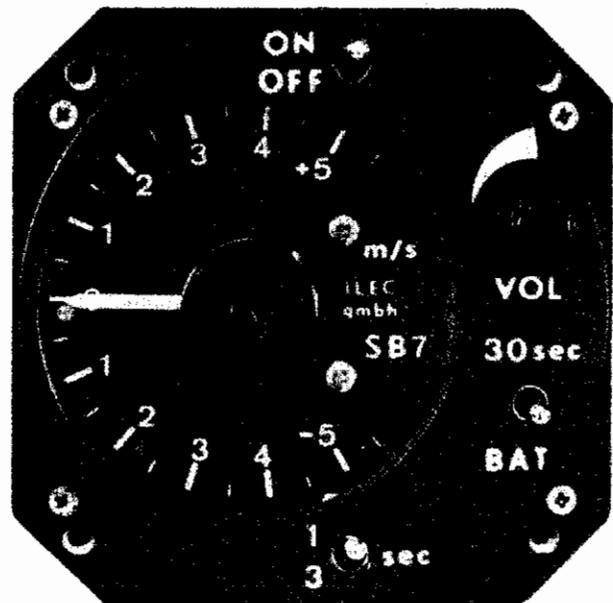


- VARIOMETERSYSTEM
- VARIOMETRE ELECTRONIQUE
- VARIOMETER SYSTEM

HANDBUCH

- "EINBAU UND BEDIENUNG"
- NOTICE D'UTILISATION
- INSTRUCTION MANUAL



ENSEMBLE VARIOMETRIQUE SB 7

I. GENERALITES

I.1 BUT DE L'INSTRUMENT

Le variomètre SB 7 est un instrument électro-pneumatique de mesure de la vitesse verticale destiné plus particulièrement aux planeurs. La valeur mesurée est présentée sous forme visuelle et auditive. Un soin extrême a été apporté à la fiabilité, la facilité d'utilisation et à une bonne perception physiologique, tant visuelle qu'auditive, de l'indication fournie.

I.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PRINCIPE DE MESURE

Le capteur, cœur de l'instrument, fonctionne sur la base de deux "perles" de thermistance chauffées à 100° C et montées l'une derrière l'autre dans le flux d'air entre la capacité et la prise de pression. En l'absence de flux, les deux thermistances consomment pour leur chauffage la même puissance, mais, avec un écoulement, la sonde en amont consomme plus de puissance que la sonde en aval. C'est cette différence entre les puissances de chauffage qui est utilisée comme signal de mesure.

Le capteur est caractérisé par une grande stabilité du zéro, une bonne linéarité, un rapport signal-bruit extrêmement bas et un coefficient de température du facteur de calibration très bien défini. La compensation précise en température du facteur de calibration est ainsi possible, rendant la mesure indépendante de la température de l'instrument, c'est-à-dire de la température de la cabine.

I.3 CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE L'INSTRUMENT

I.3.1 DONNEES GENERALES

- conception monobloc : L'indicateur, le haut-parleur, le réservoir pneumatique et tous les organes de commande sont regroupés dans l'instrument;
- interface de montage conforme aux normes aéronautiques (80 mm) et permettant l'échange d'instruments sans modification du tableau de bord;
- montage et branchement très faciles : un tournevis suffit;
- l'excellente fiabilité du zéro rend superflue une commande de réglage externe;
- deux filtrages du signal de sortie avec commutation manuelle; filtre à 1 seconde actif du 2ème ordre fournissant une indication rapide, mais sans nervosité, tout à fait adaptée au centrage en ascendance, et filtre à 3 secondes actif du 1er ordre optimal pour la transition et la recherche de thermique qui peut aussi servir au centrage par temps très turbulent (sa réponse est équivalente à celle d'un bon variomètre à palette);
- en option, un intégrateur fournissant en permanence la V_z moyennes des 30 dernières secondes; la valeur mesurée est présentée sur l'indicateur visuel quand on actionne la commande "30 s";
- lecture visuelle par aiguille pivotant de $\pm 120^\circ$;
- disques de vitesse amovibles et interchangeables;

- la gamme de mesure unique de ± 5 m/s suffit pour les vitesses verticales habituelles en Europe et offre une sensibilité suffisante pour les ascendances les plus faibles encore utilisables. On évite ainsi les risques de fausse interprétation de l'instrument à gammes multiples;
- la gamme de mesure du générateur audio est de ± 15 m/s et permet ainsi d'apprécier des vitesses verticales dépassant la gamme d'indication visuelle;
- la fréquence de base du signal audio croît de façon exponentielle avec la vitesse verticale. La sensibilité physiologique se trouve ainsi maintenue dans toute la gamme de mesure (l'oreille distingue le rapport de deux fréquences plutôt que leurs différences);

Afin d'accroître encore sa perception physiologique et aussi dans le but de la rendre plus agréable à l'oreille, le signal de base est modulé en fréquence avec une fréquence dépendant elle-même de la vitesse verticale. En descente la fréquence de modulation est constante à 1/sec donnant ainsi un signal tranquille qui ménage "l'énergie nerveuse" du pilote. Au zéro elle monte à 2/sec, et croît ensuite de façon exponentielle avec la vitesse de montée pour donner finalement un trille vers 15 m/s. Au passage de la vitesse verticale par le zéro l'amplitude de la modulation est ramenée graduellement au zéro de façon à produire une note unique. Ainsi le passage de la Vz par le zéro ne cause pas un changement brusque, mais une variation continue du signal sonore. Ceci correspond au phénomène - continu lui-même - dans la réalité. A l'oreille on arrive totalement à estimer le passage de la vitesse verticale de moins 3 à plus 3 m/s à 0,8 m/s près et on distingue aisément une variation de 10 m/s.

A l'aide d'un commutateur à l'intérieur de l'instrument on peut programmer le générateur audio de telle façon que le son est

1.3.2 CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES ET PHYSIQUES

1.3.2.1 ALIMENTATION ELECTRIQUE

- tension :

Toutes les spécifications sont remplies par une tension de 11,0 à 15,0 V. Pour une température de boîtier d'au moins 10° le système fonctionne encore à 9 V, l'étendue de mesure étant réduite à ± 5 m/s. Ainsi l'instrument fonctionnera jusqu'à l'épuisement total de la batterie.

- consommation :

20-25 mA avec une puissance sonore basse à moyenne, environ 60 mA à la puissance maximale du haut-parleur (0,3 W)

1.3.2.2 DIMENSIONS ET MASSE

- dimensions : (HXL) 83 x 83 x 165 mm
norme aéronautique 80 mm

- masse : 0,55 kg

1.3.2.3 CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT

- température : - 30° C à + 40° C

- altitude : 0 à 10 000 m

- humidité relative max 90 %

- accélération : ± 5 g sur les 3 axes

- remarque : l'ingestion d'eau ou de poussière peut entraîner des dégâts au capteur et doit être évitée.

