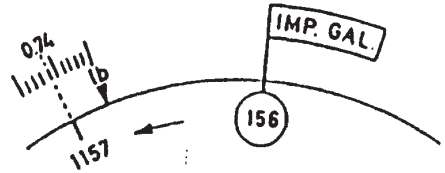

Fig. 12

(d) Amener la latitude en face du repère TRUE INDEX.

(e) La distance verticale entre la pointe du vecteur différence de longitude et la ligne horizontale (zéro) de la grille correspond, dans l'échelle choisie, à la demi-convergence cherchée.

Exemple:

Position de l'émetteur = 51° N, 8° W.
Position de l'appareil = 53° N, 4° E.
Différence de longitude = 12° (demi-différence = 6°)
Latitude moyenne = 52°.

Mise au point: (1) Placer N sous le repère TRUE INDEX.
(2) Amener la ligne zéro horizontale de la grille au centre du disque transparent
(3) Tracer un vecteur de 6 carrés horizontalement vers la gauche, à partir du centre.
(4) Placer la latitude moyenne 52° sous le repère TRUE INDEX.

Lecture: Lire la demi-convergence, soit 4,7°, entre la pointe du vecteur selon (3) et la ligne zéro horizontale de la grille. La lecture est facilitée par le chiffrage de l'axe vertical.

12. Résolution trigonométrique des triangles de vitesses avec les computeurs -AVIAT 610 et 615

Les échelles SPEED (r) et « $\measuredangle$ sin» (s), aménagées au verso des computeurs ARISTO-AVIAT 610 et 615, permettent de résoudre tous les problèmes triangulaires en application de la définition du sinus:

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

12.1 Calculs trigonométriques élémentaires

Les deux exemples ci-dessous illustrent la procédure à suivre. Tous ces calculs sont effectués avec les échelles SPEED (r) pour les côtés et $\measuredangle$ sin (s) pour les angles.

Mise au point: Amener l'angle connu (échelle s) en face de la valeur du côté opposé (échelle r).

Lecture: La valeur du côté cherché est lue sur l'échelle extérieure, en face de la valeur de l'angle connu; quand on cherche l'angle, on le lit sur l'échelle des sinus en regard de la valeur du côté opposé connu.

Exemple (a): a = 30 cm
α = 25°
b = 52 cm
On cherche: l'angle β.
Résultat: β = 47°.

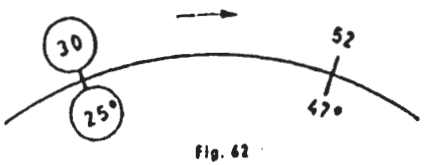

Fig. 62

Exemple (b): b = 20 cm
β = 16°
γ = 28°
On cherche: c.
Résultat: c = 34 cm.

Fig. 63

(c) Lire la dérive sous la pointe du vecteur C_n.

Exemple 1:

On connaît: C_n = 29 kt vers la droite.
V_s = 205 kt.

On cherche: la dérive.

Résultat: + 8°.

Exemple 2:

On connaît: L'effet du vent Z_n = 34 NM à droite, la vitesse sol V_s = 210 kt, le temps de vol entre deux points de mesure de D = 90 min.

On cherche: La dérive.

En partant de la vitesse sol V_s, on détermine d'abord la distance couverte entre les deux points de mesure, soit 315 NM (voir chapitre 6.2.3).

Ensuite, on détermine la dérive d'après la méthode ci-dessus, en substituant Z_n et la distance 315 à C_n et V_s.

Résultat: + 6°.

11.2 Calcul de l'écart est-ouest

On appelle écart est-ouest la distance en NM qui sépare deux méridiens à une latitude donnée. L'écart est-ouest est déterminé d'après la formule d'approximation

$$e = g \times \cos L_m$$

dans laquelle e = l'écart est-ouest,
g = la différence de longitude
L_m = la latitude moyenne

Solution avec AVIAT:

(a) Amener le nord N de la rose des vents sous le repère TRUE INDEX.
(b) Placer la ligne zéro horizontale de la grille sur le centre du disque transparent.
(c) Tracer — à l'échelle appropriée — la différence de longitude g en minutes d'arc vers la gauche, à partir du centre du disque.
(d) Poser la latitude sous le repère TRUE INDEX.
(e) La distance horizontale entre l'axe vertical du diagramme et la pointe du vecteur g donne en NM, à l'échelle adoptée (c), l'écart est-ouest pour la latitude considérée.

Exemple:

Calculer l'écart est-ouest entre les méridiens 5° E et 6° E à une latitude de 54° N.

Différence de longitude = 1° = 60 min.

Résultat = 35 NM.

11.3 Calcul de la demi-convergence (Correction de Givry)

La demi-convergence est calculée d'après la formule d'approximation

$$\alpha = {}^1/_2 g \times \sin L_m.$$

Solution avec AVIAT:

(a) Faire apparaître le Nord sous le repère TRUE INDEX.
(b) Amener la ligne zéro horizontale de la grille sur le centre du disque transparent.
(c) Tracer un vecteur égal à la moitié de la différence de longitude, à une échelle appropriée (p. e. le côté d'un des carrés en gras égal 1°), le long de la ligne zéro horizontale, vers la gauche.

5. Conversion de temps et de vitesses

Ces calculs diffèrent légèrement de ceux qui ont fait l'objet des exemples ci-dessus, en raison de la position des repères de temps et de vitesse qui sont gravés sur l'échelle mobile (c). C'est ici le repère de l'unité connue qui doit être amené en face de la valeur donnée, apparaissant sur l'échelle fixe. Le résultat est lu sur cette dernière, en regard du repère de l'unité recherchée.

5.1 Conversion de temps

5.1.1 Transformation des minutes en heures

Les valeurs correspondantes des deux unités se font face, entre 1 h et 10 h, sur l'échelle des minutes (c) et l'échelle des heures (d). Sur le bord intérieur de l'anneau noir, l'échelle des heures se poursuit jusqu'à 20 h = 1200 min.

5.1.2 Transformation des minutes en secondes au moyen des repères ⚠ et sec

On connaît: 17 minutes.

On cherche: Le nombre correspondant de secondes.

Résultat: 1020 sec.

Le repère des heures ⚠ qui sert également de repère des minutes, est amené en face du 17 de l'échelle (b). Au-dessus du repère des secondes, on peut lire le résultat 1020 sec. Comme on le voit dans l'illustration ci-contre (fig. 13), le problème inverse est résolu de la même manière.

Fig. 13

5.2 Conversion de vitesses

5.2.1 Transformation des m/s en km/h

Le repère sec se couvrant avec la valeur 36, la transformation des heures est immédiate, car 1 h = 3600 sec et 1 m/sec = 3,6 km/h. Quand, par exemple, on amène le repère 10 de l'échelle (c) en face de 35,8 m/s de l'échelle (b), on trouve le résultat 129 km/h au-dessus du repère sec.

5.2.2 Conversion avec les repères m/sec et ft/min

On connaît: 500 ft/min.

On cherche: La vitesse correspondante en m/s.

Résultat: 2,54 m/s.

Fig. 14

6. Calculs de distance — temps — vitesse

Les problèmes de ce genre sont en général posés sous forme de règle de trois, mais il est aisé et utile de les ramener à une proportion (cf. chapitre 3.5).

6.1 Détermination du temps de montée et de descente et de la vitesse ascensionnelle/descensionnelle

6.1.1 Exemple: Un avion doit monter de 2000 à 11000 ft à une vitesse ascensionnelle de 700 ft/min. On cherche le temps de montée pour la différence d'altitude de 9000 ft.

L'avion devant gagner 700 feet à la minute, on peut poser le problème sous forme d'une proportion:

$$\frac{700}{1} = \frac{9000}{x}$$

Mise au point: Amener le repère mobile (10) sous la vitesse ascensionnelle 700.

Lecture: Lire le temps de montée 12,85 min sur l'échelle mobile, en regard de la différence d'altitude 9000.

Résultat: Temps de montée env. 13 min.

Fig. 15

6.1.2 Exemple: Un appareil perd 8500 feet en altitude en 14 min. On cherche la vitesse descensionnelle.

Proportion: $\frac{8500}{14} = \frac{x}{1}$

Mise au point: 14 sous 85

Lecture: 607 sous (10)

Résultat: Vitesse descensionnelle 607 ft/min.

Fig. 16

6.2 Distance - vitesse sol - temps de vol

6.2.1 On connait: La vitesse sol = 246 kt, la distance à parcourir = 745 NM.

On cherche: Le temps de vol.

Discussion: Un nœud est égal à un mille nautique à l'heure (1 nœud = 1 kt = 1 NM/h), d'où le rapport:

$$\frac{246}{\triangle} = \frac{745}{x}$$

Fig. 17

Mise au point: Amener le repère horaire △ sous la vitesse sol 246 (échelle extérieure DISTANCE).

Lecture: Lire le temps de vol 182 min sur l'échelle des temps, sous la valeur 745 du parcours.

Résultat: 3 h 2 min, après conversion des minutes en heures à l'aide de l'échelle noire (d).

6.2.2 On connait: La distance = 412 km, le temps de vol = 1 h28 min = 88 min.

On cherche: La vitesse sol.

Mise au point: Placer la valeur 88 min de l'échelle horaire sous la valeur 412 km de l'échelle des distances.

Fig. 18

Exemple 1: Vent debout

Orientation de la piste = 265°. Vent V_w = 330°/30 kt (fig. 58).

(1) Amener 330° sous le repère TRUE INDEX.
(2) Placer le zéro de la grille au centre du disque transparent.
(3) Tracer vers le bas le vecteur vitesse vent 30 kt.
(4) Amener l'orientation de la piste, soit 265°, en face du repère TRUE INDEX.
(5) Lire la composante de vent traversier 27 kt entre la pointe du vecteur vitesse vent l'axe vertical de la grille.
(6) Lire la composante de vent debout 13 kt entre la pointe du vecteur vitesse vent et la ligne zéro horizontale de la grille (fig. 59).

