

S.F.E.N.A. SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉQUIPEMENTS POUR LA NAVIGATION AÉRIENNE
25 à 29 rue du Pont - NEUILLY-SUR-SEINE - Tél. MAI. 49-35

NOTICE TECHNIQUE

HORIZON GYROSCOPIQUE

S.F.E.N.A.

Type 705 et Variantes

TABLE DES MATIERES

FASCICULE 1

NOTICE TECHNIQUE

Répertoire des modifications apportées à la documentation	2
1 - GENERALITES	15
1-1 - Classification et Identification	15
1-1-1 - Classification	15
1-1-2 - Identification	15
1-2 - But	15
1-3 - Principe de Fonctionnement	15
1-3-1 - Référence de verticale	15
1-3-1-1 - Description du gyroscope	15
1-3-1-2 - Propriétés du Gyroscope	15
1-3-2 - Principe de l'érection	16
1-3-2-1 - Erection	16
1-3-3 - Suppression de l'effet érectif	17
1-3-3-1 - But	17
1-3-3-2 - Principe	17
1-3-3-3 - Résultat	17
1-3-4 - Recalage	17
1-3-5 - Indications	18
1-3-6 - Avertisseur de panne d'alimentation	18
1-4 - Caractéristiques Générales	18
1-4-1 - Encombrement	18
1-4-2 - Masse	18
1-4-3 - Alimentation	18
1-4-4 - Performances	19
1-4-5 - Caractéristiques d'emploi	19
1-4-6 - Rattachement sur l'avion	19
2 - DESCRIPTION DETAILLEE	21
2-1 - Le Gyroscope de Verticale	21
2-1-1 - Le rotor	21
2-1-2 - L'axe de tangage	21
2-1-3 - Erecteur	22
2-2 - Cadre	22
2-2-1 - Anneau extérieur	22
2-2-2 - Dispositif de recalage	23
2-2-3 - Amenées de courant	23
2-2-4 - Mécanismes de transmission	23

2-3 - Boîtier	23
2-3-1 - Carter arrière	23
2-3-1-1 - Suspension	24
2-3-1-2 - Amenées de courant.....	24
2-3-1-3 - Capot	24
2-3-1-4 - Avertisseur de Panne d'alimentation	24
2-3-1-5 - Dispositif de recalage.....	24
2-3-2 - Carter avant.....	25
2-3-2-1 - Cadran.....	25
2-3-2-2 - Réglage Maquette	25
2-3-2-3 - Avertisseur de panne	26
2-3-2-4 - Aération	26
3 - FONCTIONNEMENT DETAILLE	27
3-1 - Gyroscope	27
3-1-1 - Moteur principal	27
3-1-2 - Avertisseur de panne	27
3-2 - Erection	27
3-3 - Suppression de l'effet érectif	27
3-4 - Recalage	28
3-5 - Indications	28
3-5-1 - Roulis	28
3-5-2 - Tangage	29
3-5-3 - Réglage d'assiette	29
4 - DESCRIPTION DES VARIANTES	30
4-1 - Horizon gyroskopique type 705-1	30
4-2 - Horizon gyroskopique type 705-2	30
4-3 - Horizon gyroskopique type 705-3	30
4-4 - Horizon gyroskopique type 705-4	30
4-5 - Horizon gyroskopique type 705-5	30
5 - REPERTOIRE DES MODIFICATIONS APPORTEES AU MATERIEL	31

FASCICULE 2
MANUEL D'UTILISATION

1 - CONDITIONS GENERALES ET ESSENTIELLES D'INSTALLATION	35
2 - CONDITIONS D'UTILISATION	35
2-1 - Mise en route	35
2-2 - Utilisation au sol	35
2-3 - Utilisation en vol	35
2-3-1 - Au cours du décollage.....	35
2-3-2 - En vol normal.....	35
2-3-2-1 - Généralités	35
2-3-2-2 - Recalage.....	36
2-4 - Arrêt	36

3 - RECAPITULATION DES PRECAUTIONS A PRENDRE POUR AVOIR LA MEILLEURE UTILISATION DE L'APPAREIL.....	37
3-1 - Emplacement	37
3-2 - Branchement	37
3-3 - Utilisation	37

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE 1 - Schémas de principe
PLANCHE 2 - Vue perspective du Gyroscope de Verticale
PLANCHE 3 - Vue perspective de l'Horizon
PLANCHE 4 - Transmission des indications de Tangage
PLANCHE 5 - Dispositif de recalage rapide.
PLANCHE 6 - Présentation
PLANCHE 7 - Schéma électrique

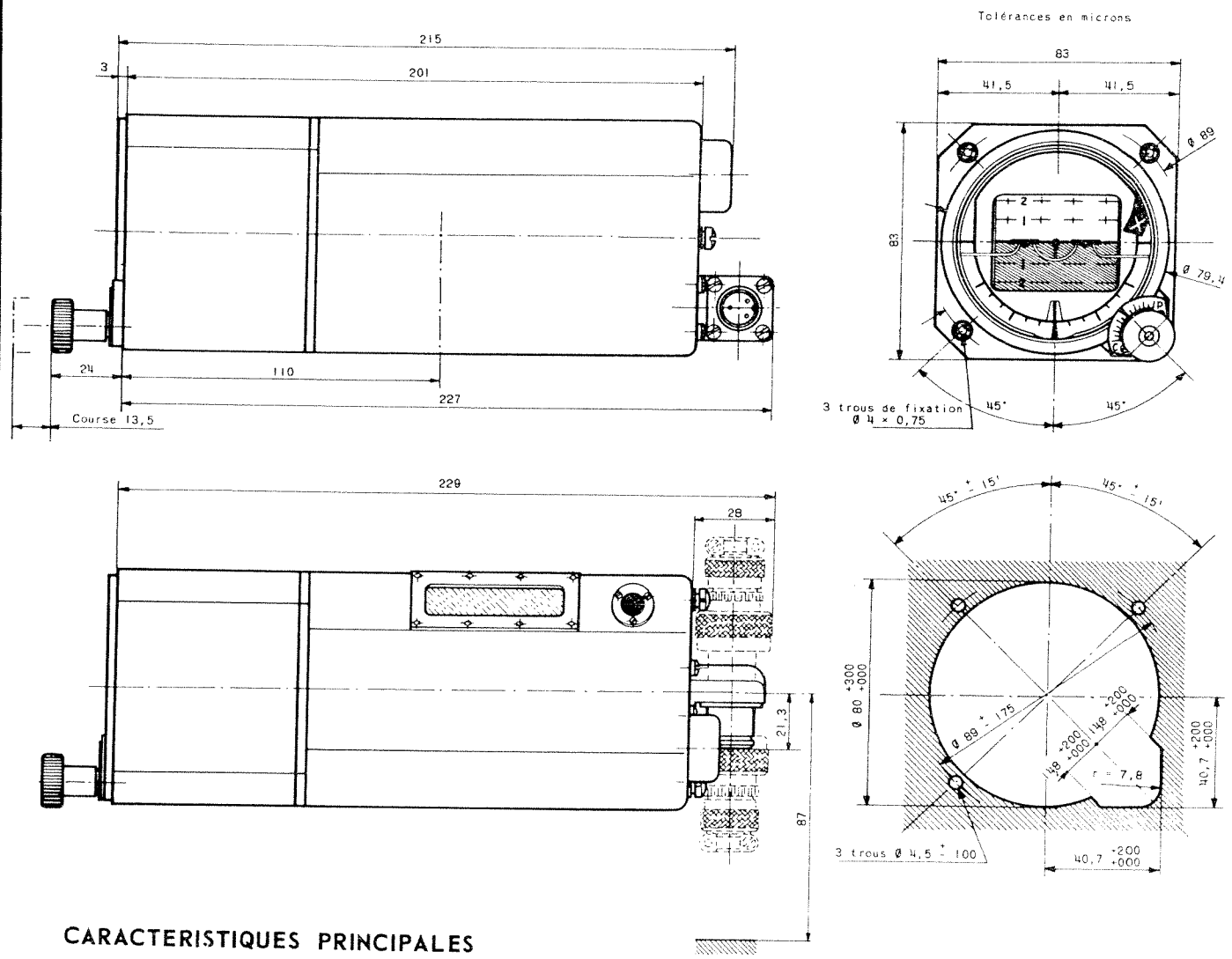
FASCICULE I

NOTICE DESCRIPTIVE ET DE FONCTIONNEMENT

FICHE D'ÉQUIPEMENT AIR

MATÉRIEL N° _____	HORIZON GYROSCOPIQUE Type 705	FICHE N° 7148-644
-----------------------------	--	------------------------------------

HOMOLOGUÉ LE _____ PAR LETTRE N° _____
 EMPLOI AUTORISÉ LE _____
 DOCUMENTS REMPLACÉS _____



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Donne une référence stable de verticale.
- Liberté totale en roulis.
- Liberté du gyroscope en tangage limitée entre 84° et 87°.
- Contrôle l'exécution de montées ou de descentes jusqu'à ± 80°.
- Contrôle du roulis sans limitation.
- Avertisseur de panne d'alimentation.
- Dispositif mécanique de recalage rapide.
- Coupure d'érection lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.
- Possibilité de départ de la prise à droite ou à gauche.

ÉDITION _____

ÉTABLI SOUS LE CONTRÔLE DE	FABRIQUÉ PAR S.F.E.N.A. 25 a 29 Rue du Pont NEUILLY-sur-SEINE	N° DE CLASSEMENT
----------------------------	---	------------------

Indications : *roulis* : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/o
tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris et noir
numérotées de 10° en 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$
Sensibilité : 0,78 mm/o
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz. 115 V. entre phases

Consommation : En régime 0,06 A. par phase. Au démarrage : 0,225 A.

Masse : $1,690 \pm 0,080$ Kg.

CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION :

Doit être monté sur un tableau suspendu dans une découpe conforme au dessin ci-dessus :
Prise de courant 3 broches. Norme 54.115 à relier par une canalisation d'au moins 50cm
de longueur au circuit de bord alternatif
(les bornes 1,2 et 3 connectées dans l'ordre des phases).

CONDITIONS DE RECEPTION : CR 140.42/2 du 3-6-58

Indications : *roulis* : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/o
tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris et noir
numérotées de 10° en 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$ (Gris mat Pyrolac 9837 - Série 1013)
Sensibilité : 0,78 mm/o
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz 115 V. entre phases

Consommation : En régime 0,06 A . par phase. Au démarrage : 0,225 A

Masse : 1,690 \pm 0,080 Kg.