1.3.2.4 STABILITE DU ZERO

- Dérive en température :

Moins de $\pm 0,5$ mm/s par °C dans le domaine de - 20° C à + 50° C

- Dérive dans le temps :
Inférieure à 15 cm/s dans l'année

1.3.2.5 PRECISION DE LA CALIBRATION

- Sortie électrique :
Précision de $\pm 2 \%$ dans le domaine ± 5 m/s à 1200 m en atmosphère standard et avec un boîtier à 20° C
- Erreur en température du facteur de calibration :
 $\pm 2 \%$ de - 10° C à + 40° C
 $\pm 6 \%$ de - 20° C à + 50° C
- Indicateur visuel :
Précis à $\pm 4 \%$ de la valeur indiquée. Ceci s'applique aussi aux répéteurs. Comme la sortie électrique et les indicateurs sont calibrés de façon indépendante, aucun nouveau calibrage ne devient nécessaire lors du raccordement d'un répéteur.

1.3.2.6 ERREUR SYSTEMATIQUE DUE A L'ALTITUDE

- Avec un capteur utilisant le principe de la mesure du flux massique par thermistances chaudes, le facteur de calibration est proportionnel à la densité de l'air, c'est-à-dire qu'il dépend de l'altitude. L'erreur de la vitesse verticale indiquée s'élève à - 0,5 % par 100 m d'altitude. Elle reste donc à l'intérieur de $\pm 5 \%$ pour la bande de 200 à 2200 m d'altitude. L'erreur pour la vitesse de transition qui en résulte si l'on utilise la couronne Mc Gready reste ainsi inférieure à $\pm 2,5 \%$ et peut être qualifiée d'insignifiante. Ceci est vrai si l'on cale le zéro du disque interne sur la base des valeurs indiquées par le SB 7 et, mieux encore, sur la base de son indication de la Vz moyenne (l'erreur due à l'altitude se compense ainsi pour une grosse part d'elle-même). Un commutateur à l'intérieur permet de placer l'altitude de calibration à 3000 m (vol en montagne).

1.4 INSTRUMENTS DE BASE ET ACCESSOIRES

1.4.1 INSTRUMENTS DE BASE

ou - SB-7-02 Variomètre SB-7, avec générateur audio et moyeneur

ou - SB-7-12 SB-7 avec sur la face avant, la commande de suppression du signal audio dans la chute plus moyeneur

- SB-7-HB Manuel "Montage et utilisation"

1.4.2 ACCESSOIRES

- SB-7-MC Disque de vitesse, enfichable, suivant type de planeur

- SB-7-20 Répétiteur visuel, 57 mm, gamme ± 5 m/s (biplace, indication de la valeur moyenne)

- SB-7-30 Répétiteur, 57 mm, gamme de mesure commutable ($\pm 2,5$ m/s; ± 5 m/s; ± 10 m/s).

II. MONTAGE

II.1 GARANTIE

Le fabricant donne une garantie de 2 ans à partir de la date de livraison pour les défauts matériels de fabrication du produit. ILEC remplacera ou réparera les pièces défectueuses sous condition que l'instrument a été renvoyé sans frais au fabricant ou à son représentant autorisé, et que l'instrument a été utilisé à l'intérieur des limites stipulées dans ce manuel de montage et utilisation. ILEC ne remboursera pas les frais supplémentaires liés à la panne de l'instrument. Dans le cas d'un mauvais fonctionnement et toute autre information est à requérir auprès du fabricant ou de son représentant autorisé.

II.2 RECEPTION DE L'INSTRUMENT

Déballer l'instrument avec précaution et vérifier qu'il n'a pas souffert du transport. En cas de dégats, conserver l'emballage qui permettra d'appuyer la demande de dédommagement et aussi de renvoyer l'instrument. Observer suivant le cas les dispositions d'un recours auprès des postes ou des chemins de fer. Vous obtiendrez tous les renseignements utiles auprès de ces services.

II.3 MONTAGE MECANIQUE

II.3.1 CHOIX DE L'EMPLACEMENT

Quelques points de vue à considérer :

- Comme l'indication de variomètre se lit fréquemment, sa place est en haut du Tableau de Bord. De cette façon aussi, le parallaxe dans la lecture sera réduite au minimum.

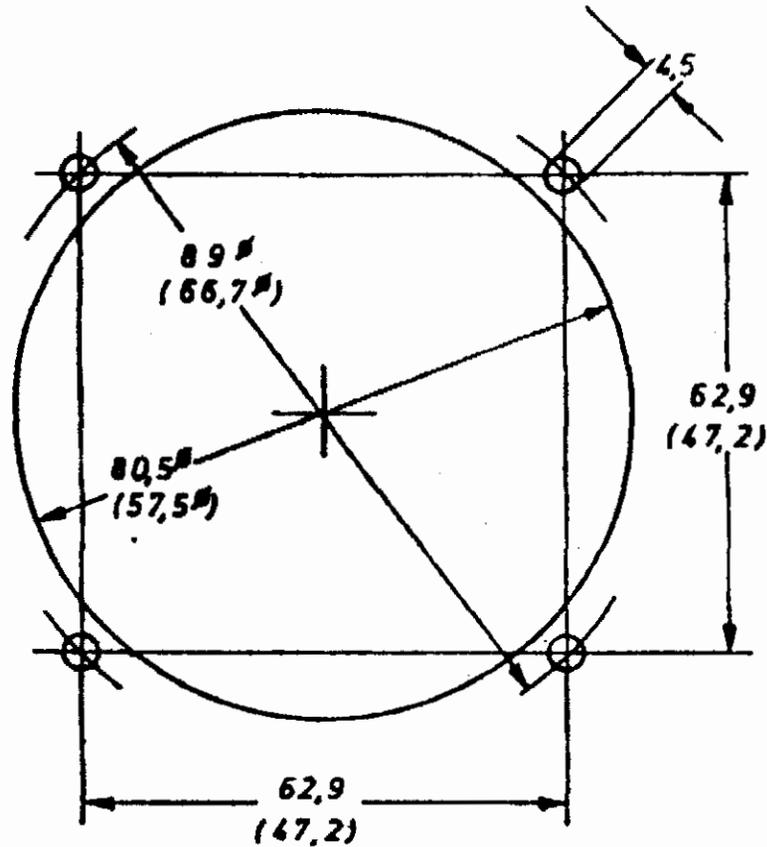
- Comme on doit lire l'indicateur de vitesse conjointement avec le vario quand on utilise le disque de vitesse, il est conseillé de monter les deux instruments côte à côte.
- Quand on monte un compas dans le tableau de bord on a intérêt à grouper tous les instruments non magnétiques autour de lui (anémomètre, altimètre, vario mécanique), les instruments électriques (vario électrique, indicateur de virage, horizon artificiel, répétiteurs visuels électriques) étant placés à une distance d'au moins 10 à 15 cm du compas.
- Les instruments consultés rarement (poste radio, pression oxygène) devraient être montés en dessous des autres).

II.3.2 FACON DE MONTER

Le planeur est soumis à des secousses assez fortes pendant le transport, le décollage et l'atterrissage. Il est souhaitable de réduire leurs effets sur les instruments. Contrairement à une opinion malheureusement très répandue, le montage qui relie les instruments le plus rigidement avec la structure du fuselage est la meilleure. Il est bon de protéger les instruments du rayonnement solaire direct. Sinon, en particulier au sol, sans ventilation, les instruments peuvent être chauffés à des températures très élevées. Des erreurs de mesure plus ou moins grandes peuvent en être la conséquence.

II.3.3 OUVERTURE DANS LE TABLEAU DE BORD

Si l'ouverture n'existe pas déjà on peut la pratiquer suivant la figure 2-1.



Dimensions en mm; les côtes entre parenthèses s'appliquent pour les instruments d'après la norme aéronautique de 57 mm (répétiteur).