Exemple 2: Vent arrière

Orientation de la piste = 075°.

Vent = 200°/40 kt (fig. 60).

(1) Poser 200 sous le repère TRUE INDEX.
(2) Amener le zéro de la grille sous le centre du disque transparent.
(3) Tracer vers le bas le vecteur vitesse vent 40 kt.
(4) Faire apparaître l'orientation de la piste sous le repère TRUE INDEX.
(5) Amener la ligne zéro horizontale de la grille sous la pointe du vecteur vent, pour lire la composante de vent traversier, soit 33 kt, entre le 0 de la grille et la pointe du vecteur.
(6) Lire la composante de vent arrière, soit 23 kt, sur l'axe vertical de la grille, sous le centre du disque transparent.

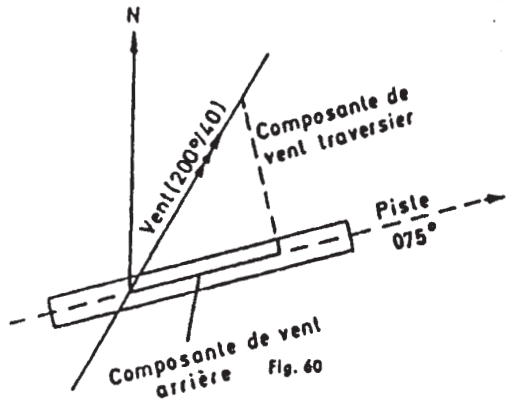

Fig. 60

11.1.9 Détermination de la dérive à partir de la composante de vent traversier C_n ou de l'effet du vent Z_n (voir navigation isobarique, chapitre 8.1)

On connait: La vitesse propre V_p.
La vitesse sol V_s.
La composante de vent traversier C_n.

On cherche: La dérive.

Solution graphique sur papier: (voir fig. 61).

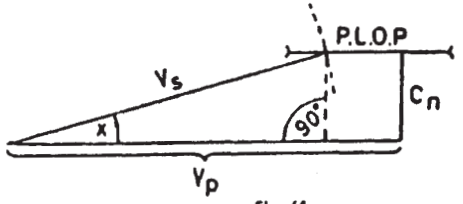

Fig. 61

Solution avec AVIAT:

(a) Poser sous le repère TRUE INDEX un quelconque des points cardinaux, p. e. N, tracer le vecteur C_n à partir du centre du disque transparent, soit vers le haut, soit vers le bas, le long de l'axe central.

(b) Tourner le disque transparent de 90° (sous TRUE INDEX: E ou W) et amener sous la pointe du vecteur C_n l'arc de cercle correspondant à la vitesse sol.

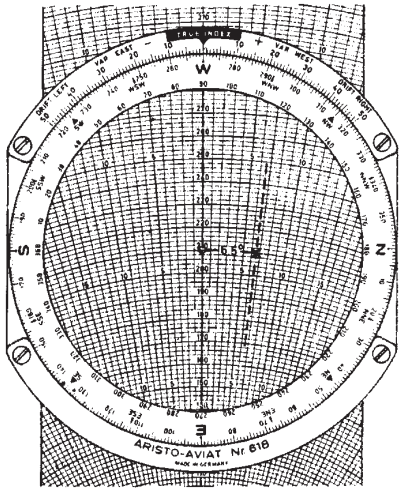

Fig. 56

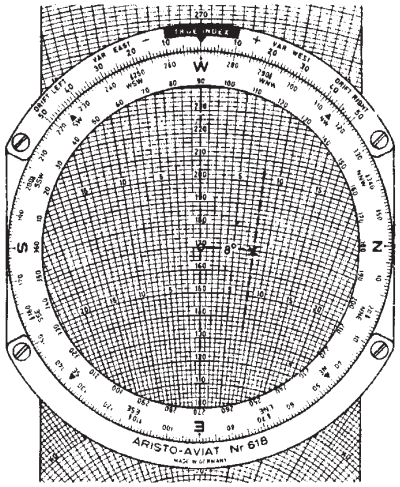

Fig. 57

11.1.8 Détermination de la composante de vent traversier, debout et arrière

Pour le décollage ou l'atterrissage sur une piste déterminée, il est important de connaître la composante de vent traversier ou de vent debout ou arrière. Ces calculs se font à l'aide des grilles quadrillées des diagrammes B, G ou H.

Mise au point: (1) Faire apparaître la direction du vent sous le repère TRUE INDEX.
(2) Placer le zéro de la grille au centre du disque transparent et tracer le vecteur vitesse vent vers le bas.
(3) Amener l'orientation de la piste sous le repère TRUE INDEX.

Lecture: (1) La composante de vent traversier est donnée par la distance entre la pointe du vecteur vitesse vent et l'axe vertical de la grille.
(2) La composante de vent debout ou arrière est donnée par la distance entre la pointe du vecteur vitesse vent et la ligne zéro horizontale de la grille.

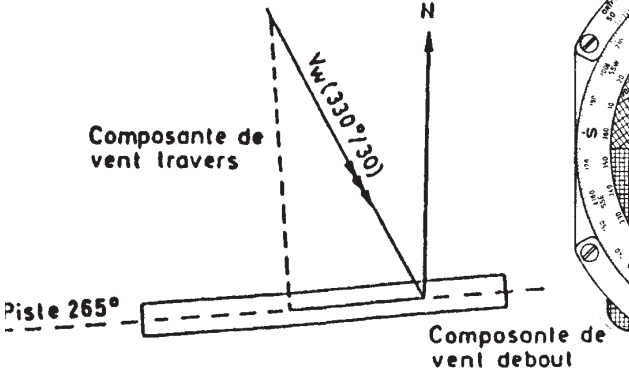

Fig. 58

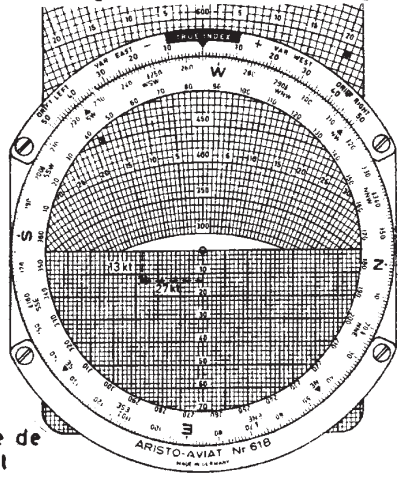

Fig. 59

Lecture: Sur l'échelle extérieure, sous le repère horaire ⚠: la vitesse sol = 281 km/h.

Par une heureuse coïncidence, l'intervalle logarithmique entre le repère l/min et le repère ⚠ est sensiblement égal au facteur de conversion km/h ⚠ kt. On peut donc lire la vitesse en nœuds, soit 153 kt, en regard du repère l/min. La lecture exacte, 152 kt, se situe deux traits à la gauche du repère.

6.2.3 On connaît: La vitesse sol = 247 kt,
le temps de vol = 2 h 16 min
= 136 min.

On cherche: La distance parcourue.

Mise au point: Placer le repère horaire ⚠ sous la vitesse sol = 247 kt de l'échelle des distances.

Fig. 19

Lecture: Lire sur l'échelle extérieure la distance parcourue 560 NM, en regard du temps de vol 136 min.

6.2.4 Détermination du point équitemps ou point milieu

En cas de panne de moteur en cours de vol, il est important que le pilote sache s'il arrive plus vite à l'aéroport de départ ou à l'aéroport d'arrivée. A cet effet, on détermine le point équitemps ou point milieu (C.P. = Critical Point ou P.E.T. = Point of Equal Time), à partir duquel il faut le même temps de vol pour revenir à l'aéroport de départ que pour rejoindre l'aéroport de destination. La formule utilisée est:

$$t = \frac{T \times V_{sr}}{V_{sa} + V_{sr}} \text{ (équation du temps),}$$

dans laquelle t = le temps de vol jusqu'au point équitemps,
T = le temps de vol total (ou plan de vol),
V_{sa} = la vitesse sol aller,
V_{sr} = la vitesse sol retour.

La distance parcourue depuis le décollage jusqu'au point milieu est déterminée par l'expression:

$$d = \frac{D \times V_{sr}}{V_{sa} + V_{sr}} \text{ (équation de la distance),}$$

dans laquelle d = la distance parcourue jusqu'au point équitemps.
D = la distance totale départ/arrivée.

Ces équations peuvent être ramenées à l'expression suivante qui est plus facile à résoudre avec le computeur:

$$\frac{V_{sr}}{V_{sr} + V_{sa}} = \frac{t}{T} = \frac{d}{D}$$

Exemple:

On connaît: La distance totale D = 920 NM,
la vitesse sol aller V_{sa} = 240 kt,
la vitesse sol retour = 210 kt,
le temps de vol total V_{sr} = 3 h 50 min ou 230 min.

On cherche: La distance à parcourir jusqu'au point équitemps d,
le temps de vol jusqu'au point équitemps t.

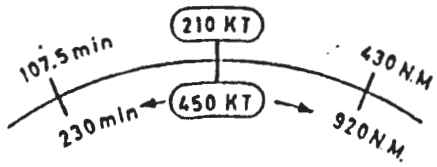

Fig. 20

Calcul intermédiaire: $V_{sa} + V_{sr}$ = 450 kt.

Mise au point: Placer le curseur, dans l'échelle extérieure, sur la vitesse sol retour 210; amener sous le curseur la somme de $V_{sa} + V_{sr} = 450$ de l'échelle intérieure.

Après cette pose, nous pouvons lire, face à face sur les échelles mobile et fixe, les valeurs correspondant à la formule ci-dessus, à savoir t et T, d et D.

Lecture:
1. Quand on place le curseur sur la valeur T = 230 min de l'échelle intérieure, on lit, t = 107,5 min sur l'échelle extérieure.
2. Quand on place ensuite le curseur sur la valeur D = 920 NM de l'échelle intérieure, on lit d = 430 NM sur l'échelle extérieure.