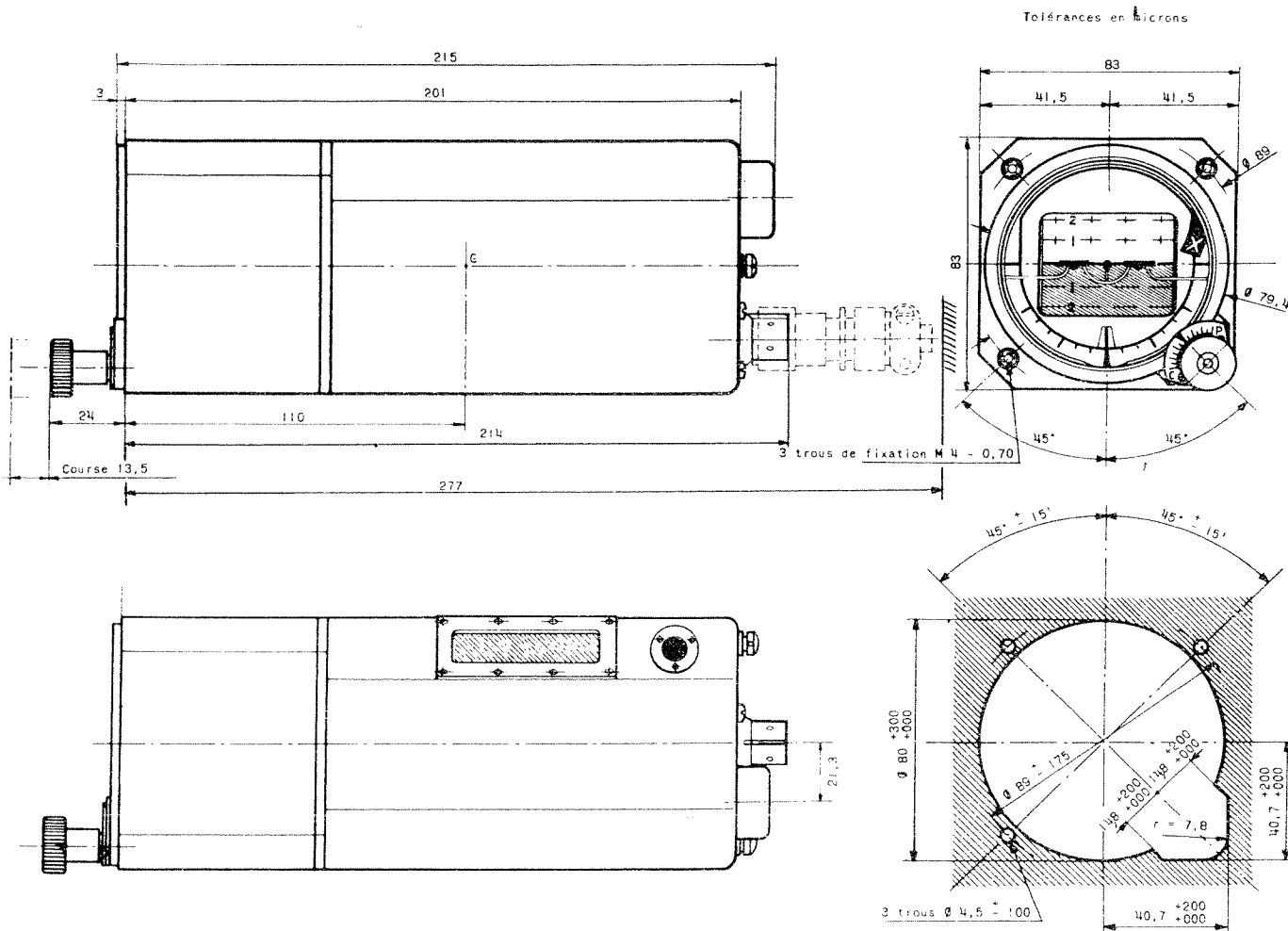
CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION :

Doit être monté sur un tableau suspendu dans une découpe conforme au dessin ci-dessus :
Prise de courant 3 broches. Norme 54.115 à relier par une canalisation d'au moins 50 cm
de longueur au circuit de bord alternatif
(les bornes 1,2 et 3 connectées dans l'ordre des phases).

CONDITIONS DE RECEPTION :

MATÉRIEL	HORIZON GYROSCOPIQUE Type 705-2	FICHE
N° _____		N° _____

HOMOLOGUÉ LE _____ PAR LETTRE N° _____
 EMPLOI AUTORISÉ LE _____
 DOCUMENTS REMPLACÉS _____



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Donne une référence stable de verticale.
- Liberté totale en roulis.
- Liberté du gyroscope en tangage limitée entre 84° et 87°.
- Contrôle l'exécution de montées ou de descentes jusqu'à $\pm 80^\circ$.
- Contrôle du roulis sans limitation.
- Avertisseur de panne d'alimentation.
- Dispositif mécanique de recalage rapide.
- Coupeure d'érection lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.

ÉDITION _____

ÉTABLI SOUS LE CONTRÔLE DE

FABRIQUÉ PAR

N° DE CLASSEMENT

S.F.E.N.A. 25 a 29 Rue du Pont NEUILLY-sur-SEINE

Indications : *Peinture* : Fluorescente suivant norme Britannique DTD 573
Roulis : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/o
Tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris (gris mat Pyrolac 9837 dans la série des 1013) et noir numérotées de 10° en 10° jusqu'à 80°
Sensibilité : 0,78 mm/o
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz 200 V. entre phases

Consommation : En régime : 0,048 A. par phase. Au démarrage : 0,155 A.

Masse : $1,690 \pm 0,080$ Kg.

CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION :

Doit être monté sur un tableau suspendu dans une découpe conforme au dessin ci-dessus, et perpendiculaire à l'axe de roulis de l'avion :

Prise de courant 3 broches Deutsch DM 9616 - 3 P à relier par une canalisation d'au moins 50 cm de longueur au circuit de bord alternatif (les bornes 1, 2 et 3 connectées dans l'ordre des phases)

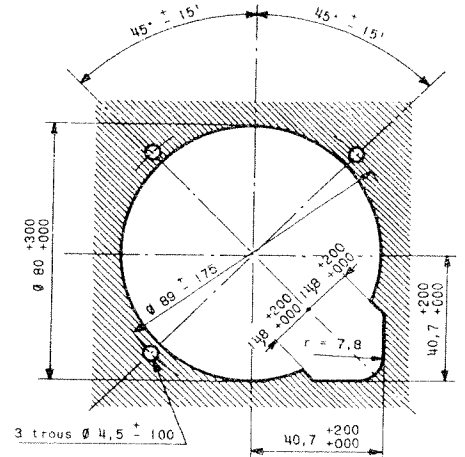
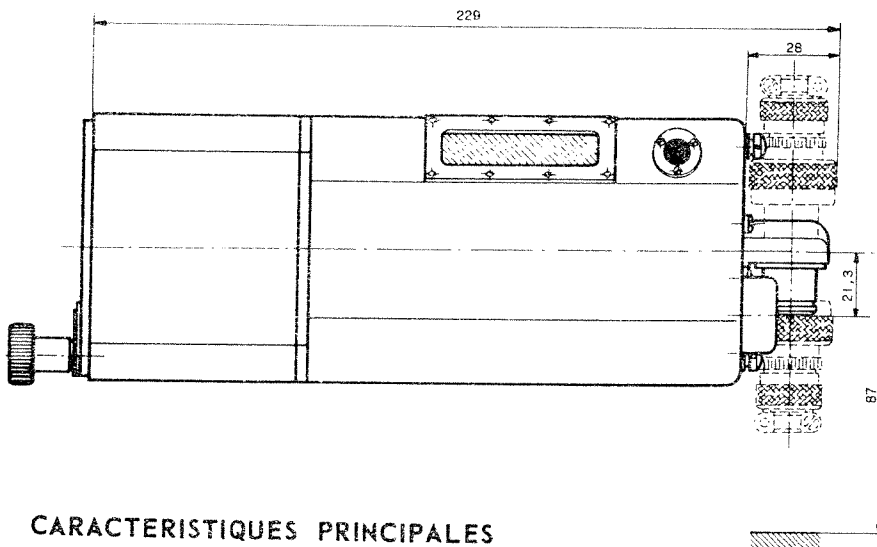
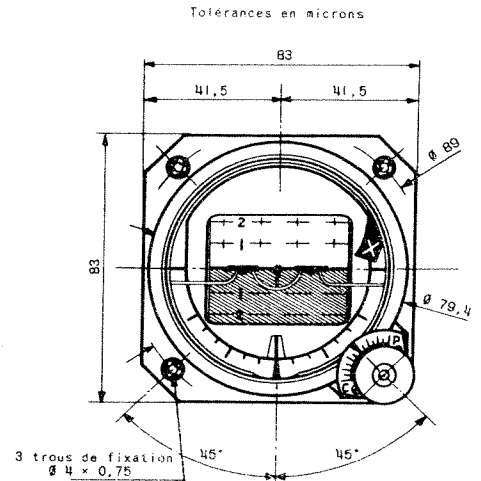
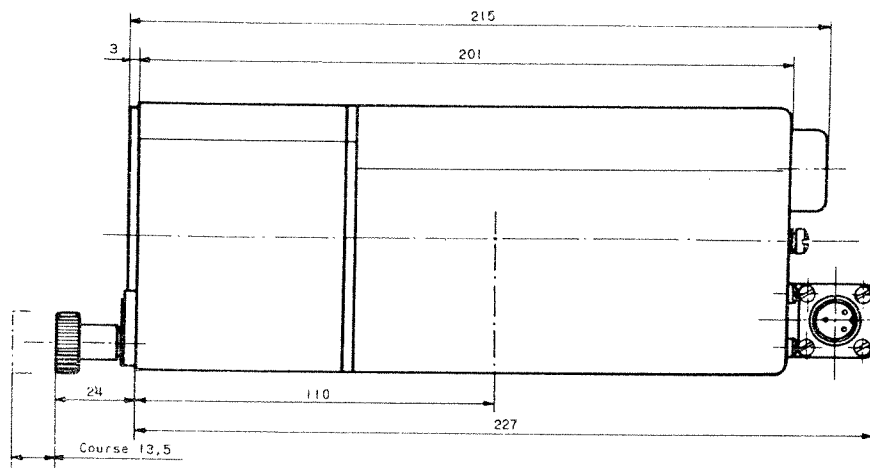
La planche de bord doit être convenablement amortie, de façon que l'amplitude de ses vibrations ne dépasse pas normalement 0,1 mm

CONDITIONS DE RECEPTION : CR

FICHE D'ÉQUIPEMENT AIR

MATÉRIEL N° _____	HORIZON GYROSCOPIQUE Type 705-3	FICHE N° _____
-----------------------------	--	--------------------------

HOMOLOGUÉ LE _____ PAR LETTRE N° _____
 EMPLOI AUTORISÉ LE _____
 DOCUMENTS REMPLACÉS _____



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Donne une référence stable de verticale.
- Liberté totale en roulis.
- Liberté en tangage 90° en cabré, 78° en piqué.
- Contrôle l'exécution de montées ou de descentes jusqu'à ces angles.
- Contrôle du roulis sans limitation.
- Avertisseur de panne d'alimentation.
- Dispositif mécanique de recalage rapide.
- Coupure d'érection lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.
- Possibilité de départ de la prise à droite ou à gauche.
- Montage sur planche de bord inclinée de 6°.

ÉDITION _____

ÉTABLI SOUS LE CONTRÔLE DE _____

FABRIQUÉ PAR _____

N° DE CLASSEMENT _____

S.F.E.N.A. 25a29 Rue du Pont NEUILLY-sur-SEINE

Indications : Peinture : Blanc mat

roulis : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/°

tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris et noir
numérotées de 10° en 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$.
Sensibilité : 0,78 mm/°.
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage.

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz. 115V. entre phases.

Consommation : En régime 0,06A. par phase. Au démarrage : 0,225 A.

Masse : 1,690 \pm 0,080 Kg.

CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION

Doit être monté sur un tableau suspendu, incliné de 6°, dans une découpe conforme au dessin ci-dessus.

Prise de courant 3 broches, Norme 54.115, à relier par une canalisation d'au moins 50 cm de longueur au circuit de bord alternatif.

(Les bornes 1,2 et 3 connectées dans l'ordre des phases).