Figure 2-1 : OUVERTURE DANS LE TABLEAU DE BORD.

II.3.4 AJUSTAGE DU ZERO MECANIQUE

Avant l'installation, le zéro mécanique de l'indicateur doit être vérifié, le courant étant coupé et l'instrument étant en position horizontale. Au cas où il serait décalé, à la suite d'un choc sévère, on démontera le couvercle supérieur du boîtier. Tourner ensuite à l'aide d'un tournevis mince le petit levier prolongeant l'axe de l'aiguille devant le cadran du galvanomètre jusqu'à l'obtention de l'indication zéro. On agira avec précaution pour ne pas endommager le galvanomètre. Le travail fait on refermera le couvercle.

II.4 RACCORDEMENT ELECTRIQUE

II.4.1 INDICATIONS GENERALES

- Brancher le minimum d'interrupteurs, de raccords de câble, connecteurs, fusibles, etc. en série : problèmes de contact !
- S'assurer qu'aucune pièce métallique conduisant du courant ne présente une surface non protégée par un matériau isolant : danger de court-circuits !
- Exclure les possibilités de fausse polarité en marquant les câbles de différentes couleurs !
- N'utiliser que des composants professionnels !
- Prévoir des points d'attache pour les câbles afin de décharger les raccords électriques de la traction éventuelle du câble.
- Pour tout raccordement électrique serté ou par vis, ne jamais étamer le câble torsadé : contact intermittent !
- Tout raccord direct sur la batterie doit être protégé par un fusible : danger d'incendie ! Placer le fusible aussi proche de la batterie que possible, si possible sur le boîtier de la batterie même.
- Afin d'éviter la perte de fonctionnement de tous les instruments en cas de courts-circuits, il vaut mieux prévoir un fusible séparé pour chaque instrument.
- A cause du danger de court-circuit toujours mettre les parties femelles (sans contact extérieur porteur de courant) du côté de la batterie, jamais les fiches !
- Tenir les câbles de connection aussi courts que possible. A éviter absolument que les câbles frottent aux mécanismes des commandes du planeur, ou qu'ils soient coincés par eux.
- Pour éviter toute interférence entre appareils (et comme recours contre la foudre), toutes les pièces mécaniques du planeur et le tableau de bord en particulier doivent être reliés au point de masse du planeur par une forte tresse en cuivre. Mettre toutes les masses des instruments au tableau de bord comme point de masse commune, et ceci aussi directement que possible.

II.4.2 CABLAGE DE BORD

La barrette de bornes pour le raccordement se trouve sur la face postérieure de l'instrument (voir photo à la dernière page). Le branchement s'effectue suivant le schéma suivant :

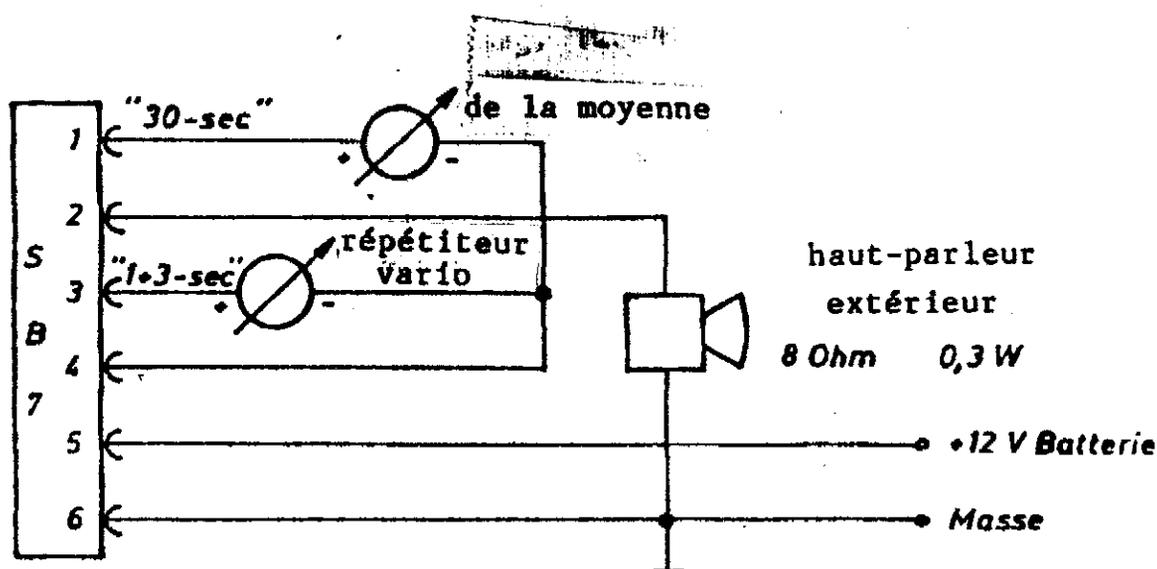


FIG. 2-2 : CABLAGE DE BORD

Remarques :

- Le câble à la batterie doit avoir une section d'au moins $0,75 \text{ mm}^2$.
- Au cas où la puissance du haut-parleur intégré ne suffit pas (pylone à instruments fermé, planeur très bruyant) on devrait utiliser un haut-parleur séparé. Pour l'économie de courant on peut isoler le haut-parleur intégré. Utiliser un haut-parleur d'une impédance d'au moins 8 OHM et une puissance de 0,3 Watt.
- Aux raccords 3 (répétiteur vario) et 1 (Vz moyenne) on peut brancher jusqu'à deux indicateurs en parallèle.

- En cas de branchement de l'instrument avec fausse polarité le fusible intégré sera détruit. Inverser la polarité du câble à la batterie, r tirer la prise de la batterie et remplacer le fusible par un neuf (5 mA, rapide, 5 x 20 mm).

AVERTISSEMENT : en cas d'utilisation d'un fusible trop fort l'instrument peut être détruit : pas de garantie !

II.5 RACCORDEMENT PNEUMATIQUE

Suivant que l'appareil est utilisé comme variomètre d'altitude ou variomètre à énergie totale, il est branché sur une prise de pression statique extérieure ou sur une antenne de compensation en énergie totale. Pour obtenir une indication correcte il faut utiliser une des antennes modernes peu influencées par les variations d'incidence ou de dérapage (tube NICK tube à deux fentes, ou tube ILEC, voir notice antennes de compensation énergie totale). En tout état de cause il est préférable de monter l'antenne sur la dérive plutôt que sur le dos du fuselage (tourbillons d'interactions fuselage-aile, l'emplacement a une grande importance).

II.5.1 INTERFERENCES ENTRE VARIOMETRES

Si l'on utilise un SB-7 seul sur une antenne de compensation un tube flexible d'un diamètre intérieur de 4 mm suffira car la capacité pneumatique a un volume de 60 cm³ seulement. Pourtant il faut faire attention dans le cas où l'on a branché d'autres variomètres avec de grosses bouteilles sur la même antenne (p.r. vario sensible avec une bouteille de 1 l ou des soit-disants filtres anti-turbulence) : la réponse dans le temps du SB peut être faussée. Il est recommandable dans ce cas de faire un vol d'essai, avec les autres variomètres débranchés, dans le but de faire un contrôle. Ne jamais placer de capillaires ou filtres dits anti-turbulence entre SB-7 et l'antenne. Ces éléments ne feraient qu'entraîner un retard à l'indication.