Résultat: Le point équitemps est atteint après 107,5 minutes de vol, la distance parcourue étant alors de 430 NM.

6.2.5 Détermination du point de non retour (P.N.R)

Le point de non retour d'un vol donné (Point of No Return) est fonction de l'autonomie de vol de l'appareil. Au-delà du P.N.R., les réserves de carburant ne sont plus suffisantes pour permettre le retour à la base de départ. Il faut soit tenter de gagner l'aéroport de destination, soit dérouter l'appareil. Il est également d'usage courant de déterminer le P.N.R. avec réserve (Point of Safe Return), pour lequel le carburant restant est calculé avec une marge de sécurité pour attente ou déroutement.

Le P.N.R. est déterminé selon l'équation

$$t_{p.n.r.} = \frac{T_a \times V_{sr}}{V_{sa} + V_{sr}},$$

dans laquelle $t_{p.n.r}$ = le temps de vol jusqu'au point de non retour
T_a = l'autonomie de l'appareil.

Cette expression est identique dans sa forme à celle qui sert au calcul du point équitemps; on la ramène donc à une proportion similaire:

$$\frac{t_{p.n.r.}}{T_a} = \frac{V_{sr}}{V_{sa} + V_{sr}}$$

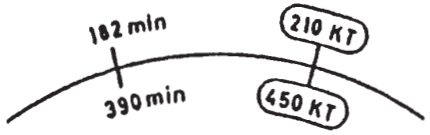

Fig. 21

Exemple:

On connaît: L'autonomie = 6 h 30 min = 390 min, la vitesse sol aller = 240 kt, la vitesse sol retour = 210 kt, $V_{sa} + V_{sr} = 450$ kt.

Mise au point: Poser face à face V_{sr} et $V_{sa} + V_{sr}$, comme indiqué au chapitre 6.2.4.

Lecture: Lire le temps de vol jusqu'au P.N.R. sur l'échelle extérieure, en face de l'autonomie (échelle intérieure).

Résultat: Le point de non retour P.N.R. est atteint après 182 min ou 3 h 2 min h de vol.

Pour déterminer sa position géographique, on cherche sa distance à l'aide de la vitesse sol aller selon l'habituelle méthode des rapports temps-parcours (cf. chapitre 6.2.3). Distance: 728 NM.

7. Calculs de consommation

7.1 On connaît: La consommation horaire = 220 Imp. Gal., le temps de vol = 3 h 24 min = 204 min, la densité = 0,72..

On cherche: La consommation totale et le poids du carburant consommé en lb.

Fig. 22

11.1.7 Correction de cap

On connaît: L'effet du vent (en NM).
La distance parcourue depuis le point de départ.

On cherche: L'erreur de cap et la correction de cap.

Mise au point et lecture:
(1) Amener une quelconque des points cardinaux sous le repère TRUE INDEX.
(2) Tracer une ligne correspondant au déplacement latéral le long de l'échelle des vitesses, soit vers le haut, soit vers le bas, à partir du centre de la grille.
(3) Amener sous le repère TRUE INDEX une autre point cardinal à 90° du premier.
(4) Poser la distance parcourue (sur l'axe central du diagramme) sous le centre du disque mobile transparent.
(5) Lire l'erreur de cap en degrés sur la ligne radiale des dérives, apparaissant sous la pointe du vecteur effet du vent.
(6) Glisser sous le centre du diagramme la distance restant à parcourir; lire l'angle de correction de cap comme sous (5) ci-dessus.
(7) Additionner les deux angles et, selon la valeur positive ou négative du résultat, ajouter ou retrancher l'angle de correction total.

Exemple:

On connaît: Le cap vrai $C_v = 100°$.
La distance totale à parcourir = 380 NM.
L'effet du vent = 24 NM à droite, après un vol de 210 NM.

On cherche: L'angle de correction de cap.

Solution graphique sur papier voir fig. 55.

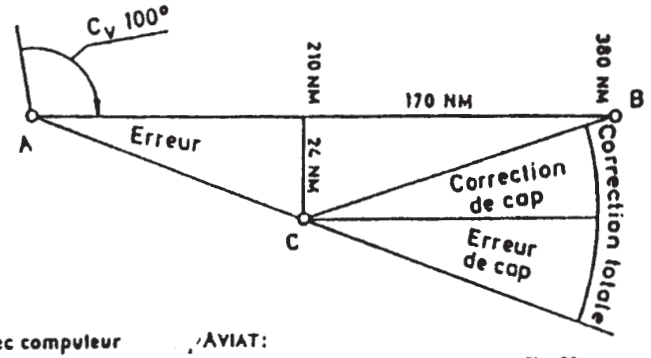

Fig. 55

Solution avec compteur AVIAT:

(1) Placer le Nord de la rose des vents sous le repère TRUE INDEX.
(2) Compter 24 NM sur l'axe central du diagramme, à partir du centre du disque transparent, soit vers le haut, soit vers le bas.
(3) Poser sous le repère TRUE INDEX soit l'ouest W, soit l'est E de la rose des vents.
(4) Amener 210 sous le trou central du disque transparent.
(5) Lire l'erreur de cap 6½° à la pointe du vecteur (voir fig. 56).
(6) Amener ensuite la distance 170 restant à parcourir sous le centre du disque transparent, pour lire l'angle de correction 8° (voir fig. 57).
(7) Soustraire du cap vrai de 100° la correction totale de 14½° (6½° + 8°); le nouveau cap à suivre est 85½°. Cette opération est effectuée de préférence avec l'arc de cercle gradué DRIFT LEFT.

On cherche: L'orientation de la position sol par rapport à la dernière position connue et la distance entre ces deux points.

Solution graphique sur papier (fig. 53):

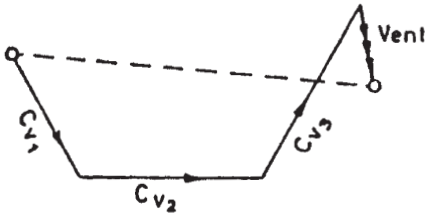

Fig. 53 Solution sur papier

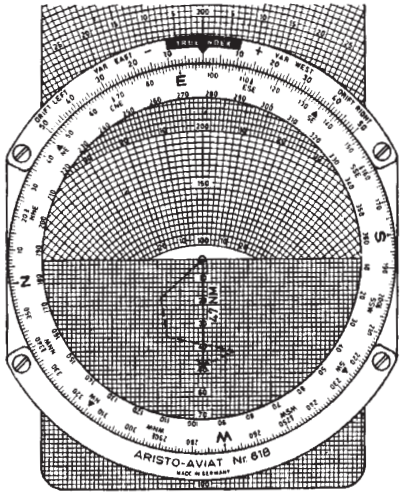

Fig. 54 Solution avec -AVIAT

Solution graphique avec compuleur ARISTO-AVIAT (fig. 54):

Mise au point:
(1) Placer le premier C_v = 145° sous le repère TRUE INDEX et le bord supérieur de la grille quadrillée au centre du disque transparent.
(2) Tracer un premier vecteur = 25,5 NM le long de l'échelle verticale de la grille, à partir du trou central du disque.
(3) Placer le deuxième C_v = 90° sous le repère TRUE INDEX.
(4) Glisser le bord supérieur de la grille sous la pointe du premier vecteur et tracer verticalement vers le bas le deuxième vecteur = 17 NM.
(5) Placer le troisième C_v = 20° sous le repère TRUE INDEX.
(6) Glisser le bord supérieur de la grille sous la pointe du deuxième vecteur et tracer verticalement vers le bas le troisième vecteur = 30 NM.
(7) Amener sous le repère TRUE INDEX la direction du vent = 340°.
(8) Glisser le bord inférieur de la grille quadrillée sous la pointe du dernier vecteur et tracer, verticalement vers le haut, un vecteur correspondant au déplacement dû au vent = 14 NM.
Pour un temps de vol total de 17 min., ce déplacement est déterminé par la relation

$$\frac{50}{\text{⚠}} = \frac{\text{déplacement en NM}}{\text{temps de vol total}}$$

le chiffre 50 représentant en noeuds la vitesse du vent.
(9) Tourner le disque mobile transparent, pour amener l'extrémité du vecteur vent sur l'axe central de la grille; glisser le bord supérieur de la grille sous le centre du disque transparent.

Lecture: Lire la direction de la position sol = 97° sous le repère TRUE INDEX et la distance = 47 NM le long de l'axe central de la grille.

Mise au point: Amener le repère horaire ⚠ de l'échelle des temps sous la valeur 220 de la consommation horaire (anneau extérieur).

Lecture: Lire la consommation totale de 748 Imp. Gal. sur l'échelle extérieure, en face du temps de vol 204 de l'échelle des temps.

Conversion: Capacité en poids (selon chapitre 4.3.2).

Résultat: 5390 lb (fig. 22).

Fig. 23

7.2 On connait: La consommation totale = 1470 U.S. Gal.,
le temps de vol = 4 h 5 min = 245 min.

On cherche: La consommation horaire.

Résultat: 360 U.S. Gal. (fig. 23).

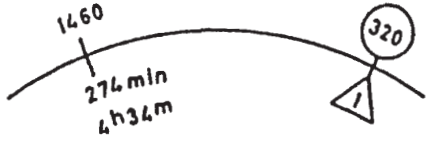

Fig. 24

7.3 On connait: La consommation horaire = 320 U.S. Gal.,
Le carburant disponible = 1460 U.S. Gal.

On cherche: L'autonomie.

Mise au point: Amener le repère horaire ⚠ sous la valeur 320 de la consommation.

Lecture: Lire la durée maxima du vol sur l'échelle des temps, en face de la valeur 1460 du carburant disponible (anneau extérieur).

Résultat: 274 min (fig. 24).