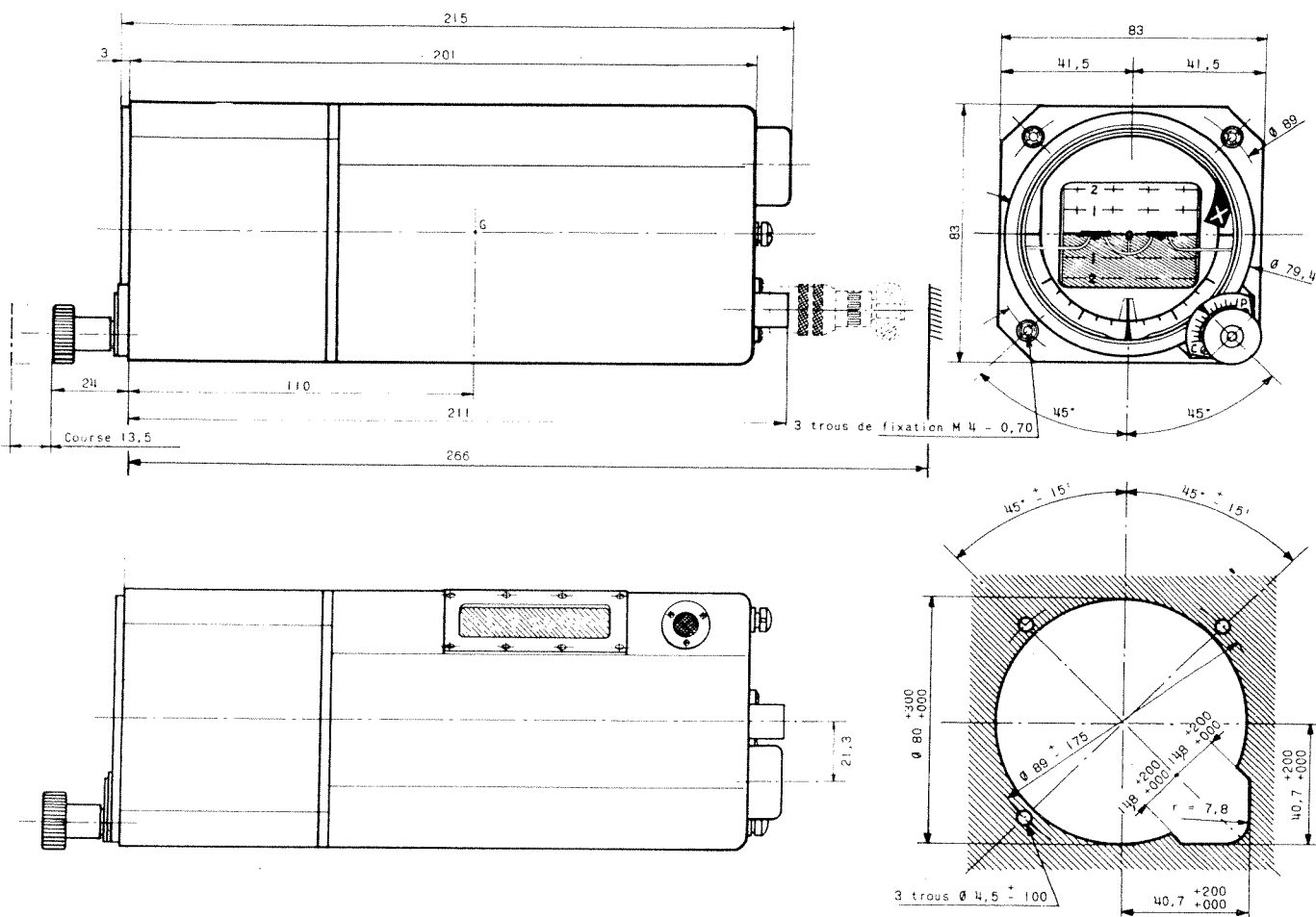
CONDITIONS DE RECEPTION :

FICHE D'ÉQUIPEMENT AIR

MATÉRIEL N° _____	HORIZON GYROSCOPIQUE Type 705-4	FICHE N° _____
-----------------------------	---	--------------------------

HOMOLOGUÉ LE _____ PAR LETTRE N° _____
 EMPLOI AUTORISÉ LE _____
 DOCUMENTS REMPLACÉS _____

Tolérances en microns



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Donne une référence stable de verticale.
- Liberté totale en roulis.
- Liberté du gyroscope en tangage limitée entre 84° et 87°.
- Contrôle l'exécution de montées ou de descentes jusqu'à $\pm 80^\circ$
- Contrôle du roulis sans limitation.
- Avertisseur de panne d'alimentation.
- Dispositif mécanique de recalage rapide.
- Coupe d'érection lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.

ÉDITION _____

ÉTABLI SOUS LE CONTRÔLE DE

FABRIQUÉ PAR

S.F.E.N.A. 25 à 29 Rue du Pont NEUILLY-sur-SEINE

N° DE CLASSEMENT

Indications : Peinture : Fluorescente suivant Norme Britannique DTD 573.

roulis : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/°

tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris et noir
numérotées de 10° en 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$ (gris mat Pyrolac 9837-Série 1013).
Sensibilité : 0,78 mm/°.
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage.

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz. 200V. entre phases.

Consommation : En régime : 0,048A. par phase. Au démarrage : 0,155A.

Masse : 1,690 \pm 0,080 Kg.

CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION

Doit être monté sur un tableau suspendu dans un découpe conforme au dessin ci-dessus et perpendiculaire à l'axe de roulis de l'avion.

Prise de courant 3 broches Pygmy 45.1.02.E.8.3A.P (Norme 54.125) à relier par une canalisation d'au moins 50 cm de longueur au circuit de bord alternatif.

(Les bornes A,C et B connectées dans l'ordre des phases).

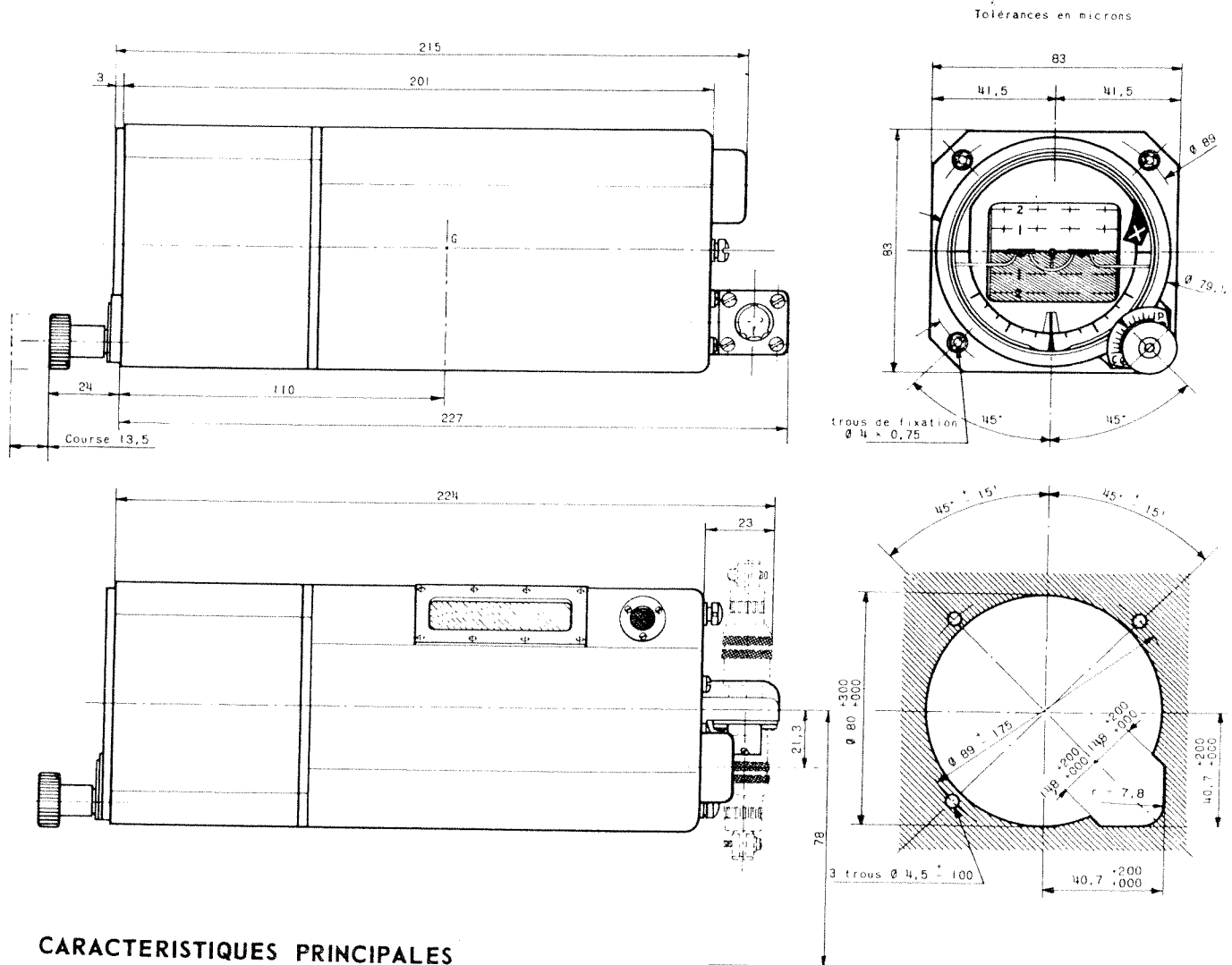
La planche de bord doit être convenablement amortie, de façon que l'amplitude de ses vibrations ne dépasse pas normalement 0,1 mm.

CONDITIONS DE RECEPTION :

FICHE D'ÉQUIPEMENT AIR

MATÉRIEL N° _____	HORIZON GYROSCOPIQUE Type 705-5	FICHE N° _____
-----------------------------	---	--------------------------

HOMOLOGUÉ LE _____ PAR LETTRE N° _____
 EMPLOI AUTORISÉ LE _____
 DOCUMENTS REMPLACÉS _____



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- Donne une référence stable de verticale.
- Liberté totale en roulis.
- Liberté en tangage 90° en cabré, 78° en piqué.
- Contrôle l'exécution de montées ou de descentes jusqu'à ces angles.
- Contrôle du roulis sans limitation.
- Avertisseur de panne d'alimentation.
- Dispositif mécanique de recalage rapide.
- Coupure d'érection lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.
- Possibilité de départ de la prise à droite ou à gauche.
- Montage sur planche de bord inclinée de 6°.

ÉDITION _____

ÉTABLI SOUS LE CONTRÔLE DE _____	FABRIQUÉ PAR S.F.E.N.A. 25a29 Rue du Pont NEUILLY-sur-SEINE	N° DE CLASSEMENT _____
----------------------------------	---	------------------------

Indications : Peinture : Blanc mat

roulis : Cadran gradué à 10, 20, 30, 40, 50 et 60°
Sensibilité : 0,5 mm/°

tangage : Déplacement de barres horizon successives sur fond gris et noir
numérotées de 10° en 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$ (gris mat Pyrolac 9837-Série 1013).
Sensibilité : 0,78 mm/°.
Maquette réglable sur $\pm 5^\circ$ de tangage.

Alimentation : Courant alternatif triphasé 400 Hz. 115V. entre phases.

Consommation : En régime 0,06A. par phase. Au démarrage : 0,225 A.

Masse : 1,690 \pm 0,080 Kg.

CONDITIONS PARTICULIERES D'INSTALLATION

Doit être monté sur un tableau suspendu, incliné de 6°, dans une découpe conforme au dessin ci-dessus.

Prise de courant 3 broches Pygmy 45-1-02-E-8-3A.P (Norme 54.125) à relier par une canalisation d'au moins 50 cm de longueur au circuit de bord alternatif.

(Les bornes A, C et B connectées dans l'ordre des phases).