II.5.2 ETANCHEITE DU CONDUIT

Le conduit depuis la prise de pression de l'antenne jusqu'au variomètre doit être absolument étanche pour garantir une bonne indication (ceci appliqué à tout variomètre !).

Un test d'étanchéité facile pourra être effectué :

- Serrer le flexible devant le manomètre.
- Fermer (du doigt, avec du scotch) le trou de prise de pression de l'antenne même.
- Relâcher le flexible, le vario passe brièvement en montée et revient au zéro.
- Attendre une minute.
- Ouvrir l'antenne.

A l'ouverture de l'antenne le vario doit donner une indication d'environ la même importance, mais dans le sens opposé (descente), sinon le conduit n'est pas étanche.

Très souvent la faute est au niveau de la fixation de l'antenne. L'étanchéité peut se faire à l'aide d'un joint torique (antennes ILEC) ou à l'aide d'un bout de tuyau flexible en caoutchouc au silicone chevauchant l'antenne et son tube-support.

II.5.3 PROTECTION CONTRE L'EAU

Tout instrument de bord pneumatique sera au moins perturbé dans son fonctionnement par l'intrusion d'eau. C'est pour cela qu'il faut absolument insérer un séparateur d'eau dans tout conduit qui mène vers l'extérieur. Les filtres à essence en plastique transparent offrent en plus l'avantage de retenir la poussière.

II.5.4 RACCORDEMENT DU FLEXIBLE

L'olive à la face postérieure est prévue pour les flexibles avec un diamètre intérieur de 4 à 5 mm. Au cas où un flexible est difficile à retirer ne jamais opérer avec de la force, mais le couper en long avec soin, sans endommager l'olive. Si les tuyaux flexibles sont trop gros ou trop minces utiliser un adaptateur.

II.6 VERIFICATION APRES INSTALLATION

- Vérifier le branchement électrique, brancher la batterie et mettre en marche : l'aiguille se déplace brièvement et revient au zéro après quelques secondes. En tournant le bouton de la puissance sonore vers la droite le signal audio apparaît. En l'absence de signal revérifier l'alimentation électrique. Devant une fausse polarité, déconnecter la batterie, inverser la polarité et remplacer le fusible.
- Pousser le bouton BAT : quand la batterie est chargée l'indicateur doit monter à la butée positive.
- Raccorder à l'olive un bout de flexible fermé à l'autre bout, le serrer, relâcher et observer la réponse de l'aiguille dans les deux positions du sélecteur de filtre (1-sec, 3-sec).

AVERTISSEMENT : ne jamais souffler dans l'olive de l'instrument, (ou aspirer) : salive !

En même temps observer le signal audio.

- Pousser le contact momentané "30 sec" (si disponible), presser le flexible pendant 1 minute et observer l'indication.
- Le raccord pneumatique étant fermé (bout de flexible) et le sélecteur de filtre en position 1 sec, vérifier le zéro électrique et ajuster si nécessaire. Dans une période assez courte après la fabrication de l'instrument le zéro peut se déplacer légèrement à cause du vieillissement de composants. Un éventuel réajustage du zéro ne doit pas être fait avant d'avoir vérifié le zéro mécanique comme décrit au chapitre II.3.4.
- Raccorder à l'antenne à énergie totale ou à la prise de pression statique.
- Vérifier étanchéité suivant II.5.2.

III. UTILISATION

III.1 USAGE DES COMMUTATEURS

- Interrupteur ON-OFF : en position OFF l'instrument n'est pas alimenté, en position ON il est mis sous tension. Sur la version SB-7-12 la suppression du signal radio en chute est commandée par le même interrupteur dans sa position moyenne.
- Indicateur d'énergie résiduelle de la batterie : En poussant le bouton BAT on peut lire l'état de charge de la batterie. L'échelle est calibrée pour les batteries à plomb à électrolyte gelé normalement utilisée pour les planeurs. Pour une mesure plus précise il faudrait couper les instruments qui consomment plus de 100 mA environ. Au-delà du point vert la batterie est encore chargée à plus de la moitié, au point jaune à un quart, et au point rouge elle est pratiquement vide. Au-dessous du point rouge il faudra couper tous les gros consommateurs de courant pour éviter d'endommager la batterie. Le SB-7 travaille normalement encore pendant des heures même après que le point rouge a été dépassé. (XXX)
- La puissance sonore se règle avec le bouton VOL.
- Filtres 1-sec et 3 sec : voir paragraphe 3.2.
- En agissant vers le haut sur le commutateur l'indicateur visuel affichera la vitesse verticale moyenne des dernières 30 sec (dernière spirale). Si l'on utilise un indicateur séparé SB-7-20, on peut lire cette valeur en permanence. La Vz moyenne est un élément de base du réglage de la couronne

(XXX): A partir de 9/82 l'échelle est graduée en quarts:
4 points indiquent 4 quarts de la capacité maximale,
3 points - 3 quarts, et ainsi de suite jusqu'au zéro.

de vitesse et aide aussi dans la décision de quitter l'ascendance.

II.1.2 AJUSTAGES A L'INTERIEUR DE L'INSTRUMENT

- Réglage zéro électrique : ceci peut être fait à l'aide d'un tournevis. En passant par l'ouverture sur la partie supérieure de l'instrument normalement fermée par un ruban adhésif on a accès à un potentiomètre à l'aide duquel le zéro se règle. Avant de le faire le zéro mécanique doit d'abord être vérifié, le courant coupé. Laisser l'instrument sous tension au moins 15 min et fermer le raccord pneumatique avant de régler le zéro électrique.

Après enlèvement du couvercle supérieur (dévisser 6 vis) d'autres réglages sont possibles :

- Altitude de calibration à 3000 m. On ferme l'interrupteur pour l'altitude de calibration (voir dernière page) en accrochant la boucle en fil d'acier dans le crochet en forme d'U. En rouvrant l'interrupteur (raccrocher la boucle au crochet en plastique), l'altitude de calibration redevient 1200 m.
- Silence audio en chute (Modèle SB-7-02 seulement) : si on le souhaite il faut ouvrir l'interrupteur pour le silence audio en chute. Pour ce faire on accrochera la boucle en fil d'acier dans le crochet en plastique.
- Hauteur du ton : elle peut être modifiée selon le goût personnel à l'aide du potentiomètre prévu à cet usage (voir photo à la dernière page).
- Fréquence de modulation en montée : ici la même chose s'applique que pour la hauteur du ton.

Les autres potentiomètres ne doivent être déréglés en aucun cas, sinon la calibration de l'instrument ne sera plus correcte. Ces potentiomètres sont scellés avec de la laque pour éviter un déréglage accidentel.