8. Navigation isobarique (Pressure Pattern Flying)

8.1 Détermination de la composante de vent traversier V_n au moyen de mesures de différence d'altitude

La composante de vent V_n traversier est calculée d'après la formule

$$V_n = \frac{C\,(D_2 - D_1)}{\sin L_m \times V_p \times t}$$

dans laquelle: C = la constante 21,47.
L_m = la latitude moyenne entre les deux points de mesure.
D_1 = la différence d'altitude entre Z_{v1} et Z_{p1} en pieds.
D_2 = la différence d'altitude entre Z_{v2} et Z_{p2} en pieds.
V_p = la vitesse propre de l'appareil en nœuds.
t = le temps de vol entre deux points de mesure.
d = $V_p \times t$ = la distance air parcourue en milles nautiques (Air Distance).

L'échelle des latitudes (LATITUDE) du disque intérieur tient compte de l'expression $\frac{C}{\sin L_m}$ de l'équation ci-dessus (facteur "K").

Aussi peut-on simplifier l'équation en écrivant:

$$V_n = K\frac{D_2 - D_1}{d} \quad \text{ou} \quad \frac{V_n}{K} = \frac{D_2 - D_1}{d}$$

Exemple:

10.00 h	Altitude vraie Z_{v1}	10240 ft
	(sonde radio altimétrique)	
	Altitude pression Z_{p1}	10100 ft
	$D_1 = Z_{v1} - Z_{p1}$	+140 ft
10.50 h	Altitude vraie Z_{v2}	10050 ft
	Altitude pression Z_{p2}	10100 ft
	$D_2 = Z_{v2} - Z_{p2}$	− 50 ft

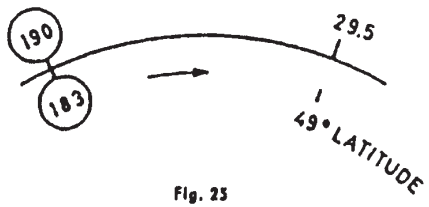

Fig. 25

$D_2 - D_1 = -50 - (+140) = -190$ ft,
Vitesse propre = 220 kt,
Distance parcourue en 50 min = 183 NM,
Latitude moyenne = 49° N.

La différence entre D_2 et D_1 faisant ressortir une valeur négative, l'appareil vole d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression. D'après la loi de Buys-Ballot, le vent souffle dans ces conditions, dans l'hémisphère nord, de la gauche vers la droite. La composante de vent traversier est donc positive.

Mise au point: Amener la valeur 183 de la distance air de l'échelle des minutes MIN en face de la différence 190 entre les deux facteurs D (échelle extérieure DISTANCE). Placer le curseur sur la latitude moyenne 49° N de l'échelle des LATITUDES.

Lecture: Lire sur l'anneau extérieur, sous le trait du curseur, la valeur de la composante de vent traversier $V_n = 29{,}5$ kt.

8.2 Détermination de l'effet du vent Z_n entre deux points de mesure

On calcule d'après la formule $Z_n = \frac{K\,(D_2 - D_1)}{V_{pe}}$, exprimée pour plus de commodité sous forme de rapport: $\frac{Z_n}{K} = \frac{D_2 - D_1}{V_{pe}}$.

Dans cette formule: K = le facteur défini au chapitre 8.1,
D_1 = la différence d'altitude en pieds, 1ère mesure,
D_2 = la différence d'altitude en pieds, 2ème mesure,
V_{pe} = la vitesse propre effective entre les deux points de mesure.

La valeur de Z_n est utilisée pour tracer les lignes de positions appelées P.L.O.P. (Pressure Lines of Position).

Exemple: $D_2 - D_1 = -170$ ft.
$V_{pe} = 175$ kt.
$L_m = 38°$ N.

Fig. 26

Mise au point: Mettre face à face sur l'anneau extérieur et sur l'échelle du bord du disque central la différence d'altitude 170 ft et la valeur de $V_{pe} = 175$ kt. Poser ensuite l'index du curseur, dans l'échelle des latitudes, sur la valeur $L_m = 38°$.

Lecture: Lire sous l'index du curseur, sur l'échelle extérieure, la valeur $Z_n = 34$ NM, c'est-à-dire l'effet du vent latéral pour le temps de vol entre les deux points de mesure.

La différence de $D_2 - D_1$ étant négative, le vecteur correspondant à l'effet du vent $Z_n = 34$ NM doit être reporté à la droite de la position air, perpendiculairement au cap, pour le deuxième point de mesure.

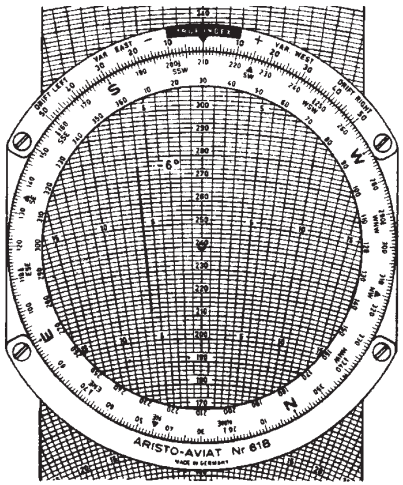

Fig. 51

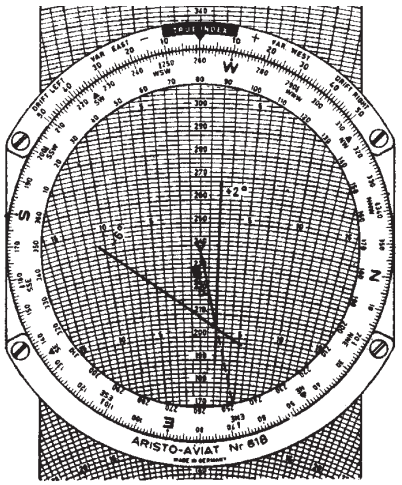

Fig. 52

11.1.6 Détermination de la position sol d'après la position air

La position sol est déterminée au moyen de la grille quadrillée des diagrammes B, G ou H.

On connaît: Les différents caps suivis, la vitesse propre et le vent.

On cherche: La direction et la distance de la position sol, par navigation à l'estime, depuis la dernière position connue.

Mise au point:
(1) Poser le premier cap suivi sous le repère TRUE INDEX.
(2) Amener le bord supérieur de la grille quadrillée au centre du disque mobile transparent; tracer le long de l'axe central, vers le bas et à l'échelle appropriée, la distance air parcourue, sans tenir compte de l'effet du vent.
(3) Poser le deuxième cap suivi et tracer la nouvelle distance air parcourue à la suite du premier vecteur, verticalement vers le bas.
(4) Procéder de la même manière pour tous les caps suivis au cours du vol.
(5) Poser ensuite la direction du vent sous le repère TRUE INDEX.
(6) Tracer ensuite, à partir de la dernière position air, et vers le haut, un vecteur correspondant à l'effet total du vent pendant la tenue des différents caps.
(7) Amener la pointe de ce vecteur vent vers le bas sur l'axe central de la grille quadrillée.

Lecture: Lire sous le repère TRUE INDEX l'orientation de la position sol par rapport au point de départ. La distance sol entre le point de départ et la position sol cherchée est lue sur l'échelle de l'axe central de la grille, entre la pointe du vecteur vent et le centre du disque mobile transparent.

Exemple:

On connaît: La vitesse propre $V_p = 255$ kt, le vent = 340°/50 kt,
1er $C_v = 145°$, temps de vol = 6 min (distance air = 25,5 NM),
2ème $C_v = 90°$, temps de vol = 4 min (distance air = 17 NM),
3ème $C_v = 20°$, temps de vol = 7 min (distance air = 30 NM).
Les distances air parcourues sont calculées selon la méthode exposée au chapitre 6.2.3.

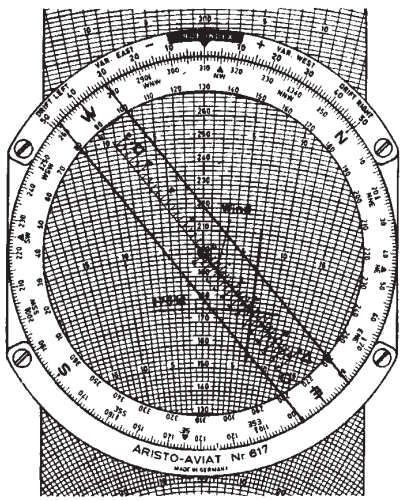

Fig. 49

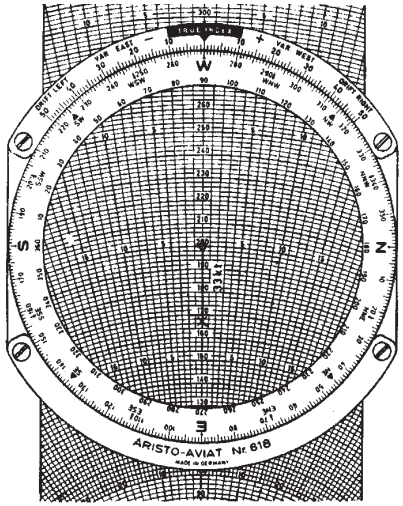

Fig. 50

11.1.5 Détermination du vent à partir de deux ou de plusieurs dérives

Quand on mesure la dérive pour deux caps vrais (dont la différence angulaire doit être d'au moins 45°, pour obtenir un résultat satisfaisant), on peut déterminer le vent, quand la vitesse propre est connue.

Solution avec computeur AVIAT:

(a) Amener la vitesse propre (arc de cercle du diagramme) sous le trou central du disque transparent.

(b) Placer le 1er cap vrai sous le repère TRUE INDEX.

(c) Décalquer sur le disque transparent la ligne radiale correspondant à cette première dérive.

(d) Placer le 2ème cap vrai sous le repère TRUE INDEX.

(e) Décalquer la ligne radiale correspondant à la deuxième dérive et marquer le point d'intersection.

(f) Amener le curseur rotatif sur le point d'intersection et lire la direction et la vitesse du vent.

AVIAT 618: Amener le point d'intersection sur l'axe zéro, vers le bas, pour y lire la vitesse du vent; lire la direction du vent sous le repère TRUE INDEX.