CONDITIONS DE RECEPTION :

1 - GENERALITES

1-1 - CLASSIFICATION ET IDENTIFICATION

1-1-1 - Classification

Répertoire des Fiches d'Équipement AIR.
N° de classement - Fiche N°

1-1-2 - Identification

L'appareil porte la dénomination :

« HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705 »

1-2 - BUT

L'horizon type 705 est un Horizon Gyroscopique dont le but est de fournir au pilote une référence stable de verticale vraie. Cette référence lui permet de contrôler sa position et ses évolutions par rapport au plan horizontal vrai, sans limitation en roulis et jusqu'à des angles de tangage de l'ordre de 80° en piqué ou en cabré.

1-3 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

1-3-1 - Référence de verticale

La référence de verticale est obtenue en exploitant convenablement les propriétés du gyroscope libre.

1-3-1-1 - Description du gyroscope (voir planche I)

Le gyroscope est constitué d'un rotor équilibré dynamiquement, tournant à grande vitesse autour de son axe ZZ' .

La figure 1 de la planche I représente schématiquement le gyroscope tel qu'il est utilisé dans l'Horizon.

Il est entièrement libre, en première approximation, autour de son centre de gravité grâce à un système de suspension à la Cardan formé de deux cadres, intérieur et extérieur, pivotant respectivement autour des axes de tangage YY' et de roulis XX' perpendiculaires entre eux.

1-3-1-2 - Propriétés du Gyroscope

1-3-1-2-1 - Fixité de l'axe

Lorsque le rotor ainsi suspendu est en rotation rapide autour de son axe ZZ' , cet axe conserve théoriquement une direction fixe par rapport aux étoiles, autrement dit il reste dirigé vers le même point de la voûte céleste. Comme la terre tourne autour de la ligne des pôles, l'observateur terrestre voit l'axe du gyroscope décrire en 24 heures un cône ayant pour sommet le centre du gyroscope et pour axe la parallèle à la ligne des pôles passant par ce point.

La pureté de ce mouvement théorique est évidemment altérée par des imperfections mécaniques inévitables (déséquilibres, frottements dans les axes, jeux).

Il reste que les déplacements de l'axe du gyroscope sont toujours très lents et rendent possible l'observation instantanée des mouvements de l'avion sur lequel il est monté.

1-3-1-2-2 - Précession

Si l'on soumet le gyroscope libre représenté Fig.2, Planche I, à l'action d'un couple autour d'un axe PQ , le rotor prendra un mouvement de rotation autour d'un axe RS perpendiculaire à la fois à PQ et à ZZ' de façon à amener en coïncidence, par le plus court chemin, sa rotation propre et celle qu'imposerait le couple appliqué au système dans lequel le rotor ne tournerait pas. Ce mouvement est appelé **précession**.

1-3-1-2-3 - Application à l'Horizon

Si l'on dispose suivant la verticale l'axe d'un gyroscope libre, il ne conserve pas cette direction à cause de la rotation de la terre. De plus, les déplacements de l'avion à la surface de la terre correspondent à des changements de direction de la verticale. Enfin les imperfections mécaniques provoquent des précessions erratiques.

Pour toutes ces raisons, si l'on veut obtenir une référence de verticale, il faut asservir l'axe du gyroscope à la verticale terrestre par une surveillance à action très lente.

Cette surveillance est réalisée par des mouvements lents de précession (quelques degrés à la minute), résultant de l'application de couples appropriés créés par des masses sollicitées par la pesanteur lorsque la direction de l'axe est distincte de celle de la pesanteur. C'est le rôle de l'érecteur.

L'axe du gyroscope est donc constamment sollicité vers la direction de la verticale apparente, résultante de l'accélération de la pesanteur et des accélérations diverses de l'avion.

Ces dernières étant le plus souvent de durée relativement courte et de direction variable, la direction moyenne de la verticale apparente que donne l'axe du gyroscope coïncide pratiquement, au cours d'un vol, avec la verticale vraie.

1-3-2 - Principe de l'érection

Le dispositif érecteur répondant au but indiqué dans le paragraphe précédent est réalisé par un ensemble de deux billes entraînées par deux doigts, animés d'une vitesse uniforme et diamétralement opposés, sur une piste circulaire concentrique au rotor et portée par l'anneau intérieur de la suspension à la Cardan. Cette disposition est schématisée par la figure 3 de la planche I.

Deux autres doigts, équidistants des premiers, forment butées, délimitant pour chaque bille un certain ébat circulaire.

1-3-2-1 - Erection

Lorsque la verticale apparente est perpendiculaire au plan de la piste, les deux billes restent en contact avec leurs doigts d'entraînement et roulent à une vitesse uniforme en restant diamétralement opposées. Leur masse totale est équivalente à celle d'une bille unique de poids double placée sur l'axe ; son poids apparent aligné sur l'axe du gyroscope n'exerce aucun effet de précession.

Si la verticale apparente n'est pas perpendiculaire au plan de la piste, le mouvement des billes est varié.

Dans la partie montante de leur course, les billes sont poussées par leurs doigts d'entraînement à une vitesse uniforme jusqu'au point haut où elles s'en détachent, sollicitées par la composante tangentielle de leur poids. Elles roulent d'un mouvement accéléré jusqu'à rattraper leurs doigts de butée qu'elles suivent alors à vitesse uniforme jusqu'au point bas.

A ce point elles restent immobiles jusqu'à ce que leurs doigts d'entraînement viennent les remettre en mouvement et elles recommencent un nouveau cycle.

Il est commode, pour comprendre l'action de chaque bille pendant un tour, d'imaginer que son poids est réparti sur la piste suivant une bande d'épaisseur uniforme et dont la largeur est en chaque point d'autant plus faible que la vitesse de la bille est plus grande. La forme de cet anneau équivalent est schématisée par la figure 4 planche I, l'action identique des deux billes revient à doubler l'épaisseur de l'anneau.

Le centre de gravité de cet anneau n'est pas sur l'axe, mais en G, et son poids apparent appliqué en ce point exerce un couple sur le gyroscope.

Ce couple peut être décomposé en deux :

1°/- Celui de bras de levier G1O, autour de l'axe YY' produit un mouvement de précession tendant à ramener l'axe du rotor, par le plus court chemin, en coïncidence avec la verticale : c'est l'érection méridienne.

2°/- Celui de bras de levier G2O, autour de l'axe XX' provoque une précession parasite qui fausse le gyroscope dans une direction perpendiculaire.

1-3-3 - Suppression de l'effet érectif

1-3-3-1 - But

Pour éviter que l'axe du gyroscope ne s'éloigne trop de la verticale sous l'effet des accélérations signalées en 1-3-1-2-3, il est nécessaire de suspendre l'action de l'érecteur.

1-3-3-2 - Principe

Pour cela, il suffit, lorsqu'une composante horizontale d'accélération importante apparaît, d'empêcher les billes de s'ébattre librement entre leurs butées puisque c'est précisément cet ébat qui permet aux billes de prendre un mouvement varié générateur de l'effet érectif, conformément au principe exposé au paragraphe 1-3-2.

La figure 5 de la planche I montre la disposition du mécanisme qui permet cet effet : des cliquets (6) disposés devant les billes érectrices (8), sont rendus solidaires d'accéléromètres sensibles aux accélérations horizontales. Ces accéléromètres sont en fait réalisés par de petits pendules (2), suspendus à des axes horizontaux (3), convenablement disposés sur le manège tournant (4) d'entraînement des billes pour que la « coupure d'érection » devienne effective dès que la verticale apparente s'écarte de l'axe du gyroscope d'un angle supérieur à 10° .

1-3-3-3 - Résultat

Ainsi, et tout le temps que cette condition d'orientation de la verticale apparente est maintenue, les billes conservent leurs positions symétriques tout au long de leur révolution sur la piste de l'érecteur, et leur effet est nul : le gyroscope se comporte donc en gyroscope libre, c'est-à-dire que, conformément à sa propriété décrite au paragraphe 1-3-1-2, son axe conserve sa direction initiale ; il ne s'en écarte que sous l'effet de sa dérive naturelle ou de l'influence de la rotation de la terre et du déplacement de l'avion à sa surface, toutes actions également faibles et sans effet sensible pendant le temps que dure cet état de choses.

Sitôt que les accélérations perturbatrices disparaissent, les billes érectrices retrouvent leur liberté, puisque les cliquets ne s'abaissent plus devant elles, et l'effet érecteur reprend pour maintenir l'axe du gyroscope aligné sur la direction de la verticale.

1-3-4 - Recalage

L'ensemble gyroscopique ainsi constitué présente une référence de verticale vraie valable dans la majorité des conditions de vol.

Cependant, il peut arriver, à la suite par exemple d'évolutions ayant amené le contact des butées prévues en tangage pour éviter la coïncidence de l'axe du gyroscope avec celui de la suspension en roulis, que la référence soit momentanément faussée.

Si elle l'est de plus de 10° , la suspension de l'action de l'érecteur entre en jeu et le gyroscope ne peut pas se redresser. Dans ce cas, et même si l'écart est inférieur à 10° , pour éviter d'attendre le temps nécessaire à l'érecteur pour le résorber, il est possible de ramener rapidement par simple traction sur un bouton, l'équipage gyroscopique à sa position moyenne. Il importe toutefois que cette opération soit faite lorsque l'avion est en vol rectiligne horizontal.

Ce dispositif est utilisé aussi à la mise en route, pour rendre immédiatement utilisable le gyroscope qui, au repos, peut prendre une position plus ou moins inclinée suivant la répartition des billes d'érection.

On peut caler ce dispositif en position de blocage pour le transport et le stockage de l'appareil.

1-3-5 - Indications

L'horizon type 705 présente au pilote un cylindre à axe horizontal et perpendiculaire à l'axe de roulis stabilisé par le gyroscope, mais dont les mouvements de rotation en tangage sont inverses des siens. Ainsi, la ligne d'horizon, représentée par la génératrice origine du cylindre, semble bien passer au-dessus de la maquette lorsque l'avion pique et au-dessous lorsqu'il cabre. Comme cette ligne disparaît derrière le cadran pour un angle de tangage donné, d'autres génératrices sont tracées et numérotées, correspondant à des angles d'inclinaison longitudinale de 10° jusqu'à $\pm 80^\circ$; elles sont différenciées, ainsi que la couleur de fond du cylindre, pour distinguer le cabré du piqué.

Le mouvement de rotation du cylindre autour de son axe est dans un rapport voisin de 2 avec celui du boîtier du gyroscope autour de son axe de tangage, si bien que la sensibilité est doublée, une rotation de 80° du gyroscope correspondant à 160° du cylindre.

Pour les mouvements transversaux, l'axe du cylindre étant solidaire du cadre extérieur de la suspension à la Cardan du gyroscope, les inclinaisons en roulis sont données en grandeur et en signe par les positions relatives : maquette, génératrices du cylindre, et par un index se déplaçant à la partie inférieure du cadran devant une échelle graduée de 10 en 10° jusqu'à $\pm 60^\circ$ sur la partie fixe du cadran. De plus, une maquette d'avion orientée apparaît dans la demi-circonférence supérieure du cadran lorsque l'angle de roulis dépasse 90 degrés.

La maquette solidaire de l'avion et servant de référence pour les lectures d'attitude est susceptible d'être déplacée verticalement par la rotation d'un bouton de façon à permettre l'affichage d'un angle d'assiette déterminé.

1-3-6 - Avertisseur de panne d'alimentation

Un voyant X fluorescent rose-orangé (blanc) Réf. DTD 573 sur fond rouge fluorescent, visible dans le cadran, s'escamote lorsque le gyroscope est normalement alimenté. Tout incident d'alimentation en fonctionnement est signalé par l'apparition du voyant.