III.2 LE VARIOMETRE SB-7 EN VOL

III.2.1 REPOSES DES FILTRES 1 SEC et 3 SEC

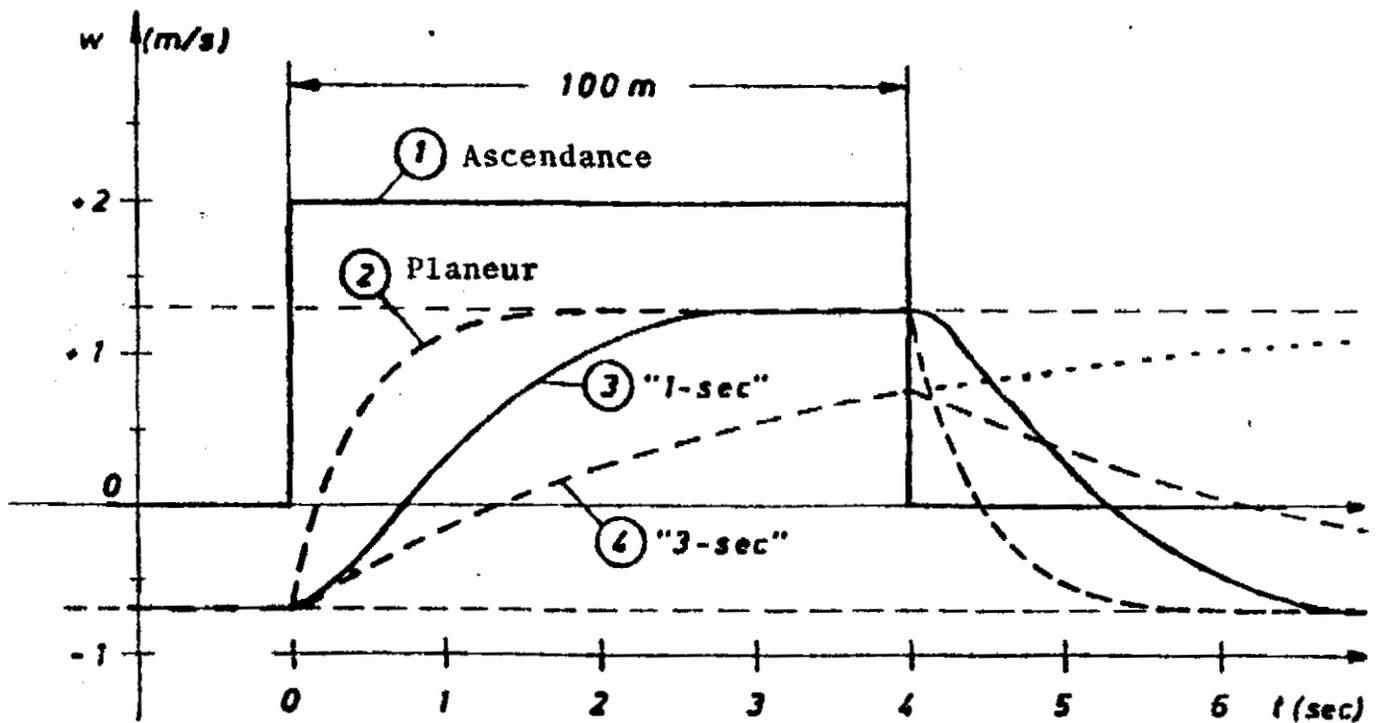
Pour bien faire comprendre les comportements différents des réponses des deux filtres, nous devons tracer sur le diagramme 1 ce qui arrive successivement quand on passe au travers d'une ascendance idéalisée. Nous avons supposé que le planeur qui fait la traversée est un classe standard à charge alaire normale et qu'il vole à la vitesse constante de 90 km/h.

La courbe rectangulaire épaisse en ligne continue montre l'ascendance en fonction du temps : avant l'ascendance l'air est au repos, à l'intérieur il monte à 2 m/s, le diamètre du thermique est de 100 m. Avant de pénétrer dans l'ascendance le planeur descend à 0,7 m/s de façon continue. Au moment d'entrer dans le thermique il subit une accélération brusque vers le haut, comme on le sent clairement "aux fesses". La transition à la nouvelle vitesse verticale du planeur de 1,3 m/s se passe avec une constante de temps de 0,4 sec, donc très rapidement. L'accélération due au "remous" est au début de 0,5 g. L'accéléromètre sautera de 1 g à 1,5 g. A la sortie la même chose arrive, cette fois-ci pourtant vers le bas. La courbe 2 montre ce comportement. La courbe montre l'indication du filtre 1 sec : Après un bref délai d'environ 0,2 sec l'indication s'élance assez vite vers le haut, après 2 s elle a déjà parcouru 90 % de l'amplitude, après 2,5 s 100 % du taux de montée vrai du planeur de 1,3 m/s sont indiqués. L'indication reste figée jusqu'à la fin de l'ascendance et elle redescend ensuite aussi rapidement au taux de chute original.

Remarque : Si l'on voulait avoir une réponse aussi rapide avec un filtre de premier ordre sa constante de temps réel devrait être de 1 sec. Un tel filtre serait inutilisable dans le thermique normal, parce qu'il ne serait pas possible de lire son indication à cause du mouvement perpétuel de l'aiguille engendré par la turbulence. Le filtre du deuxième ordre appliqué ici amortit les fréquences hautes

du signal d'entrée - grosso modo - d'un ordre de grandeur plus fortement que le filtre de premier ordre. C'est ainsi que la grande vitesse d'indication devient possible.

La courbe 4 montre le comportement du filtre lent de 3 sec, comportement qui correspond à un bon vario à palette : le signal de sortie se traîne lentement vers le haut. Avant d'atteindre 90 % de l'amplitude, il faut attendre 7 sec. Quand on arrive au bout de l'ascendance l'aiguille est juste arrivée à 0,8 m/s, d'ici elle redescend à la même vitesse faible.



Planeur : classe standard, 30 kg/m^2 , 90 km/h.

Diagramme 1 : traversée d'une ascendance.

En comparant les deux courbes il devient évident combien le filtre rapide "marque" plus clairement le thermique que le filtre lent, et aussi avec moins de retard. Ainsi il est toujours supérieur au filtre lent dans tous les cas où il s'agit de connaître le taux de montée directement, ce qui veut dire en spirale dans l'ascendance.

Avec la réduction du retard à 2 s seulement, il n'est plus nécessaire de recalculer mentalement le maximum de l'ascendance par rapport à l'indication du variomètre, comme on doit le faire avec le vario à palette. L'indication donne la montée qui n'a plus besoin d'être extrapolée en observant la vitesse de déplacement de l'aiguille.

Un grand nombre de pilotes s'est habitué dans la pratique à utiliser les deux "astuces" mentionnées ci-dessus afin de tirer une information "rapide" d'un variomètre lent. Ces pilotes apprécieront certainement, après une période d'adaptation plus ou moins longue, les mouvements plus nets - mais non agités - du filtre rapide et une réponse presque sans retard.

Pour le vol de transition et le vol en dauphin il vaut mieux utiliser le filtre lent. Le filtre rapide conduit à faire des corrections trop fréquentes de la vitesse, corrections qui ne rapportent rien et ne font que fatiguer le pilote. En outre, par temps difficile (thermique pur) avec des ascendances "carrées" l'utilisation des filtres 3 s peut être recommandable en ascendance.

Quel filtre utiliser pour la recherche de thermique ?

Puisque le problème ici consiste entre la distinction entre turbulence et ascendance utilisable, une brève considération : le diamètre d'un thermique normal est d'environ 150 m, cette distance est traversée en 6 sec à 90 km/h et en 3 s à 180 km/h. Ainsi peut-on dire que cela vaut la peine d'amorcer une spirale seulement quand l'ascendance rencontrée dure au moins 3-5 s et qu'elle donne en plus le taux de montée minimum recherché sauf si on est convaincu d'avoir touché le thermique juste à sa périphérie. Si maintenant nous regardons notre diagramme 1 nous pouvons déduire très vite une règle simple, qui a fait ses preuves dans la pratique : quand l'aiguille monte à la Vz attendue, on compte à 3. Si l'indication persiste : spiraler, si elle redescend, continuer la ligne droite.