Exemple: Vitesse propre V_p = 240 kt,
1er cap vrai = 210° — 1ère dérive = — 6°,
2ème cap vrai = 260° — 2ème dérive = + 2°.

Mise au point: (1) Placer l'arc 240 kt au centre du disque.
(2) Amener 210° sous le repère TRUE INDEX (fig. 51).
(3) Tracer la ligne de dérive — 6°.
(4) Amener 260° sous le repère TRUE INDEX (fig. 52).
(5) Marquer le point d'intersection des deux lignes de dérive (— 6° et + 2°).
(6) Placer le curseur rotatif sur le point marqué.
(7) Lire la direction 248° et la vitesse 36 kt du vent.
Modèle 618: Amener le point marqué sur l'axe zéro, pour y lire la vitesse du vent; lire la direction du vent sous le repère TRUE INDEX.

Résultat: Vent = 248°/36 kt.

8.3 Calcul de la dérive avec V_n et Z_n

La détermination de la dérive à partir de la composante de vent traversier V_n et de l'effet du vent Z_n fait l'objet du chapitre 11.1.9 qui traite de la résolution graphique des triangles des vitesses.

9. Calculs de la vitesse par rapport à l'air

9.1 Avec AVIAT 610 · 613 · 615 · 617 · 618

Les indicateurs de vitesse par rapport à l'air sont étalonnés sur l'atmosphère standard internationale. Si la densité de l'air diffère à une altitude de vol donnée de la densité standard au niveau de la mer, la vitesse propre de l'avion n'est pas égale à la vitesse indiquée par le badin, même si l'indicateur ne présente aucun défaut et si l'éventuelle erreur de l'instrument a été corrigée. Les principaux facteurs déterminant la densité de l'air, sont la pression de l'air et la température. La relation existant entre la pression de l'air et l'altitude, permet d'utiliser l'altitude pression au lieu de la pression atmosphérique pour le calcul de la vitesse propre.

Sur les computeurs AVIAT 610, 613, 615, 617 et 618 la vitesse propre, c'est-à-dire la vitesse par rapport à l'air, est calculée au moyen des échelles AIR SPEED (fig. 1, f). Or, aux vitesses élevées, le thermomètre de bord indique des températures supérieures aux valeurs réelles, en raison de l'échauffement provoqué par la compression de l'air. Pour être utilisées sur le computeur, les températures doivent donc être corrigées. Les taux de correction de la température en fonction de la vitesse propre sont relevés sur les deux échelles TEMP. CORR. du disque intérieur.

Par exemple: Pour une vitesse de 600 km/h, la lecture du thermomètre de bord doit être corrigée de — 10° C; pour une vitesse de 500 kt, on retranche 23° C.

La double échelle de correction des températures ne donne que des valeurs approximatives, parce que l'ordre de grandeur de l'erreur due à l'échauffement causée par le frottement, c'est-à-dire par la compressibilité de l'air, est fonction de la forme et de l'emplacement de la sonde thermométrique. Des taux de correction plus exacts ressortent des tables de correction établies par les constructeurs pour chaque type d'avion.

9.1.1 Détermination de la vitesse propre (T.A.S.)

On connaît: La vitesse instrumentale corrigée (R.A.S. Rectified Air Speed)
La température extérieure corrigée, en degrés centigrades (C.O.A.T.),
L'altitude pression en pieds ou km.

On cherche: La vitesse propre (T.A.S. = True Air Speed)

Mise au point: Mettre face à face la température extérieure corrigée (sur l'échelle rouge des températures C.O.A.T. -f-) et l'altitude pression (en km dans la fenêtre extérieure, en ft. dans la fenêtre intérieure PRESS. ALT.)

Lecture: Lire la vitesse propre T.A.S. sur l'échelle extérieure (b) en regard de la vitesse corrigée R.A.S., posée dans l'échelle (c) du disque mobile.

En posant la température, il faut tenir compte de sa valeur (positive ou négative). Chaque intervalle des deux échelles correspond à 5° C, les valeurs intermédiaires jusqu'à 1° près pouvant être estimées. Seules les valeurs 20, 40 etc. sont chiffrées. Sur l'échelle des altitudes en pieds, chaque intervalle représente 1000 ft; les centaines peuvent être estimées entre les graduations. Sur l'échelle des altitudes en kilomètres, chaque intervalle correspond à 200 m. En se servant du curseur, on peut utiliser les deux échelles d'altitude pression pour la conversion des km en ft et vice-versa.

Exemple:

On connaît: La vitesse corrigée (R.A.S.) = 170 kt.
La température extérieure corrigée = — 5° C.
L'altitude pression = 9000 ft.

On cherche: La vitesse propre (T.A.S.).

Résultat: T.A.S. = 194 kt.

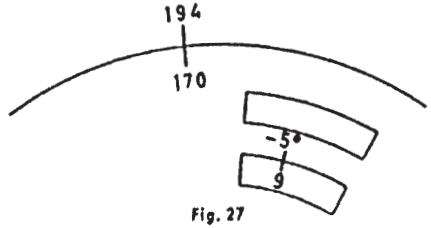

Fig. 27

9.1.2 Détermination de la vitesse corrigée (R.A.S.)

On connait: La vitesse propre (T.A.S.) = 230 kt.
La température extérieure = — 21° C.
L'altitude pression = 6800 m.

On cherche: La vitesse corrigée (R.A.S.).
Correction de la température: — 5° C,
d'où C.O.A.T. = — 26° C.

Mise au point: Identique à celle de l'exemple 9.1.1 ci-dessus.

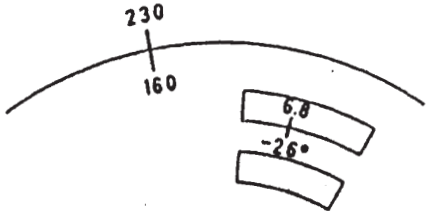

Fig. 28

Lecture: Lire la vitesse corrigée sur l'échelle du bord du disque intérieur, en regard de la vitesse propre (échelle extérieure).

Résultat: R.A.S. = 160 kt.

9.1.3 Correction de l'erreur de compressibilité

En calculant la vitesse propre à l'aide des compteurs AVIAT 617 et 618, on ne tient pas compte de l'erreur due à la compressibilité de l'air. Cette erreur n'est d'ailleurs notable qu'aux vitesses supérieures à 200 kt et aux grandes altitudes. Au niveau de la mer, l'effet de la compressibilité de l'air fait l'objet d'une correction dès l'étalonnage des indicateurs de vitesse. Pour les appareils dont la vitesse nécessite la correction de l'effet de compressibilité de l'air, les constructeurs fournissent des tables de correction ou des abaques établies d'après les résultats des vols d'essai. Utilisées de pair avec les courbes de performance, elles permettent de déterminer avec précision la vitesse propre corrigée. Désormais, il existe en outre des indicateurs qui donnent directement la vitesse propre de l'appareil, corrigée de l'erreur due à l'effet de compressibilité.

Un autre mode de calcul pour la vitesse propre des avions à réaction équipés d'un indicateur Mach, est basé sur la relation

$$\text{Nombre de Mach} = \frac{\text{Vitesse propre}}{\text{Vitesse du son}}$$

La table ci-dessous permet de déterminer le facteur de correction de l'erreur due à la compressibilité de l'air, pour les différentes altitudes et vitesses:

Altitude Pression en pieds (ft)	Vitesse instrumentale corrigée en nœuds (kt)							
	200	250	300	350	400	450	500	550
10000	1,0	1,0	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97
20000	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93
30000	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94	0,91	0,90	0,89
40000	0,96	0,94	0,92	0,90	0,90	0,87	0,87	0,86
50000	0,93	0,90	0,87	0,86	0,86	0,84	0,84	0,84

Pour calculer la vitesse propre corrigée, on lit dans la table ci-dessus le facteur de correction correspondant à la vitesse et à l'altitude données; ensuite on multiple par ce facteur de correction la vitesse propre, déterminée selon la méthode décrite au chapitre 9.1. Le résultat n'est pas absolument exact, parce que l'on ne tient pas compte de la différence qui existe au niveau de vol entre la température extérieure réelle et la température en atmosphère standard.

de cercle 210 kt (V_p) sous l'extrémité du vecteur vitesse vent. Le diagramme B utilisé dans l'exemple de fig. 46 montre l'interdépendance entre le type de diagramme et la longueur du vecteur vent. Le résultat est lu selon la méthode exposée ci-dessus.

11.1.4 Détermination du vent à partir de la dérive et de la vitesse sol

On connait: Le cap vrai C_v.
La vitesse propre V_p.
La vitesse sol V_s.
La dérive.

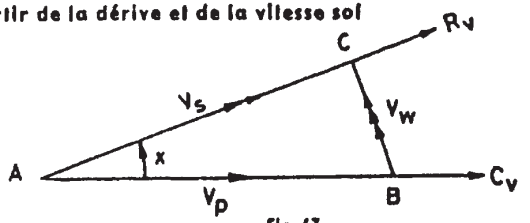

Fig. 47

Solution graphique sur papier:

(1) Tracer le cap vrai; porter sur la ligne droite ainsi obtenue la vitesse propre (vecteur AB).
(2) Tracer, à partir du point A, une droite faisant avec le cap vrai un angle égal à la dérive (à droite si elle est positive, à gauche si elle est négative). Le vecteur AC correspond à la vitesse sol et à la route vraie.
(3) En reliant les points B et C, on définit la direction et la vitesse du vent.

Solution graphique avec compteur AVIAT 613 ou 617:

(a) Poser le cap vrai sous le repère TRUE INDEX.
(b) Glisser la vitesse propre sous le trou central du disque mobile transparent.
(c) Marquer d'une croix l'intersection de la ligne de dérive avec l'arc de cercle figurant la vitesse sol.
(d) Amener le curseur rotatif sur la croix marquée; utiliser l'échelle qui correspond au type de diagramme employé.
(e) Lire la direction du vent sur la rose des vents rouge et la vitesse du vent sur l'échelle appropriée, au point marqué.