1-4 - CARACTERISTIQUES GENERALES

- 1-4-1 - **Encombrement** voir Fiche d'Équipement AIR
- 1-4-2 - **Masse** 1,690 Kg + 0,08 Kg
- 1-4-3 - **Alimentation** courant triphasé 400 Hz + 5% tension entre phase : 115V \pm 10%
Consommation par phase.
au démarrage : 0,225 A Max.
en régime : 0,060 A

1-4-4 - Performances

- a) vitesse du rotor environ 22.000 tr/mn
- b) moment d'inertie du rotor 1.700 g/cm²
- c) moment cinétique 3,9 · 10⁶ g/cm² sec-1
- d) temps de montée en vitesse environ 1 mn
- e) temps d'arrêt sur lancée ≥ 13 mn
- f) vitesse d'érection 2,7°/mn en moyenne
- g) définition de la verticale avec une précision de 10 minutes d'arc , en laboratoire.

1-4-5 - Caractéristiques d'emploi

- a) liberté en roulis totale
- b) liberté en tangage ± (84° à 87°)
- c) mesure de l'assiette longitudinale 0,78 mm/degé
- d) mesure de l'assiette transversale 0,49 mm/degé
- e) dispositif de recalage rapide en position normale.
- f) Réglage manuel de maquette en tangage,
sur 5° en cabré
sur 5° en piqué
- g) Avertisseur de panne d'alimentation.
- h) Coupure d'érection : lorsque l'axe du gyroscope fait un angle de 10° avec la verticale apparente.

1-4-6 - Rattachement sur l'avion

Par prise PrL 54-115 SOURIAU 13 Fa.

2 - DESCRIPTION DETAILLEE

L'instrument se présente sous la forme d'un solide prismatique terminé à l'avant par une embase portant les écrous de fixation et à l'arrière par une prise de courant.

Le capot (69 - planche 3) fixé par des vis (79 - planche 3), enlevé, on distingue les trois ensembles essentiels de l'appareil :

- le gyroscope de verticale (planche 2)
- le cadre (planche 3)
- le boîtier (planche 3).

2-1 - LE GYROSCOPE DE VERTICALE (planche 2)

Le gyroscope est contenu dans un carter en alliage léger moulé (37) qui constitue l'anneau intérieur de la suspension à la Cardan.

2-1-1 - Le rotor est constitué par une cloche en acier (40) solidaire d'un axe (32) porté par deux roulements (25) et (35). Une frette massive en tungstène (41) est emmanchée à force sur la jupe de la cloche et maintenue par sertissage.

A l'intérieur de la jupe est placé un empilage de tôles au silicium en forme d'anneau (28) sur la périphérie interne desquelles sont ménagées des encoches.

Dans ces encoches est coulée une cage d'écureuil en aluminium (29) qui est soumise à l'action du champ tournant créé par le stator.

Ce stator est formé d'un empilage de disques en tôle au silicium à faibles pertes (30) calé sur un support (31) en acier, fixé dans le fond du boîtier (37). Dans les encoches périphériques de ce stator est placé un bobinage triphasé (26) alimenté par les trois phases de la tension d'alimentation.

Le support (31) du stator porte le roulement inférieur (35) du rotor. Ce roulement est maintenu par une contreplaque (36) vissée sous le support du stator et portant un embout fileté (33). Cet embout porte un écrou moleté (34) de réglage de pendularité.

Le roulement supérieur (25) est monté dans le couvercle porte-érecteur (45) avec interposition d'un boîtier en acier (38). Ce roulement est maintenu par trois ressorts à lame (43) fixés sur le couvercle, qui annulent ainsi les jeux axiaux et permettent la libre dilatation de l'arbre (32).

Le boîtier porte un embout fileté (18) sur lequel un écrou moleté (19) permet d'effectuer l'équilibrage statique de l'ensemble.

Une couronne dentée (42) est fixée du côté gauche, perpendiculaire et concentrique à l'axe de tangage, pour la transmission des indications de tangage.

2-1-2 - L'axe de tangage est défini sur le boîtier par deux tourillons creux (1) et (20) vissés sur le carter et servant de plus à l'adduction du courant.

Pour cela, le tourillon (20) porte un embout (23) et une bague (24) en argent isolés l'un de l'autre et de la masse par deux manchons en nylon (21) et (22) le tout monté à force dans l'alésage du tourillon. Sur la bague et sur l'embout sont soudés deux fils raccordés par une barrette à deux phases du stator.

La troisième phase est connectée de la même façon à un embout (2) isolé par un manchon (3) à l'extrémité du tourillon (1).

Du côté de ce tourillon (1), un téton fixé au boîtier limite les ébats du gyroscope en tangage, par son contact avec deux butées élastiques placées sur le cadre extérieur.

Du côté tourillon (20) une portion de came en cœur (27) est vissée de telle façon que son plan soit perpendiculaire à l'axe de tangage.

2-1-3 - Erecteur

Le couvercle porte-érecteur (45), en duralumin, centré et fixé sur le carter, supporte le chemin de roulement en acier inoxydable (4) des billes d'érection en tungstène (16). Ce chemin de roulement est centré sur une portée sphérique de la collerette du couvercle, et fixé sur celui-ci.

Une coupole en acier inoxydable (17), vissée sur le chemin de roulement, empêche les billes de s'en échapper. Dans la cavité intérieure à la collerette du couvercle, fermée par un fond en acier (7), est logé l'ensemble du train démultiplicateur transmettant leur mouvement aux doigts d'entraînement des billes érectrices.

L'axe (32) du rotor est terminé à sa partie supérieure par un petit pignon à denture hélicoïdale qui attaque le train d'engrenages formé de quatre étages de réduction (9), tous pivotés sur roulements à billes portés par le couvercle et par sa platine supérieure.

Le dernier train (14) comporte un pignon (12) extérieur à la platine (7) qui engrène avec une couronne en bronze (13) dentée intérieurement, solidaire du plateau (8). Ce plateau tourillonne sur un bout d'arbre (11) porté par la platine (7). Un circlips (10) le maintient en place.

Sur ce plateau sont fixés :

- les goupilles d'entraînement des billes (15),
- le support (6) sur lequel est articulé le pendule (5) solidaire du cliquet (39),
- la butée double (44) limitant le débattement de ce cliquet, et qui forme également butée pour les billes érectrices.

2-2 - CADRE (planche 3)

2-2-1 - Le cadre (90) moulé en alliage léger constitue l'anneau extérieur de la suspension à la Cardan. Ses axes d'articulation sont rigoureusement perpendiculaires.

Ils sont matérialisés, pour l'axe de roulis, par deux tourillons creux (64) et (120) solidement encastrés, et correctement alignés, et pour l'axe de tangage, par les deux boîtiers (88) des roulements à billes (87) d'oscillation transversale du carter du gyroscope. Ces deux boîtiers sont fixés dans des alésages du cadre, rigoureusement alignés, et comportent chacun une lumière radiale, vers l'avant du côté gauche et vers l'arrière du côté droit, pour permettre l'introduction des tourillons du carter avant montage des boîtiers.

Des rondelles-cales (89) de réglage, interposées entre les boîtiers et les faces d'appui des alésages du cadre, permettent de placer le centre de gravité du gyroscope dans le plan perpendiculaire à l'axe transversal passant par l'axe longitudinal.

A l'intérieur de la branche gauche du cadre sont fixés les éléments de la double butée élastique (135 - 136 planche 4) qui limite l'ébat angulaire du téton (137 - planche 4) porté par le boîtier du gyroscope (37 - planche 2).

Pour l'équilibrage statique de l'ensemble du cadre sont prévues deux vis (81) réglables et freinées, disposées symétriquement de part et d'autre du palier arrière.

Pour le réglage de pendularité sont prévues 2 tiges filetées (65) fixées dans le cadre, disposées symétriquement de part et d'autre du palier avant, portant des écrous moletés (66).

2-2-2 - Dispositif de recalage (planche 5)

A la partie avant du cadre, et coaxialement à l'axe longitudinal, est disposée une came cylindrique (143), à double rampe hélicoïdale, servant au recalage rapide ; les deux rampes sont symétriques par rapport au plan moyen du cadre.

Cette came est montée de façon à pouvoir osciller autour d'un axe perpendiculaire à ce plan. Pour cela elle comporte, du côté du point haut des rampes, une chape (140) qui s'articule autour d'un axe (142) porté par la branche gauche du cadre. De l'autre côté, en face du point bas des rampes, la came est prolongée par une fourchette (144) dans laquelle s'engage une goupille (145) par laquelle elle entraîne en translation un piston (147). Ce piston coulisse dans une douille (146) fixée dans un alésage, parallèle à l'axe longitudinal, aménagé dans le cadre. L'autre extrémité de ce piston comporte, dans une fente verticale, un galet (148) qui peut tourner autour d'un axe horizontal. Ce galet vient en regard de la came en cœur (27) portée par le carter du gyroscope et agira sur elle pour le recalage.

L'ensemble came (143) et piston (147) est rappelé en position de repos par un ressort (141). (Voir en 2-3-1-5 le système de commande de recalage).

2-2-3 - Amenées de courant (planche 3).

En contact avec les plots et la bague des tourillons du gyroscope, deux lames (83) et une épingle en fil de platine iridié à 30% (84) assurent le passage des trois phases du cadre au gyroscope.

De chaque côté du cadre, un support isolant (82) maintient ces éléments : une lame d'un côté, une lame et l'épingle de l'autre côté.

Ces éléments sont en relation par trois fils passant à l'intérieur du tourillon creux (120) à trois bagues en argent (124) isolées par un moulage en nylon (128) monté à force dans l'alésage du tourillon.

2-2-4 - Mécanisme de transmission (planches 3 et 4)

Sur le tourillon creux avant (64) du cadre est monté un plateau (97) maintenu par un écrou (96). Ce plateau forme l'un des fonds d'une boîte cylindrique (100) dont l'autre fond (57) se présente derrière le cadran ; il porte l'index de roulis (113) et une maquette d'avion (112), et est percé d'une ouverture rectangulaire. Dans cette ouverture est visible une partie d'un cylindre (101) pivoté perpendiculairement à l'axe de la boîte (100) sur deux paliers en bronze (99). Ce cylindre porte suivant ses génératrices les graduations de tangage.

Dans l'axe du tourillon creux (64), un petit arbre (63) est pivoté entre deux roulements (59) maintenus, l'un dans la partie arrière du tourillon lui-même, l'autre dans un boîtier fixé sur le plateau (97). Cet arbre comporte à l'intérieur du cadre une embase sur laquelle est fixée une roue dentée en cloche (91) qui vient en prise avec la roue (42) portée par le boîtier du gyroscope ; à l'autre extrémité de l'arbre, à l'intérieur de la boîte (100) est fixée une embase portant une autre roue dentée en cloche (58) qui attaque une roue (119) fixée sur un fond du cylindre (101).

2-3 - BOITIER (planche 3)

Il comprend essentiellement deux pièces moulées, le carter arrière et le carter avant.

2-3-1 - Carter arrière

C'est une pièce moulée en alliage léger formée d'une embase (61) et d'un support en berceau (80).

2-3-1-1 - Suspension

Dans le centre de l'embase et de la partie arrière du berceau sont aménagés des alésages rigoureusement alignés. Dans l'alésage de l'embase est fixé le boîtier (60) dans lequel le roulement avant (93) de l'axe longitudinal est maintenu par une rondelle vissée (92) contre une embase du boîtier.

Le roulement arrière (121) est libre dans son boîtier (122) fixé dans l'alésage de la partie arrière du support en berceau, de façon à permettre la libre dilatation de l'ensemble du cadre et du support.

2-3-1-2 - Amenées de courant

Trois épingles en fil de platine iridié à 30% (125) sont fixées dans un support protecteur en plexiglas (127) qui vient se monter sur l'arrière du berceau de façon que chacune d'elles porte sur l'une des bagues (124) du tourillon arrière (120) du cadre (90). Trois cosses (123) en relation électrique avec les 3 épingles sortent du protecteur (127). Elles sont reliées par des fils de connexion aux trois broches de la prise (126). Cette prise est fixée sur une embase (130) elle-même vissée sur deux colonnettes (131) venues de fonderie sur le support (80). Une rondelle de caoutchouc mousse (129) empêche l'entrée de poussières lorsque le capot est en place.