Quand on a sélectionné le filtre lent, il ne faut pas seulement observer la position de l'aiguille, mais aussi sa tendance : si elle monte encore après 3 sec, et si elle indique alors au moins la moitié du

taux de montée attendu, il faut spiraler. Une autre méthode, souvent appliquée : attendre jusqu'à ce que le taux de montée attendu soit indiqué et à ce moment tourner. En tout état de cause, le pilote devra utiliser aussi son intuition vélivole et son expérience avec cette réponse lente, comme de coutume du temps des varios à palette. Une troisième possibilité : en cas de soupçon changer à la réponse rapide et procéder comme ci-dessus. Pour ce faire il n'y a pas de temps d'attente à respecter puisque les deux filtres reçoivent le signal d'entrée et forment leur signal de sortie en permanence. Tout ce qu'on fait c'est de brancher, soit l'un, soit l'autre des deux signaux de sortie sur l'indicateur, acoustique aussi bien que visuel.

III.2.2 TURBULENCE ET RAFALES

Tout ce qui est plus étroit qu'une ascendance utilisable, n'est que perturbateur. Dans le cas idéal un variomètre devrait supprimer ces remous. En fait ceci est impossible aussi longtemps que nous demandons une indication avec peu de retard. En premier lieu, nous devons nous contenter de les éliminer en filtrant aussi bien que nous pouvons sans perdre trop de vitesse de réponse. Avec l'électronique disponible aujourd'hui ceci est faisable. Malheureusement, la tâche est rendue bien plus difficile par la compensation en énergie totale, aujourd'hui indispensable.

Les changements de la vitesse d'écoulement autour de l'aile causés par la turbulence ont le même effet que des rafales verticales et ceci dans une mesure malheureusement beaucoup plus importante que les vraies rafales verticales. Pour l'élucidation de cet état de chose supposons le cas suivant : un planeur classe standard vole en plané à 150 km/h. Il pénètre dans un champ d'ascendance de 2 m/s météorologique, et deuxièmement dans une zone de cisaillement de vent, un tourbillon à axe horizontal, de telle façon que la vitesse de vol augmente de 2 m/s. Que se passe-t-il dans les deux cas ? Le diagramme 1 le montre pour le premier cas, avec la seule différence, que la vitesse de montée initiale est de 1,8 m/s au lieu de 0,7 m/s, et que

la secousse d'accélération est plus forte. Le planeur sera accéléré au moment de la pénétration de $-1,8$ m/s à $+0,2$ m/s et ceci 150/90 fois plus fortement qu'au diagramme 1 en raison de la vitesse de vol plus grande. L'accéléromètre sauterait de 1 g à $1,8$ g et retournerait à 1 avec une constante de temps de $0,25$ s. Pourtant ce choc serait quelque peu amorti par l'élasticité de l'aile. Les transitions des indications des variomètres suivent le diagramme 1, avec seulement les courbes déplacées un peu vers le bas.

Dans le cas de la rafale horizontale l'indication de l'anémomètre fait un bond de 150 km/h à 157 km/h, amortie seulement par son inertie. Le planeur subit une accélération faible seulement, contrairement au cas ci-dessus, elle est de $0,1$ g. La trajectoire du planeur qui s'ensuit est cependant déterminée principalement par la réaction du pilote. Il peut continuer avec la vitesse accrue, ou aussi transformer son énergie cinétique supplémentaire ainsi gagnée en altitude supplémentaire (dans cet exemple elle serait de $8,7$ m !) pour ensuite continuer avec sa vitesse originale. Cependant cette manoeuvre n'a pratiquement pas d'influence sur l'indication du vario à énergie totale. Le vario "voit" un bond dans la pression dynamique qui correspond au bond d'altitude mentionné ci-dessus. Il interprète ce bond en pression correctement comme un gain d'énergie et indique de la montée. Le saut de son indication est alors proportionnel à l'altitude supplémentaire qui peut être gagnée potentiellement, indépendamment du fait qu'on réalise la transformation ou pas. L'écart de l'aiguille est beaucoup plus grand que dans le premier cas comme le montre le diagramme 2, mais s'amortit rapidement. La réponse rapide s'élance de $-1,8$ m/s à $+3,5$ m/s et elle est retombée pratiquement à sa valeur initiale après 3 sec. Pour la démonstration de la différence entre le filtre rapide utilisé dans le SB-7 et un filtre de premier ordre à peu près aussi rapide, sa réponse a été tracée comme courbe 2 dans le diagramme 2. On reconnaît clairement le comportement beaucoup plus amorti des filtres SB-7. Le signal du filtre lent de 3 sec fait un bond de $-1,8$ m/s à $+1,1$ m/s et à partir de là se traîne lentement vers sa valeur initiale. La grande constante de

temps fait que l'écart initial n'est qu'à peu près la moitié de celui du filtre rapide, en échange de quoi il se maintient plus longtemps. On ne devra pas oublier que dans la pratique les turbulences ont rarement des limites aussi marquées que montré ici pour des raisons de clarté. Le départ de l'indicateur sera ainsi en réalité généralement plus progressif qu'ici. Cependant la différence fondamentale n'en reste pas moins.