Exemple:

On connait: Le cap vrai C_v = 310°.
La vitesse propre V_p = 200 kt.
La vitesse sol V_s = 176 kt.
La dérive = + 7°.

On cherche: La direction et la vitesse du vent.

Mise au point: Poser le cap vrai 310° sous le repère TRUE INDEX (fig. 49); amener la vitesse propre 200 kt sous le trou central du disque mobile. Poser le curseur sur le point de rencontre de la ligne de dérive + 7° (positive = à droite) et de l'arc de la vitesse sol 176 kt.

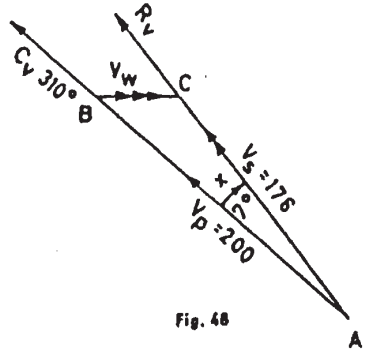

Fig. 48

Lecture: Lire à l'aide du curseur la direction du vent 270° et la vitesse du vent 33 kt.

Quand on utilise l' AVIAT 618, on marque la pointe du vecteur vent et on la tourne vers le bas le long de l'axe zéro du diagramme. La direction du vent est lue sur la rose des vents noire, sous le repère TRUE INDEX. La vitesse du vent est lue sur l'échelle des vitesses, le long de l'axe zéro du diagramme. La lecture est facilitée, quand on place une valeur ronde, p. e. 200 (fig. 50), à la pointe du vecteur vent ou sous le centre du disque transparent.

(3) Autour du point B ainsi trouvé, on tire un arc de cercle dont le rayon correspond à la vitesse propre et qui coupe la route vraie en A. Enfin, on relie les points A et B.
L'angle BAC est égal à la dérive.
Le vecteur AC est égal à la vitesse sol.

Solution graphique avec computeur -AVIAT 613, 617 ou AVIATJET 647.

(a) Poser la route vraie sous le repère TRUE INDEX.

(b) Tourner l'indicateur rotatif dans la direction du vent (à contre-vent) sur la rose des vents noire; lire la vitesse du vent sur l'échelle appropriée de l'indicateur.

(c) Amener la vitesse propre (arc de cercle du diagramme coulissant) sous la valeur de la vitesse vent (échelle de l'indicateur rotatif).

(d) Lire la dérive sous l'extrémité du vecteur vent, aux lignes radiales, et la vitesse sol sous le centre du disque transparent.

Exemple:

On connaît: La route vraie R_v = 48°.
Le vent V_w = 350°/30 kt.
La vitesse propre
V_p = 210 kt.

On cherche: La vitesse sol V_s
et la dérive.

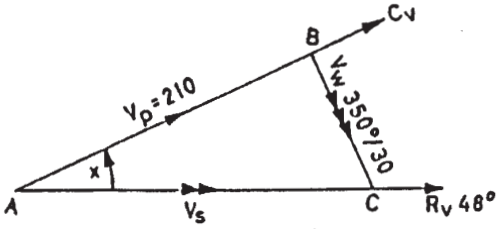

Fig. 44

Mise au point: Faire apparaître 48° sous le repère TRUE INDEX. Tourner le curseur sur 350° de la rose des vents noire (à contre-vent) (fig. 45). Amener l'arc de cercle 210 kt du diagramme mobile sous la pointe 3 (30 kt) du vecteur vent du curseur.

Lecture: Lire la vitesse sol V_s = 192 kt au centre du disque et la dérive = + 7° sous la pointe du vecteur vent.

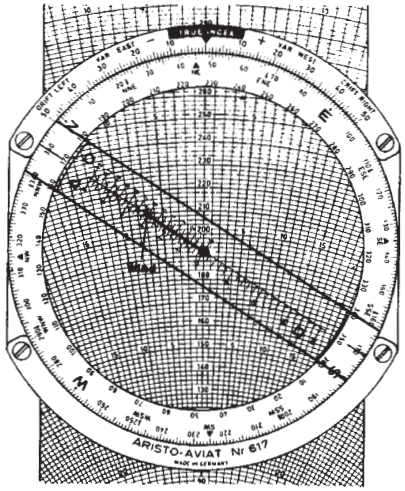

Fig. 45

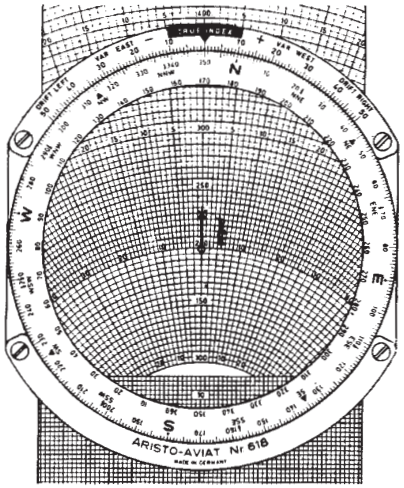

Fig. 46

Quand on veut résoudre le même problème avec l' -AVIAT 618, on pose d'abord la direction du vent 350° de la couronne noire sous le repère TRUE INDEX. Ensuite on trace le vecteur vitesse vent vers le haut, le long de l'axe central du diagramme (fig. 46). Tourner enfin le disque mobile, pour faire apparaître la route vraie 48° sous le repère TRUE INDEX, et glisser l'arc

Exemple: Vitesse corrigée R.A.S. = 320 kt,
Altitude pression = 20000 ft,
Température extérieure lue
= — 6° C.
Vitesse propre (estimée pour la détermination du facteur de correction de la température)
= 430 kt.
Correction de la température
= — 17 °C.
Ajoutée à la valeur lue sur le thermomètre de bord, la correction donne la température extérieure réelle = — 23 °C.

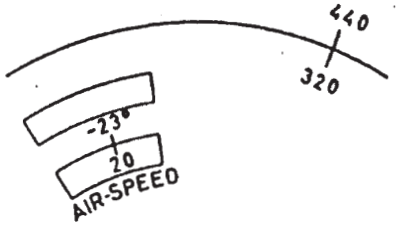

Fig. 29

Vitesse propre (non corrigée) = 440 kt.

Facteur de correction = 0,97.

Vitesse propre (après correction de l'erreur due à l'effet de compressibilité de l'air): 440 × 0,97 = 427 kt.

9.1.4 Calcul de la vitesse du son et du nombre de Mach

La relation entre Mach, vitesse propre et vitesse du son (voir chapitre 9.1.3) permet de calculer l'inconnue à l'aide de deux valeurs connues.

9.1.4.1 Nombre de Mach

Le nombre de Mach est déterminé à l'aide des repères M (km/h) et M (kt) qui apparaissent dans les fenêtres PRESS ALT km et ft sur les échelles AIR SPEED. Le repère M (kt) se trouvant en-dehors de l'échelle, on le trouve en tournant le disque intérieur vers la gauche.

Mise au point: Placer le repère M (kt) sous la valeur de la température corrigée selon l'altitude de vol (C.O.A.T.).

Lecture: Lire le nombre de Mach sur l'échelle mobile, en face de la vitesse propre (échelle extérieure fixe).

Exemple: Vitesse propre = 420 kt.
Température extérieure corrigée en fonction de l'altitude de vol = — 35 °C.

Résultat: Nombre de Mach = 0,7.

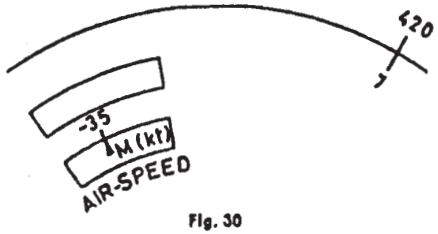

Fig. 30

9.1.4.2 Vitesse du son

Etant donné que la vitesse du son est fonction de la température et compte tenu de la relation $C_s = \frac{V_p}{M}$ entre Mach, vitesse propre et vitesse du son, on peut trouver la vitesse du son en plaçant le repère M (kt) ou M (km/h) en regard de la température extérieure corrigée, tout comme pour l'exemple du chapitre 9.4.1.

Mise au point: Amener le repère M (kt) en face de la température extérieure à l'altitude de vol.

Lecture: Lire le nombre de Mach sur l'échelle extérieure fixe, en regard du repère ⑩ de l'échelle des minutes.

Exemple: Température extérieure à l'altitude de vol = — 35° C.

Résultat: En face du repère ⑩, on lit la vitesse du son = 600 kt.

Fig. 31

9.2 Calculs de la vitesse avec l' -AVIATJET 647

L' -AVIATJET 647 permet de simplifier ces calculs pour les grandes vitesses et les grandes altitudes. Ces calculs tiennent automatiquement compte de la compressibilité de l'air; l'augmentation de la température par l'échauffement dû à la compression du thermomètre extérieur est lue dans la fenêtre TEMP. RISE. On peut donc calculer la température extérieure réelle en partant de la température indiquée.

La première manœuvre qui consiste à mettre face à face CAL. AIRSPEED et PRESS. ALTITUDE, donne déjà le nombre de Mach. Pour la lecture de la vitesse propre, il faut se servir du curseur.

9.2.1 Calcul de la vitesse propre T.A.S.

On connaît: La vitesse indiquée V_a (C.A.S. Calibrated Air Speed) en kt.
La température indiquée en °C.
L'altitude pression en ft.

On cherche: La vitesse propre T.A.S.
Le nombre de Mach.
L'augmentation de la température (TEMP. RISE).
La température extérieure corrigée.

Mise au point: Mettre face à face dans la section jaune la vitesse indiquée C.A.S. et l'altitude pression (échelle f). Amener le trait du curseur sur le point d'intersection de la spirale-guide avec la courbe de température (l) correspondant à la température indiquée.

N. B. Le curseur rotatif porte des repères pour C_T = 1,0; 0,95, 0,9 et 0,8. C_T = Temperature recovery coefficient.

Les lignes continues comptent pour la standard stratosphere température de — 56,5° C à une altitude d'environ 35.000 ft; les lignes interrompues comptent pour la standard sea level température de + 15° C. Pour C_T = 1,0, on utilise le repère continu du curseur.