2-3-1-3 - Capot

Ce capot (69) en duralinox est maintenu par deux vis (79) prises dans deux autres colonnettes (132) ; il vient buter sur un épaulement de l'embase (61) et un joint en caoutchouc (62) placé dans une gorge de cette embase assure l'étanchéité.

Le capot comporte deux ouvertures, l'une rectangulaire (67) munie d'un plexiglas permet d'observer le gyroscope et l'érecteur, l'autre circulaire (68) est obstruée avec un filtre à air pour l'aération intérieure.

2-3-1-4 - Avertisseur de Panne d'Alimentation

Sur deux des phases d'alimentation, entre la prise (126) et les contacts (123) sont connectés en série les deux enroulements d'un petit moteur biphasé type Ferraris (74) tenu dans une platine (71), elle-même fixée sur la partie arrière du support en berceau (80).

Le pignon de ce moteur entraîne un secteur denté (76) fixé sur un axe (75) et mobile en rotation entre deux butées (73) et (78).

Un ressort (72) tendu entre une goupille (70) portée par l'embase (71) et une autre (77) fixée sur le secteur (76) le ramène au repos sur sa butée (73). Lorsque le moteur (74) est excité convenablement, il bande le ressort (72) et amène le secteur sur sa butée (78). L'autre extrémité de l'axe (75) pivote dans un trou de l'embase (61) et porte à son extrémité un levier coudé.

2-3-1-5 - Dispositif de recalage (planche 5)

Dans une chape (157) fixée par deux vis et positionnée par 2 pieds sur l'embase (61) s'articule au moyen d'un axe (156) un levier (159).

L'extrémité inférieure de ce levier sort en biais par une lumière du berceau support (80) et se termine par une fourche à branche circulaire embrassant une tige (162). L'autre extrémité comporte une autre fourchette, oblique, de façon à venir dans un plan tangent au cylindre moyen de la came (143). Dans cette fourche est monté un galet (155) pouvant tourner autour d'un axe (154).

La tige (162) porte un circlips formant butée de limitation de course (161) et un coulisseau (158) dont les deux joues emprisonnent la fourchette du levier (159). Ce coulisseau est appliqué sur un épaulement de la tige (162) par un ressort limiteur d'effort (153). Ce ressort prend appui sur un palonnier (151) fixé par un écrou et contre-écrou à l'extrémité postérieure de la tige (162).

Ce palonnier est guidé par deux tringles fixes (150) parallèles à l'axe longitudinal et portées par des colonnettes (149) fixées au flanc du berceau support (80). Deux ressorts (152), sur les colonnettes antérieures rappellent en position de repos l'ensemble palonnier (151) tige (162).

L'autre extrémité de la tige (162) traverse l'embase (61) par une ouverture obturée extérieurement par une rondelle (98) contre laquelle vient buter le circlips (161) en fin de course.

Elle traverse le dispositif de réglage de la maquette et vient s'accrocher par un circlips au bouton (110) de façon à permettre, par sa traction, la manœuvre du dispositif de blocage.

2-3-2 - Carter avant (planche 3)

Le carter avant est essentiellement constitué d'une pièce moulée en alliage léger (54) qui vient se centrer sur une portée circulaire de l'embase du carter arrière (61) sur laquelle elle est maintenue par six vis réparties deux par deux dans les trois angles libres, l'angle inférieur droit étant occupé par le dispositif de recalage rapide et de réglage de la maquette.

2-3-2-1 - Cadran

La partie avant de ce carter (54) porte les trois écrous (53) de fixation et la portée circulaire ou d'encastrement dans le tableau de bord. A l'intérieur de cette portée est ménagée l'ouverture du cadran, fermée par une glace (56) ; un joint de mastic spécial (55) assure l'étanchéité. La glace est maintenue contre ce joint par la bague (102) fixée elle-même par quatre vis.

Le cadran de roulis (115) est fixé par quatre vis sur cette bague ; sur sa partie inférieure sont portées de 10 en 10 degrés, jusqu'à 60 degrés de part et d'autre du zéro, les graduations de l'échelle de roulis, qui se présente en regard de l'index de roulis (113).

Sur le diamètre horizontal, deux repères permettent, quand ils se trouvent dans le prolongement de la maquette, d'indiquer la position zéro de celle-ci.

Sur les flancs latéraux du carter (54) est défini un axe correspondant avec celui du cylindre (101) pour la position de roulis nul et autour duquel est articulé un étrier (114) portant la maquette conventionnelle représentant l'avion vu de l'arrière. Graduations et maquette sont recouvertes de peinture fluorescente.

2-3-2-2 - Réglage Maquette

Dans une fente de l'étrier s'engage un téton (116) porté par une couronne dentée (103) tourillonnant dans un centrage de la bague (102).

Cette couronne (103) engrène extérieurement avec un pignon intermédiaire (106) monté sur un tourillon fixé à l'intérieur du carter avant (54). Ce pignon est lui-même en prise avec celui (104) qui transmet la commande du bouton (110).

Le pignon (104) fait partie d'un ensemble qui est fixé sur le carter avant (54) et qui comporte un palier (105) portant le cadran (111) et dans lequel tourillonne une bague portant l'index (107) emmanchée à force sur le moyeu du pignon (104); ce moyeu est terminé par des dents de loup et, dans son alésage, passe l'arbre (162) sur lequel une entretoise maintient l'écartement entre la rondelle (98) et le pignon (104).

Le corps du bouton (110) entraîne par friction le moyeu (109) dont les dents de loup viennent en prise avec celles du moyeu du pignon (104) lorsque le dispositif de recalage est relâché.

Une douille (108) ferme le corps du bouton et vient normalement recouvrir une collerette solidaire du pignon (104).

2-3-2-3 - Avertisseur de panne

Le voyant avertisseur de panne portant un X fluorescent Rose-Orangé (Blanc) Réf. DTD 573 sur fond rouge également fluorescent est articulé autour d'un axe porté par la face avant. Il comporte une rainure dans laquelle s'engage le levier coudé fixé à l'extrémité de l'axe (75) de telle façon que lorsque le secteur (76) est contre sa butée (73) le voyant apparaît sur le bord droit du cadran et s'escamote derrière la face avant lorsque le secteur (76) est en butée sur (78).

2-3-2-4 - Aération

Un orifice est aménagé, à la partie inférieure du carter avant, avec un filtre à air qui assure, avec l'ouverture analogue (68) du capot, une circulation d'air à l'intérieur du boîtier pour éviter la condensation.

3 - FONCTIONNEMENT DETAILLE

Le fonctionnement de l'ensemble de l'appareil ressort de l'application au matériel décrit au chapitre précédent des principes exposés au paragraphe 1-2.

3-1 - GYROSCOPE

3-1-1 - Moteur principal

Le mouvement de rotation qui confère au rotor ses propriétés cinétiques est obtenu par des moyens électriques. Celui-ci, avec le stator, constitue un moteur asynchrone triphasé bipolaire. La vitesse de synchronisme pour la fréquence normale de 400 Hz de la tension d'alimentation est de 24.000 tr/mn.

Les caractéristiques du bobinage et de la cage sont déterminées, compte tenu des résistances de roulement et du frottement de l'air, pour assurer un démarrage rapide et un fonctionnement de régime à faible glissement avec une consommation réduite.

3-1-2 - Avertisseur de panne

Le moteur biphasé de l'avertisseur de panne est alimenté en série sur deux des phases du moteur principal, comme on le voit sur le schéma électrique de la planche 7. Son sens de rotation, comme celui du moteur principal, dépend de la rotation des phases du réseau d'alimentation. Il est tel que, si une erreur est faite au branchement, le secteur denté est appliqué contre sa butée de repos, et le voyant ne s'escamote pas.

En fonctionnement normal, il est entraîné derrière la face avant en dehors du cadran. Si alors un incident quelconque se manifeste dans l'alimentation (phase coupée ou baisse importante de tension) qui affecte le fonctionnement du moteur principal, le couple du petit moteur disparaît ou diminue d'intensité et le ressort de rappel, réglé pour cela, ramène le voyant dans le cadran. Le pilote est averti qu'il n'a plus à compter sur les indications de l'appareil.

3-2 - ERECTION

Le mouvement de rotation des doigts d'entraînement des billes électrices est prélevé sur celui même du rotor du gyroscope par l'intermédiaire du train réducteur contenu dans le couvercle.

Le rapport de réduction est de 1/717. Le fonctionnement est exactement celui qui a été décrit au paragraphe 1-3-2.

3-3 - SUPPRESSION DE L'EFFET ERECTIF

Les figures 6 et 7 de la planche 1 montrent comment la «coupure d'érection» est produite par le dispositif accélérométrique décrit au paragraphe 2-1-3.

L'axe d'oscillation de chaque pendule tel que (2) étant disposé radialement à 90° en avant de la bielle (8) qu'il contrôle, l'effet maximum de la composante horizontale d'accélération pour abaisser le cliquet (6) a lieu précisément au moment où cette bille arrive au point haut de la piste (1) et tend de par sa masse soumise au champ de force, à s'écarter de son doigt d'entraînement (7). Elle en est empêchée si l'ébat du pendule (2) est suffisant pour que l'extrémité du cliquet (6) s'abaisse au-dessous du centre de la bille (8). Cette condition est réalisée lorsque l'angle que fait la direction de la pesanteur apparente et l'axe du gyroscope est au moins égal à 10°.

Dans ce cas, la bille prend appui sur le cliquet et le maintient abaissé tant qu'elle parcourt la partie descendante de la piste. Au delà du point bas, elle libère le cliquet (6) qui remonte, puisque le pendule (2) oscille alors vers l'arrière de son mouvement, et la bille (8) est normalement remontée, poussée par son doigt d'entraînement (7) jusqu'au point haut où elle se trouve à nouveau bloquée par le cliquet (6).

Ainsi sa rotation entière sur la piste (1) se fait sans qu'elle s'écarte de son doigt d'entraînement (7), et ceci pour chacune des deux billes qui restent donc symétriquement placées sur la piste et n'ont aucun effet érectif.

Cet effet reprendra lorsque la direction du champ de force fera de nouveau un angle inférieur à 10° avec la verticale vraie, les cliquets (6) ne s'abaissant plus suffisamment sous l'effet de l'oscillation des pendules accéléromètres (2) pour empêcher les billes (8) de s'ébattre librement entre leur doigt d'entraînement (7) et leur butée (5).

3-4 - RECALAGE (planche 5)

La manœuvre de recalage consiste à tirer à fond le bouton (110) et à attendre quelques secondes, suivant la position de l'équipage, que la barre d'horizon soit stabilisée en position normale.

Le levier (159), sous l'action du coulisseau (158) poussé par le ressort (153), oscille autour de son axe, et le galet (155) vient porter sur la came cylindrique (143). Celle-ci à son tour oscille autour de son axe (142) en poussant le piston (147) jusqu'à ce que le galet (148) vienne en contact avec la came en cœur (27).

La pression de réaction du ressort (141) appuie la came (143) sur le galet (155) et la composante tangentielle due à l'inclinaison de la rampe crée un couple autour de l'axe de roulis qui a pour effet de faire précessionner le gyroscope autour de l'axe de tangage (voir paragraphe 1-3-1-2-2).

En même temps, l'effort transmis au piston (147) agit sur la came (27) et, du fait de son inclinaison en spirale, engendre un couple autour de l'axe de tangage qui fait précessionner le gyroscope autour de l'axe de roulis (voir paragraphe 1-3-1-2-2).