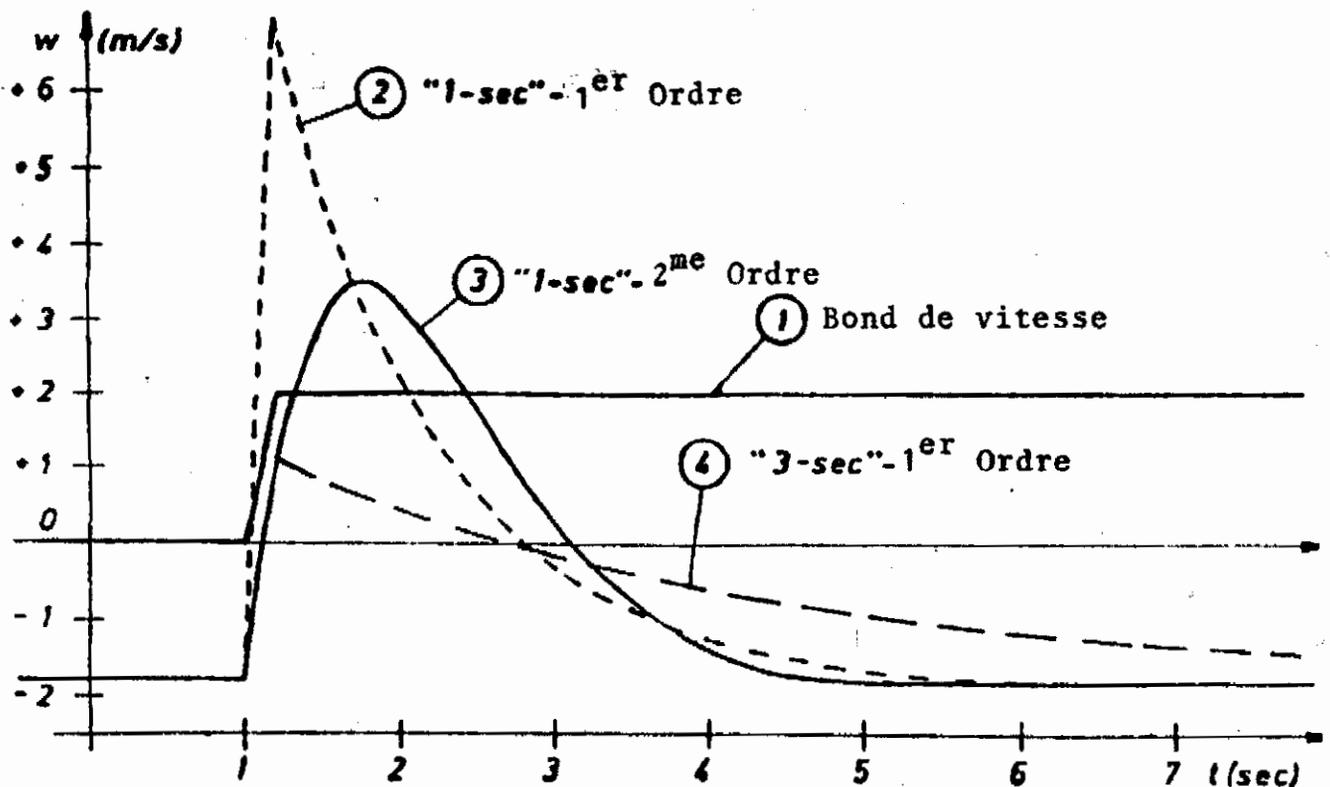


DIAGRAMME 2 : RAFALE HORIZONTALE

Quel enseignement devons-nous tirer de cet état de chose pour la pratique vélivole ?

- Quand le vario monte rapidement sans être accompagné d'une forte accélération positive, il s'agit en toute règle d'une rafale horizontale. On peut réaliser un gain en altitude, cependant il faut bien s'attendre à trouver un peu après le phénomène inverse (la fin de la rafale) qui fera chuter la vitesse du planeur.
- Quand le variomètre part rapidement vers le haut après une secousse d'accélération positive, on peut s'attendre en général à voir une ascendance suivre.

- Quand le variomètre monte lentement, sans indication sensible d'accélération, ce peut être l'annonce d'une ascendance large. Il est alors conseillé de réduire la vitesse suivant les valeurs du disque de vitesse, de surveiller attentivement l'indication du vario et de ne pas engager de spirale tant que le taux de montée souhaité n'est pas atteint.

III.2.3 LA VALEUR MOYENNE

La grandeur de loin la plus importante en vol de distance c'est la vitesse moyenne de montée en ascendance. Elle décide si la pompe dans laquelle on spirale est suffisamment bonne. De plus elle joue un rôle décisif pour le calage de la couronne de vitesse et ainsi pour la vitesse de transition (pour un traité détaillé étudier le livre "STRECKENSEGELFLUG", en français "La course en planeur" de H. Reichmann).

Comme l'évaluation à partir du vario conduit à surestimer de 50 à 100 % la V_z moyenne, un filtre "moyennant" sur 30 s est installé sur le SB-7. Il est conçu comme le filtre rapide à 1 sec, mais possède cependant une constante de temps beaucoup plus grande; son amortissement est - adapté à cette application - un peu plus faible.

La courbe 1 du diagramme 3 montre le comportement du filtre moyennant lors de l'entrée dans une ascendance suivie de spirale, l'ascendance étant de + 2 m/s météorologique constant :

- Le planeur, courbe 2, accélère très rapidement dans cette échelle de temps, à sa nouvelle vitesse verticale de 1,3 m/s, l'accroissement de sa chute propre dû au vol en spirale étant négligé ici.

- A peu près à la fin d'un tour de spirale d'environ 25 s le filtre à 30 sec montre la nouvelle vitesse verticale comme démontré dans la courbe 3.

- Même pendant la transition la valeur moyenne des dernières 25 sec est indiquée avec une bonne précision, comme le montre la comparaison des courbes 3 et 4 (valeurs calculées).

- La même chose s'applique encore quand le taux de montée est très irrégulier, quand il oscille entre 0 et + 4 m/s par exemple.

- Quand l'ascendance diminue on peut le constater immédiatement à la fin du tour de spirale qu'on vient de terminer à l'évolution de l'indication de la moyenne.

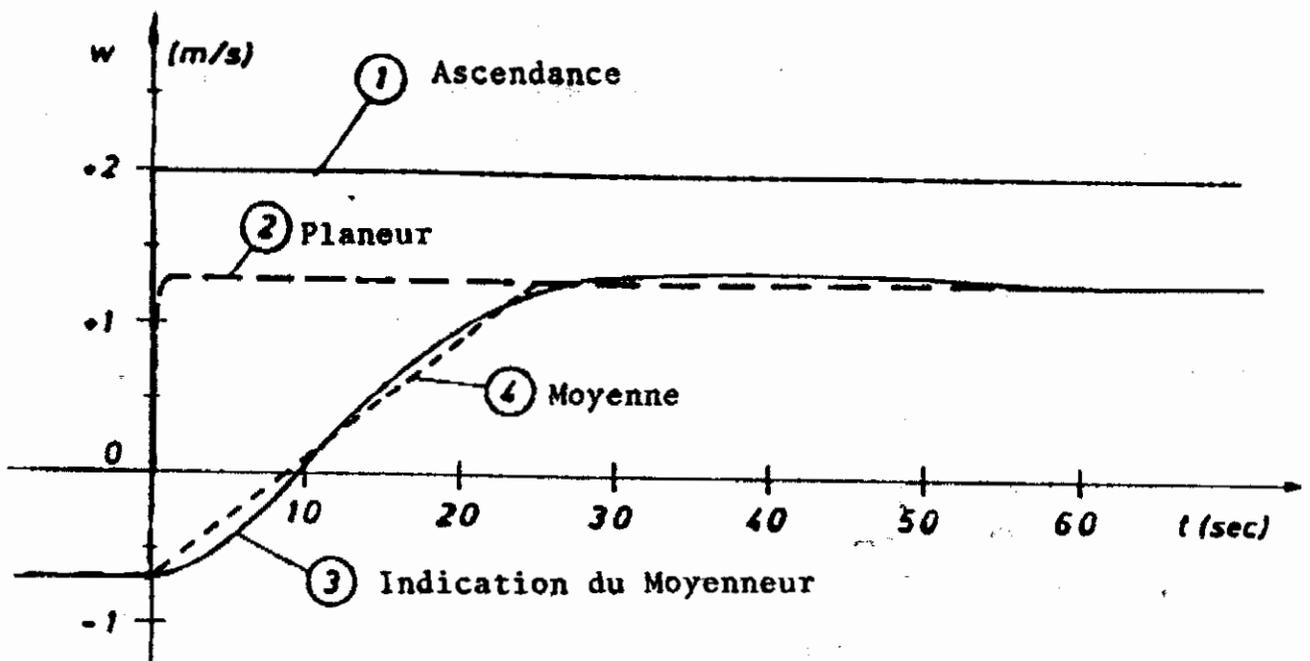


DIAGRAMME 3 : INDICATION DE LA VALEUR MOYENNE PAR LE FILTRE DE 30 SEC

Ce filtre peut être utilisé de façon idéale quand la moyenne n'est pas seulement affichée en poussant le contact momentané, mais quand elle est indiquée de façon permanente sur un indicateur séparé (SB-7-20). Un coup d'oeil suffira alors pour voir si la montée est bonne ou non.