Lecture: Lire la vitesse propre sur l'échelle TRUE AIRSPEED (x) sous le trait du curseur. Lire également sous le curseur, sur l'échelle TEMP. RISE (z) l'augmentation de la température. Le nombre de Mach est lu sous l'index de la fenêtre Mach.

N. B. L'augmentation de la température est toujours lue pour C_T = 1,0. Lorsqu'on travaille avec les courbes du curseur, on trouve toujours l'augmentation de la température exacte en multipliant la valeur Temp. Rise par C_T.

Exemple pour vol subsonique C_T = 1,0.

On connaît: V_a = 325 kt.
Alt. press. = 22000 ft.
Temp. indiquée = + 10° C.

On cherche: T.A.S. = 455 kt.
Augm. température = + 27° C.
Température extérieure = 10° — 27° = — 17°
Mach = 0,727 (fig. 32).

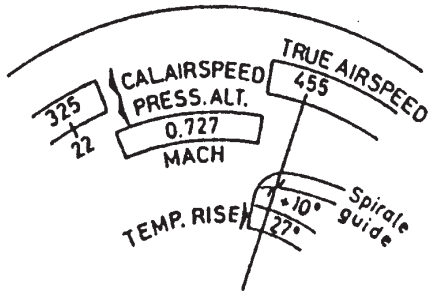

Fig. 32

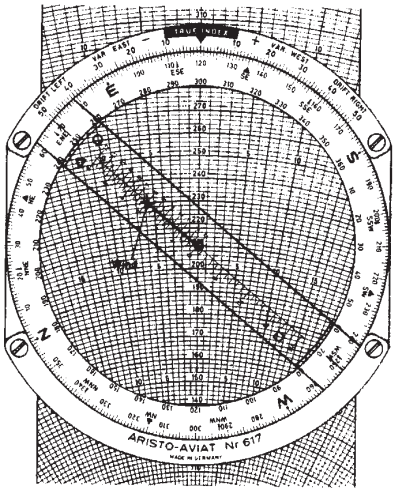

Fig. 41

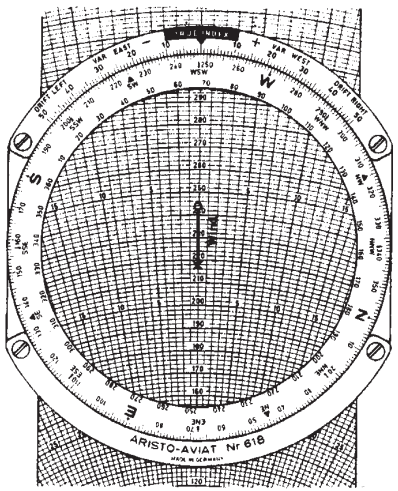

Fig. 42

l'axe central. Il suffit de marquer l'extrémité du vecteur vent d'une croix ou d'un point. Ensuite, on amène le cap vrai sous le repère TRUE INDEX, pour lire sous la marque (voir c ci-dessus) la dérive et la vitesse sol.

Exemple:

On connaît: Le cap vrai C_v et la vitesse propre V_p (mêmes données que ci-dessus)
Le vent V_w = 248°/26 kt.

On cherche: La dérive et la vitesse sol V_s.

Mise au point: (1) Placer la direction du vent 248° sous le repère TRUE INDEX (fig. 42).
(2) Reporter en bas du centre du disque transparent un vecteur égal à 26 kt. (A cet effet, on peut par exemple glisser l'arc 126 ou 226 sous le trou central et marquer d'une petite croix l'extrémité 100 ou 200 du vecteur).
(3) Amener le cap vrai 120° sous le repère TRUE INDEX.
(4) Poser la vitesse propre 210 kt au centre du disque.

Lecture: Sous l'extrémité du vecteur, on lit sur le diagramme coulissant:
la dérive = — 5°, la vitesse sol V_s = 227 kt.

11.1.3 Détermination de la dérive et de la vitesse sol (à partir de la route vraie)

On connaît: La route vraie R_v.
La vitesse propre V_p.
Le vent V_w.

On cherche: La dérive.
La vitesse sol V_s.

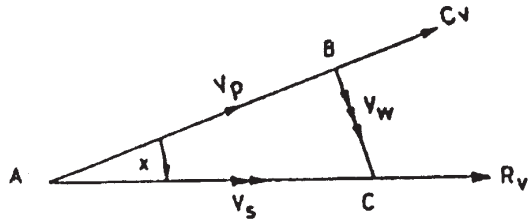

Fig. 43

Solution graphique sur papier:

(1) Tracer la ligne représentant la route vraie.
(2) A partir d'un point quelconque de la ligne obtenue, on trace une ligne contraire à la direction du vent.

Les trois échelles du curseur rotatif sont identifiées par les signes △, ⊙, □ et × qui apparaissent aussi sur les diagrammes appropriés (voir chapitre 2). L'échelle du curseur rotatif est donc choisie en fonction du diagramme portant le même signe, c'est-à-dire correspondant à la gamme de vitesses voulue.

11.1.2 Détermination de la dérive et de la vitesse sol

On connaît: Le cap vrai C_v.
La vitesse propre V_p.
La direction et la vitesse du vent V_w.

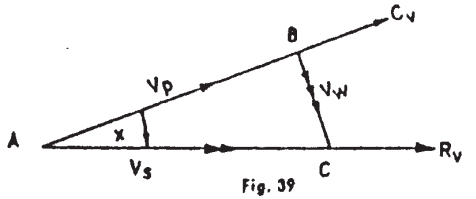

Fig. 39

Solution graphique sur papier:

(1) A partir du point origine A, on trace une ligne correspondant au cap vrai; puis, on y porte la vitesse propre.

(2) A partir de l'extrémité B du vecteur vitesse propre AB, on trace une ligne figurant la direction et la vitesse du vent, pour obtenir le point C.

(3) L'angle BAC est égal à la dérive x, le vecteur AC figurant la vitesse sol.

Solution graphique avec computeur AVIAT 613, 617 et AVIATJET 647:

(a) Poser sous le repère TRUE INDEX la valeur du cap vrai et déplacer le diagramme coulissant de manière à faire apparaître la vitesse propre sous le centre du disque transparent.

(b) Tourner le curseur rotatif dans la direction d'où vient le vent, en utilisant l'échelle rouge (q).

(c) Sous la vitesse du vent (échelle appropriée de l'indicateur), on peut lire maintenant, sur le diagramme, la dérive (lignes radiales) et la vitesse sol (arcs de cercle). On a parfois intérêt à marquer l'extrémité du vecteur vent avec la pointe du crayon, pour faciliter la lecture.

Exemple:
On connaît: Le cap vrai C_v = 120°.
La vitesse propre V_p = 210 kt.
Le vent V_w = 250°/30 kt.

On cherche: La dérive et la vitesse sol.

Mise au point: Poser 120° sous le repère TRUE INDEX (fig. 41); amener 210 kt sous le trou central du disque transparent; placer l'index du curseur rotatif sur la valeur 250° de la rose des vents rouge.

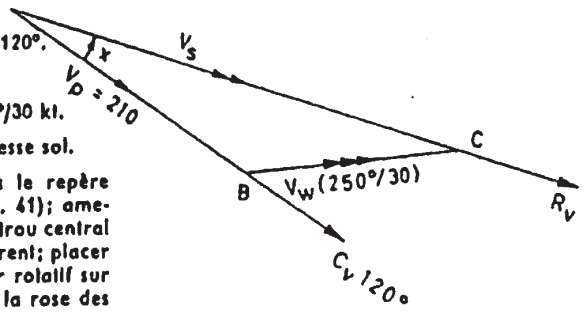

Fig. 40

Lecture: Sous la vitesse du vent 30 kt de l'échelle △ du curseur, on lit maintenant la dérive = — 6° et la vitesse sol V_s = 230 kt.

Les graduations DRIFT LEFT et DRIFT RIGHT de 0—50° de part et d'autre du repère TRUE INDEX servent à additionner et à soustraire la dérive, pour obtenir la route vraie. Pour l'exemple ci-dessus, on lit en effet sous la valeur — 6° de la partie gauche, négative, de cette échelle, la route vraie R_v = 114°.

Les utilisateurs du computeur AVIAT 618 sans curseur rotatif posent d'abord la direction du vent (rose des vents noire) sous le repère TRUE INDEX. La vitesse du vent est tracée vers le bas, à partir du trou central du disque transparent (fig. 42), le long de l'échelle des vitesses de

Exemple pour vol supersonique C_T = 1,0.
On connaît: V_a = 437 kt.
Alt. press. = 40000 ft.
Temp. indiquée = + 25° C.

On cherche: T.A.S. = 772 kt
Augm. température = 78° C.
Temp. extérieure
= + 25° — 78° = — 53° C.
Mach = 1,34 (fig. 33).

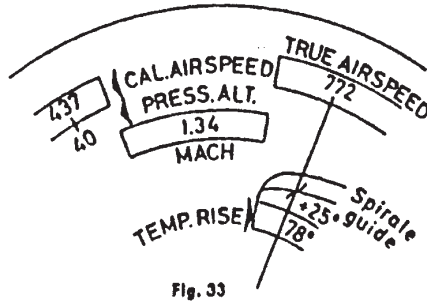

Fig. 33

Pour C_T = 0,8, on amène la courbe continue 0,8 du curseur sur l'intersection de la spirale avec le trait + 25°C. Puis, nous lisons T.A.S. = 797 kt et Temp. Rise = 82° C. L'augmentation réelle de la température est: 82° × 0,8 = 65,6°.

10. Calculs d'altitude

10.1 Détermination de l'altitude vraie

Les altimètres sont étalonnés à la pression en atmosphère standard. Les différences existant entre la pression réelle et la pression en atmosphère standard sont compensées par des réglages appropriés (QNH ou QFE). Quant aux différences de température qui sont une autre source d'erreurs, elles ne peuvent pas être compensées de la même façon par réglage de l'altimètre.
L'altitude vraie est déterminée au moyen de l'échelle (g) qui apparaît dans la fenêtre marquée ALTITUDE.