Suivant la position initiale de l'équipage gyroscopique, l'une ou l'autre de ces actions est d'abord prédominante.

Il peut arriver que l'action en roulis corresponde d'abord à un mouvement de précession en tangage inverse. Celui-ci va continuer alors jusqu'à une butée et le cadre est libre de répondre directement à l'action du couple appliqué jusqu'à ce que, le galet montant sur l'autre rampe, l'effet de précession s'inverse et ramène le boîtier vers sa position normale.

3-5 - INDICATIONS

3-5-1 - Roulis (planche 3)

La boîte (100) est calée sur le tourillon avant du cadre de façon que l'axe du cylindre (101) soit dans le plan moyen du cadre. Ainsi, en vol horizontal, la génératrice origine du cylindre se présente à tout instant par rapport à la maquette réglable comme l'horizon réel vu par le pilote ; l'angle ainsi formé, égal à l'inclinaison de roulis de l'avion, est mesuré sur l'échelle inférieure du cadran par l'index de roulis.

La petite maquette d'avion (112) enduite de peinture fluorescente Rose Orangé (Blanc) sur le fond (57) en-dessous de l'index de roulis reste cachée par le cadran tant que l'inclinaison transversale ne dépasse pas 90° ; au delà de cet angle, elle est visible à la partie supérieure.

3-5-2 - Tangage (planche 4)

Le cylindre (101) porte une génératrice origine munie de 2 petits bossages qui, en vol horizontal, se présentent au centre du cadran. Cette génératrice et celle opposée partagent la surface cylindrique en deux zones, la supérieure peinte en gris et l'inférieure en noir. Sur chaque zone sont tracées des génératrices équidistantes numérotées de 1 à 8. Ces génératrices sont représentées par des croix dans la zone grise et en tirets dans la zone noire.

La transmission au cylindre du mouvement de rotation du boîtier du gyroscope, représenté planche 4, se fait par les roues dentées (42), (91), (58) et (119) de telle façon que le rapport total soit environ de 2/1. Chaque intervalle du cylindre correspond à une rotation de 10° du boîtier de gyroscope, donc à une variation de tangage de 10° . Le sens est tel que, lors d'un cabré, la génératrice origine se déplace vers le bas, comme l'horizon réel semble descendre, et la maquette apparaît sur fond gris. Lors d'un piqué, le mouvement est inverse et la maquette apparaît sur fond noir.

Dans les deux cas, le numéro de la génératrice passant par le point central de la maquette donne la mesure, en dizaines de degrés, de l'angle de tangage.

Lorsque cet angle dépasse 80° , une zone repérée par un double X fluorescent apparaît dans le cadran, ce qui rappelle au pilote qu'il ne doit pas dépasser cette valeur sous peine de perturber son horizon en amenant en contact les butées de tangage.

Tous les traits et chiffres du cylindre sont recouverts de peinture fluorescente blanche à la lumière ordinaire, rouge orangé en éclairage U.V.

En éclairage U.V. la différenciation de teinte des 2 zones n'existe plus, seule la différenciation des génératrices numérotées permet de distinguer le cabré, pour lequel les génératrices sont seulement interrompues par leur numéro, le piqué repéré par des tirets.

La planche 6 donne quatre exemples typiques de cette présentation d'attitude.

3-5-3 - Réglage d'assiette (planche 3)

Le réglage de la maquette en tangage est possible sur $\pm 5^\circ$, lorsque, le bouton (110) étant relâché, les dents de loup circulaires du moyeu (109) et du pignon (104) sont en prise.

La rotation manuelle du bouton entraîne par une friction interne le moyeu et donc le pignon qui transmet son mouvement de rotation par l'intermédiaire (106) de la couronne dentée (103). Avec elle se déplace le téton (116) qui entraîne le support de maquette (114) dans une rotation concentrique au cylindre (101) en position de roulis nul.

L'index (107) solidaire du pignon (104) se déplace devant le cadran (111) qui porte une graduation en degrés avec indication des sens Piqué et Cabré.

Lorsque l'on tire le bouton (110) pour recaler le gyroscope, l'entraînement du réglage de maquette est débrayé.

4 - DESCRIPTION DES VARIANTES

4-1 - HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705-1

L'horizon gyroskopique type 705-1 ne diffère du type 705 que par les points suivants :

- La partie supérieure du cylindre indicateur est peinte en gris mat Pyrolac 9837 au lieu de gris Duroux n° 77570.
- La prise d'alimentation est orientée à droite pour un instrument destiné au "Mirage III B et C" à gauche pour un instrument destiné au "Mirage III E et O".

4-2 - HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705-2

L'horizon gyroskopique type 705-2 ne diffère du type 705 que par les points suivants :

- Le gyroscope est alimenté en 200 volts triphasé 400 Hz au lieu de 115 volts 400 Hz.
- Le moteur signalisateur de panne est du type 1726 au lieu de 1720.
- La prise d'alimentation est une prise droite "Deutsch" type DM 9616 - 3 P au lieu d'une prise coudée 3 broches - PrL 54.115.
- La partie supérieure du cylindre indicateur est peinte en gris mat Pyrolac 9837 au lieu de gris Duroux n° 77570.
- Les écrous de fixation de l'instrument sont à la norme ISO ϕ 4 pas 0,70 au lieu de ϕ 4 pas 0,75.

4-3 - HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705-3

L'horizon gyroskopique type 705-3 diffère du type 705 par les points suivants :

- La partie supérieure du cylindre est peinte en gris mat Pyrolac 9837 au lieu de gris Duroux n° 77570.
- Les gravures sont en blanc mat au lieu de rose orangé.
- Cet instrument étant prévu pour être monté sur une planche de bord inclinée de 6°, la came de recalage rapide est modifiée en conséquence.

4-4 - HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705-4

L'horizon gyroskopique type 705-4 diffère du type 705 par les points suivants :

- Le gyroscope est alimenté en 200 volts triphasé 400 Hz au lieu de 115 volts 400 Hz.
- Le moteur avertisseur de panne est du type 1726 (200V) au lieu de 1720 (115V).
- La prise d'alimentation est une prise droite Pygmy 3 broches référence 45.1.01.E.8.3A-P (Norme 54.125) au lieu d'une prise coudée 3 broches Norme PrL 54.115.
- La partie supérieure du cylindre est peinte en gris mat Pyrolac 9837 au lieu de gris Duroux n° 77570.
- Les écrous de fixation de l'instrument sont à la norme ISO ϕ 4 pas 0,70 au lieu de ϕ 4 pas 0,75.

4-5 - HORIZON GYROSCOPIQUE TYPE 705-5

L'horizon gyroskopique type 705-5 ne diffère du type 705 que par les points suivants :

- La prise d'alimentation est une prise droite "Pygmy" 3 broches, référence 45.1.02.E.8.2A-P (Norme 54.125) orientée à droite ou à gauche au lieu d'une prise coudée 3 broches Norme PrL 54.115.
- Les gravures sont en blanc mat au lieu de rose orangé.
- Cet instrument étant prévu pour être monté sur une planche de bord inclinée de 6°, la came de recalage rapide est modifiée en conséquence.

FASCICULE II

MANUEL D'UTILISATION

1 - CONDITIONS GENERALES ET ESSENTIELLES D'INSTALLATION

L'Horizon type 705 doit être monté sur une planche de bord perpendiculaire à l'axe de roulis de l'avion dans un encastrement conforme à la découpe indiquée sur la Fiche d'Équipement AIR (paragraphe 2-1-1 fascicule I).

Cette planche de bord doit être suspendue et convenablement amortie de façon que l'amplitude de ses vibrations ne dépasse pas 0,1 mm aux régimes normaux d'utilisation des groupes propulseurs.

Elle doit être bien plane et suffisamment rigide pour ne pas se déformer sous le poids de l'appareil.

2 - CONDITIONS D'UTILISATION

2-1 - MISE EN ROUTE

À la mise sous tension, vérifier que le voyant avertisseur de panne d'alimentation disparaît.

Tirer **sans brutalité** le bouton de recalage, cette manœuvre a pour but de mettre rapidement le gyroscope en position d'utilisation.

Après 50 secondes, la vitesse du rotor est suffisante pour que les indications de l'Horizon soient utilisables.

2-2 - UTILISATION AU SOL

Il n'y a aucune sujétion particulière pour l'utilisation de l'Horizon au cours du roulement de l'avion.

2-3 - UTILISATION EN VOL

2-3-1 - Au cours du décollage

La maquette étant réglée au zéro, le pilote maintient l'angle optimum de montée en plaçant le point central de la maquette sur la génératrice correspondante du cylindre.

Les inclinaisons transversales sont indiquées en grandeur et en signe par l'angle de la maquette avec cette génératrice et par l'index de roulis.

2-3-2 - En vol normal

2-3-2-1 - Généralités

En vol horizontal, le pilote maintient de la même façon que ci-dessus l'angle d'incidence correspondant à sa configuration de vol. Les indications de roulis sont données de la même façon.

Le pilotage peut être facilité si l'on affiche, par déplacement de la maquette, l'angle à conserver: il suffit alors de maintenir en coïncidence la maquette ainsi réglée avec la barre d'horizon origine.

Pour monter ou descendre, le pilote peut choisir et conserver facilement son angle d'inclinaison longitudinale jusqu'aux limites permises par l'appareil.

Pour virer, l'index de roulis permet de prendre l'inclinaison transversale voulue.

Au cours de manœuvres acrobatiques, la petite maquette d'avion qui apparaît dans la partie supérieure du cadron rappelle au pilote qu'il a dépassé l'inclinaison de 90° en roulis. En tangage, la limitation est indiquée par la zone de la surface cylindrique repérée par un double X fluorescent dans laquelle ne doit jamais venir le point central de la maquette.

2-3-2-2 - Recalage

Le recalage mécanique de l'équipage de l'horizon gyroscopique type 705 ne rétablit la référence de verticale que si la manœuvre est exécutée lorsque **l'avion est en vol rectiligne horizontal**, quelle que soit par ailleurs l'accélération longitudinale.

En cas de butée accidentelle en tangage, au cours d'un looping une perturbation de l'ordre de 5° peut se produire : elle peut être annulée instantanément par un **recalage en vol rectiligne horizontal**, sinon elle se résorbera en quelques minutes sous l'action de l'érecteur.

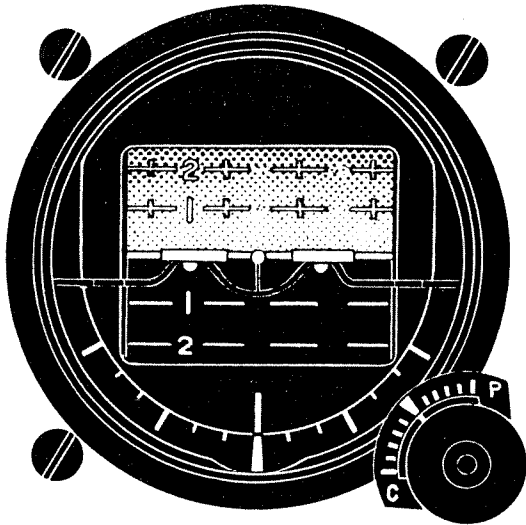
Chaque fois que le dispositif de recalage rapide est utilisé, il est indispensable de le manœuvrer sans brutalité.