III.2.4 LE VOL DE TRANSITION

Pour obtenir une indication de la vitesse de transition optimale, il suffit de caler le disque de vitesse avec sa flèche pointant à la valeur du cadran de l'indicateur visuel qui correspond au taux de montée espéré pour le début de l'ascendance prochaine. En transition on ne lira alors plus les valeurs de vitesse verticale sur le cadran du galvanomètre, mais les valeurs de vitesse du disque sur lesquelles pointe l'aiguille. Ces vitesses sont celles que l'on doit adopter pour réaliser une transition optimale.

C'est-à-dire quand l'indication de l'anémomètre est inférieure à celle du disque on doit accélérer, si elle est supérieure au disque on doit réduire la vitesse.

Autrement dit, quand la chute augmente il faut accélérer, quand l'aiguille du vario se déplace vers le haut il faut réduire la vitesse jusqu'à ce que les indications de l'anémomètre et du disque de vitesse concordent.

Quelques remarques ici :

- Le voltige involontaire résultant de l'obéissance stricte du disque de vitesse n'est pas seulement inutile, elle est encore nettement néfaste pour la performance globale ... comme pour la résistance physique et nerveuse du pilote. Des études récentes démontrent qu'il ne faut pas s'écarter de la vitesse de transition qu'on maintient pour des ascendances ou des descendances courtes si l'on ne veut perdre en vitesse de croisière par référence au compétiteur qui les traverse à la vitesse constante !
- Alors de la tranquillité ! Ne corriger la vitesse que quand cela vaut la peine et surtout pas au km/h près !

- Les écarts jusqu'à quelques dizaines de pourcent de la montée es-pérée entraînent des pertes pratiquement négligeables en vitesse de croisière.

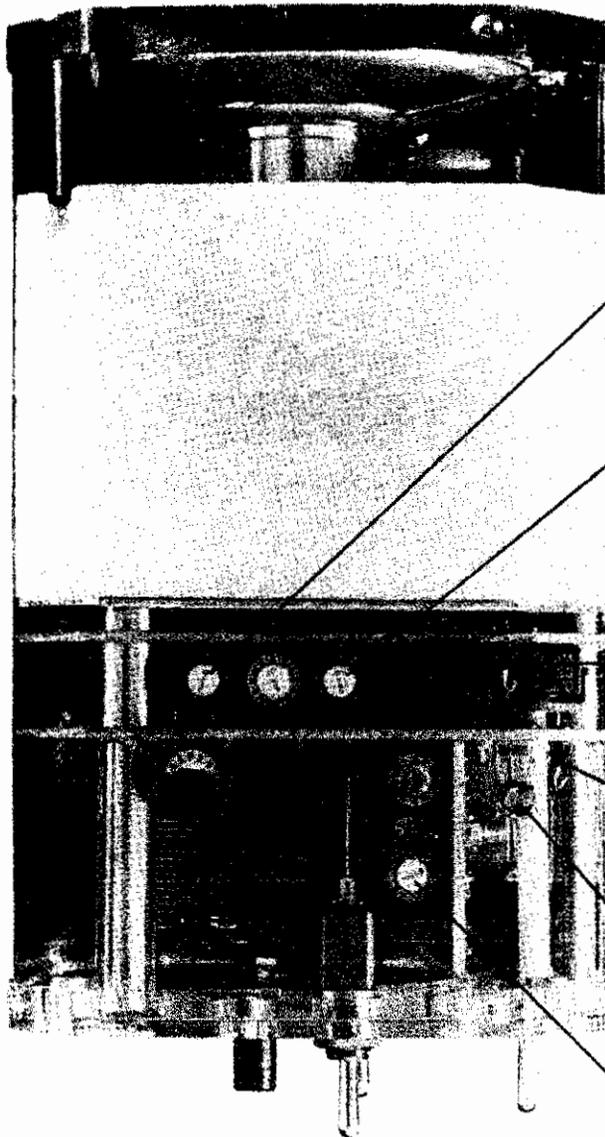
Alors doucement ! On augmentera les chances de trouver le thermique suivant.

- Un planeur dont la vitesse augmente voit sa chute propre augmenter simultanément : l'aiguille du vario descend et indique une vitesse de transition plus forte sur le disque de vitesse. D'où la règle empirique suivante : en présence d'un écart entre la vitesse et l'indication sur le disque de vitesse, on engagera une manoeuvre visant à une correction supérieure de 50 % à l'écart constaté.
- En ce qui concerne la méthode de changement de vitesse en transition, il peut être avantageux d'adopter une procédure répétitive. Par exemple, un changement d'assiette systématique à piquer de 15° donnera toujours le même taux d'accélération : à peu près 10 km/h par seconde. La durée du piqué est ainsi proportionnelle à la valeur de la correction de vitesse recherchée :
La même chose avec un changement d'assiette systématique à cabrer pour décélérer.
Autre méthode : Maintenir la durée de la phase d'accélération (ou de décélération), à 5 s par exemple, et adapter l'écart d'assiette à l'écart de vitesse à réaliser. Cette méthode est un peu plus difficile à appliquer mais s'adapte mieux aux conditions météorologiques (les ascendances plus fortes demandent des accélérations plus nettes).
- Ballastage : si l'on ne veut pas se donner la peine de faire un disque de vitesse adapté il suffit d'ajouter 1/2 m/s à la montée future qu'on affiche quand on vole avec ballast. C'est encore assez précis.

- Graduation d'un disque de vitesse de SB-7

- (1) Se référer au REICHMANN
- (2) Se procurer chiffres et lettres de transfert blanches de 3 mm environ
- (3) Tracer sur papier un cercle de 36 mm de diamètre et le réseau des rayons distants de 24°
- (4) Y placer les vitesses de transition espacées de 20 km/h (1 m/s correspond à 24° sur le cadran du SB-7)
- (5) Fixer concentriquement sur cette figure le disque vierge (avec un ruban adhésif)
- (6) Placer la flèche (V tourné de 90°)
- (7) Recopier les vitesses de transition
- (8) Protéger les chiffres avec de la laque
- (9) Pour réduire l'erreur de parallaxe, il est meilleur de placer les repères à l'arrière du disque.
- (10) Coller le bouton central au moyen d'une colle epoxy.

VARIOMETERSYSTEM · VARIOMETER SYSTEM · VARIOMETRE ELECTRONIQUE



Modulationsfrequenz im Steigbereich
modulation frequency in climb
fréquence de modulation en montée

Grundfrequenz bei Null
base frequency at zero
fréquence de base au zéro

Stummschaltung im Fallen: Öffnen
audio muting in descent: open
silence audio en descente: ouvrir

Eichhöhe: offen = 1200m; geschlossen = 3000m
calibration altitude: open = 1200m; closed = 3000m
altitude de calibration: ouvert = 1200m; fermé = 3000m

Sicherung; fuse; fusible

Einstellung: Variometer-Null
adjustment: variometer zero
ajustage: variomètre zéro

Achtung: Die anderen Potentiometer nicht verstellen!
Caution: Do not remove the other potentiometers!
Attention: Ne pas toucher les autres potentiomètres!