On connaît: L'altitude pression (Pressure Altitude) = 17000 ft.
L'altitude QNH = 17500 ft.
La température extérieure corrigée = — 10 °C.

On cherche: L'altitude vraie.

Mise au point: Poser l'altitude pression (17000) en regard de la température extérieure corrigée C.O.A.T. (— 10° C).

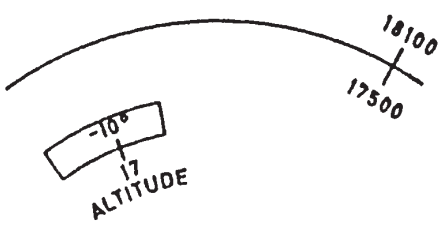

Fig. 34

Lecture: Lire l'altitude vraie 18100 ft sur l'échelle extérieure T.ALT. en face de l'altitude QNH 17500 (échelle mobile adjacente QNH.ALT.).

10.2 Détermination de l'altitude densité

10.2.1 Avec AVIAT 610 · 613 · 615 · 617 · 618

L'altitude densité est l'altitude qui correspond en atmosphère standard à la densité existant au niveau de vol. Etant donné que les performances moteur ne sont pas fonction de l'altitude absolue, mais bien de l'altitude densité, les abaques de performance des appareils sont tracées selon les données de l'altitude densité.

Mise au point: Poser face à face, sur les échelles AIR SPEED et C.O.A.T., la température extérieure corrigée et l'altitude pression.

Lecture: Suivre la flèche rouge qui part de l'échelle AIR SPEED vers la droite et lire l'altitude densité soit en km (bord supérieur de l'échelle), soit en milliers de pieds (bord inférieur de l'échelle), en face de l'index correspondant.

Exemple:

On connait: L'altitude pression = 16000 ft.
La température extérieure corrigée = — 30° C.

On cherche: L'altitude densité.

Résultat: 14300 ft.

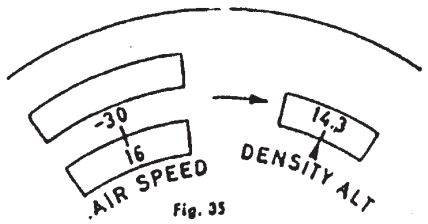

Fig. 35

10.2.2 Avec AVIATJET 647

L'échelle rouge (h) sous la fenêtre DENSITY ALTITUDE × 1000 ft se rapporte à l'échelle rouge des températures dans la partie non graduée de l'échelle CAL. AIRSPEED (f).

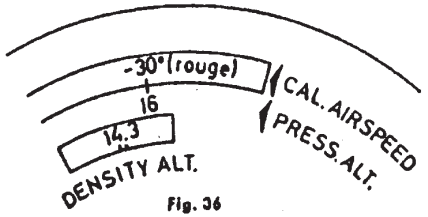

Fig. 36

Mise au point: Poser l'altitude pression sur l'échelle PRESS. ALTITUDE (f) sous la température corrigée C.O.A.T. de l'échelle rouge des températures.

Lecture: Lire l'altitude densité dans la fenêtre, sur l'échelle rouge (h). La figure ci-contre donne pour l'exemple énoncé au chapitre 10.2.1 une pose et une lecture similaires pour le même résultat. La coûtume internationale veut que les altitudes ne soient indiquées qu'en pieds (ft).

11. Calculs graphiques des triangles avec les computeurs AVIAT 613, 617, 618 et 647

Le verso des computeurs -AVIAT 613, 617, 618 et AVIATJET 647, utilisé avec les tirelles à graphiques coulissantes (o) et le disque mobile transparent (n), permet de résoudre graphiquement les problèmes de trigonométrie plane. Les lignes radiales représentant les dérives et les arcs de cercle concentriques figurant les vitesses, servent aux calculs des triangles des vitesses. Les surfaces quadrillées des graphiques B, G et H sont utilisées pour le cas particulier des triangles rectangles (voir page 38).

Pour écrire sur le disque transparent, utiliser un crayon à mine tendre ou un stylo encre; en aucun cas se servir d'un crayon à copier ou d'un stylo à bille dont les traces sont indélébiles.

11.1 Problèmes de triangles des vitesses

Sur les computeurs AVIAT, la solution de ces problèmes apparait avec une grande clarté. En effet, on pose graphiquement les différents éléments des triangles (angles, vecteurs), selon le va'eurs données. Voir fig. 37 pour les symboles employés.

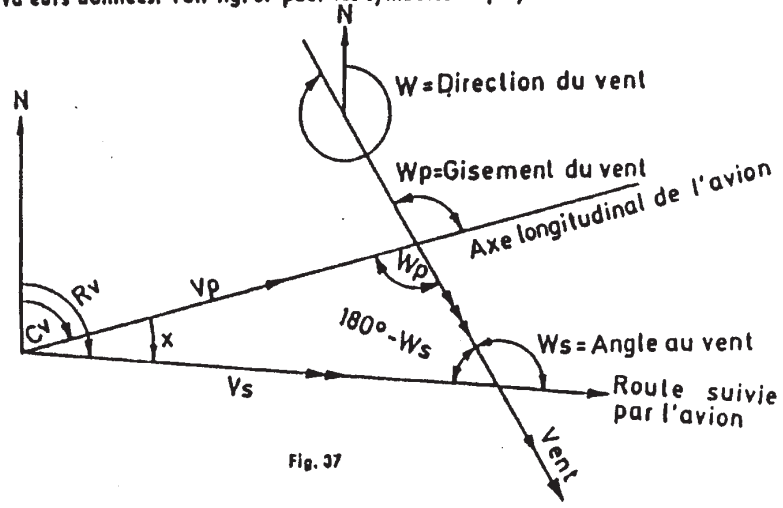

Fig. 37

11.1.1 Le triangle des vitesses

Le triangle de vitesses repose sur la combinaison vectorielle des différentes vitesses, à savoir de la vitesse propre V_p dans l'axe de l'avion (cap), de la vitesse du vent V_w dans la direction du vent et de leur résultante, la vitesse sol V_s dans l'axe de la route suivie.

Si le vent imprime à l'avion un mouvement de dérive vers la droite du cap, on parle d'une dérive positive (+); si l'avion est déporté vers la gauche, la dérive est dite négative (—). Si l'axe longitudinal de l'appareil est porté vers la droite par rapport à la route suivie, la dérive est négative; s'il est porté à gauche, la dérive est positive.

En d'autres termes: vent de gauche = dérive positive,
vent de droite = dérive négative.

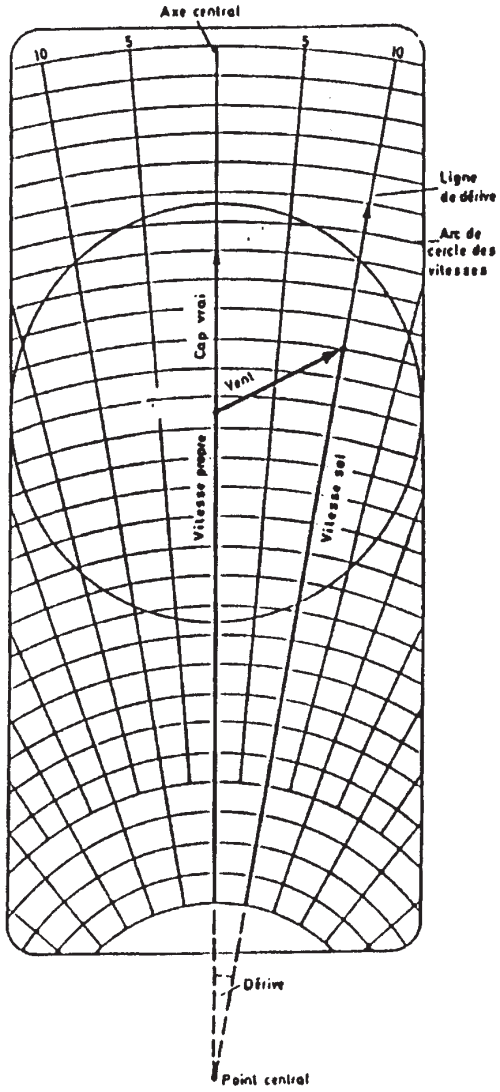

Fig. 38 Le triangle des vitesses

Sur les computeurs -AVIAT et AVIATJET le triangle des vitesses prend forme dès que le vecteur vent est dessiné sur le disque transparent et qu'il est amené sur la vitesse propre par déplacement du diagramme coulissant.

Les dérives sont en effet représentées sur le diagramme par un réseau de lignes radiales qui, prolongées en arrière, se rejoindraient dans un point central A, situé en-dehors du diagramme et qui représente aussi le centre des arcs de cercle figurant les vitesses (Point A = vitesse zéro). Les diagrammes des tirelles coulissantes portent les sections de lignes radiales et d'arcs de cercle correspondant aux gammes de vitesse désirées.

Le dessin fig. 38 ci-contre montre la construction d'un triangle des vitesses dans lequel on connait le cap vrai (axe longitudinal de l'appareil) C_v, la vitesse propre V_p (True Air Speed) et le vent. On amène la vitesse propre V_p sous le centre du disque transparent, sur l'axe central zéro, après quoi on trace le vecteur vent (direction et vitesse). Le triangle est ensuite complété par la ligne radiale correspondante qui figure le vecteur vitesse sol et fait apparaître le degré de dérive, en indiquant la route vraie.

Le curseur rotatif des computeurs -AVIAT 613, 617 et 647 porte une triple échelle des vitesses vent. On peut donc s'abstenir de tracer le vecteur vent dont la vitesse et la direction sont données par le curseur. La vitesse sol est lue directement sous l'extrémité du vecteur vent; quant à la dérive, elle ressort du diagramme.