2-4 - ARRET

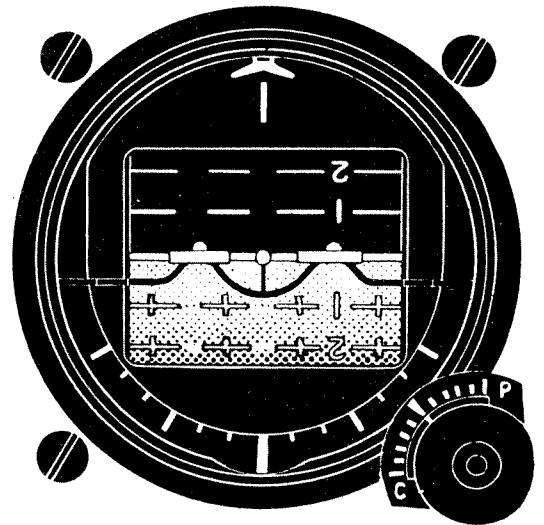
Quand on coupe l'alimentation (volontairement ou par suite d'une panne) il est très important que l'axe du gyroscope soit perpendiculaire au cadre extérieur, pour éviter qu'au cours du ralentissement, le gyroscope vienne en appui sur sa butée de tangage et entraîne en rotation tout l'équipage gyroscopique autour de l'axe de roulis, au risque de provoquer des détériorations.

Il est donc nécessaire après la coupure d'alimentation de tirer à fond le bouton de recalage rapide pour être assuré que le gyroscope est dans la position convenable.

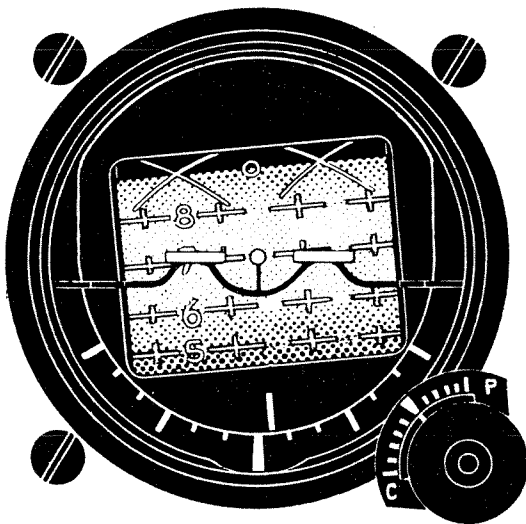
PRESENTATION



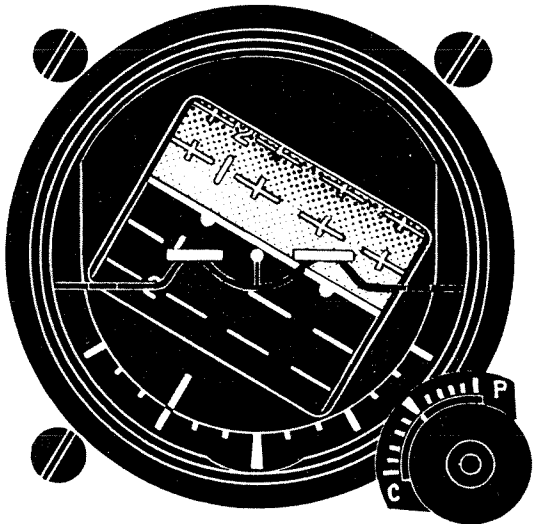
Vol horizontal rectiligne



Vol sur le dos



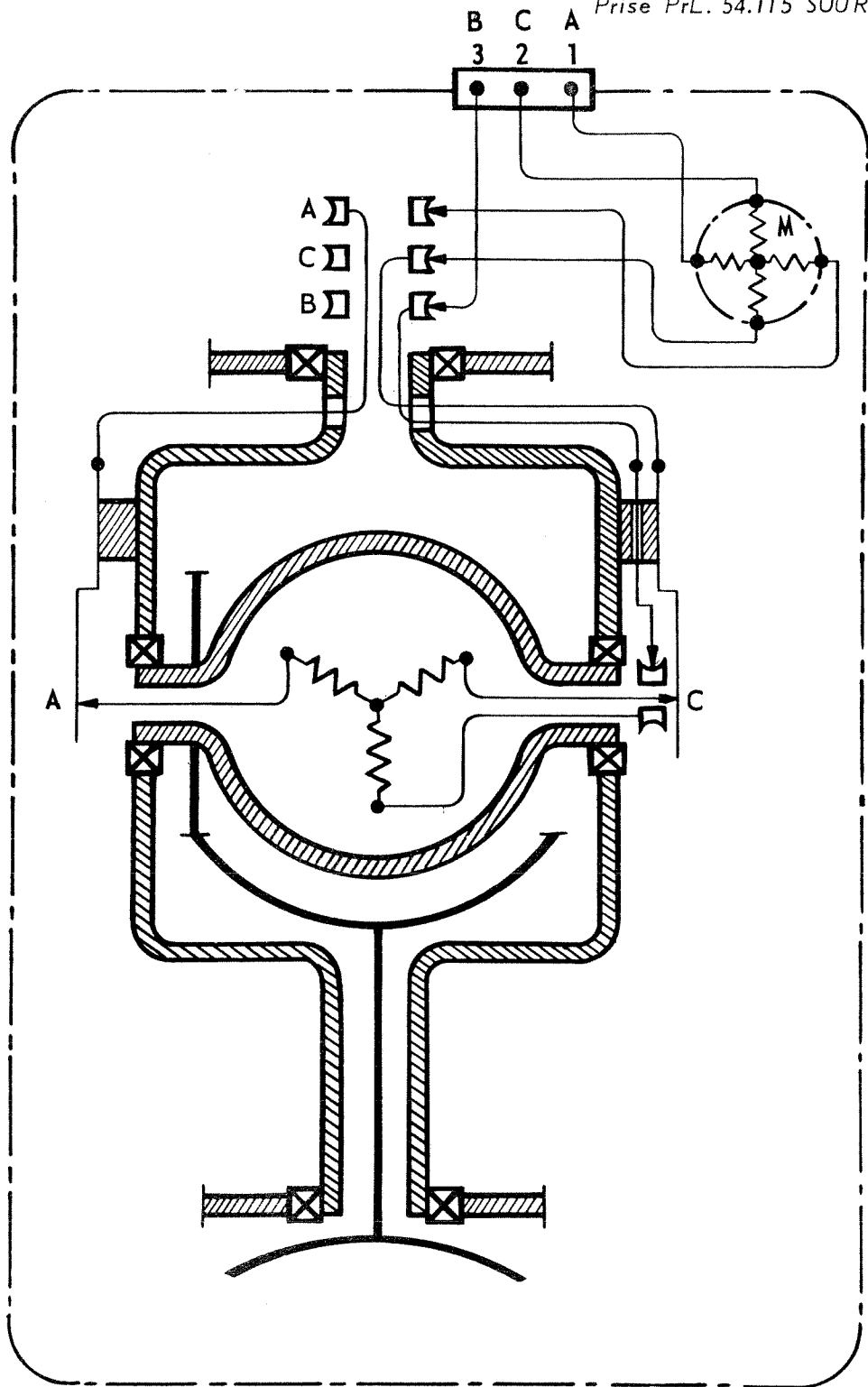
Vol cabré 70°, roulis droite 5°



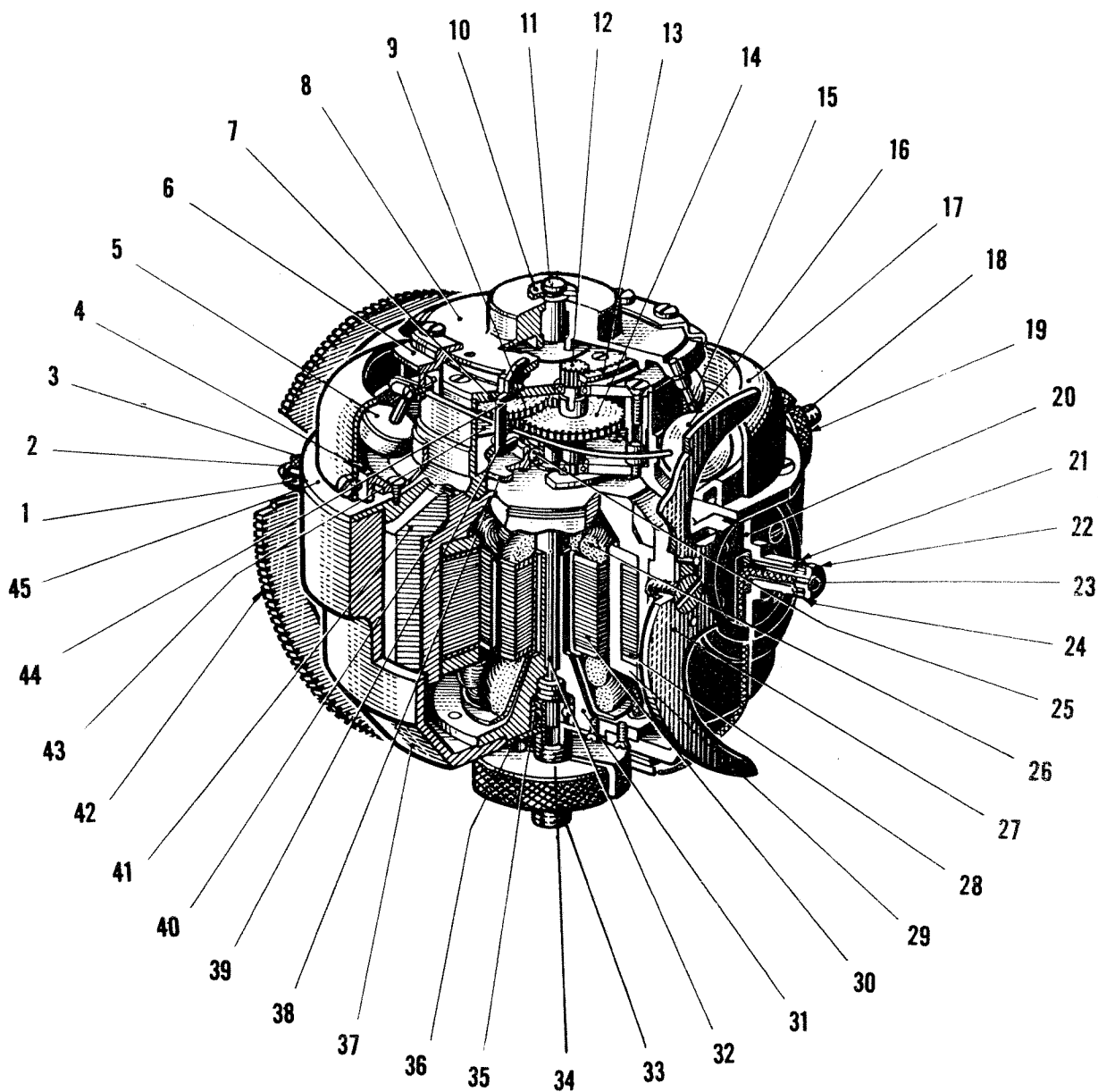
Vol piqué 3°, roulis gauche 30°

SCHEMA ELECTRIQUE

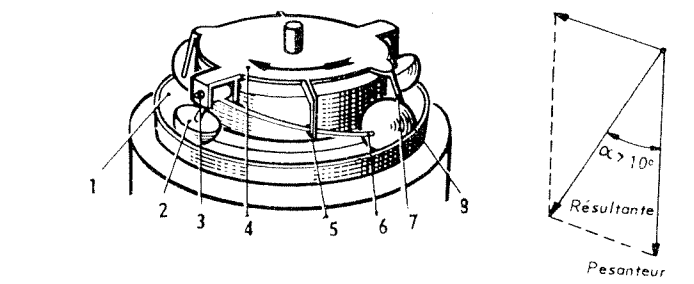
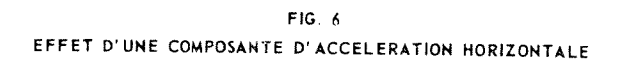
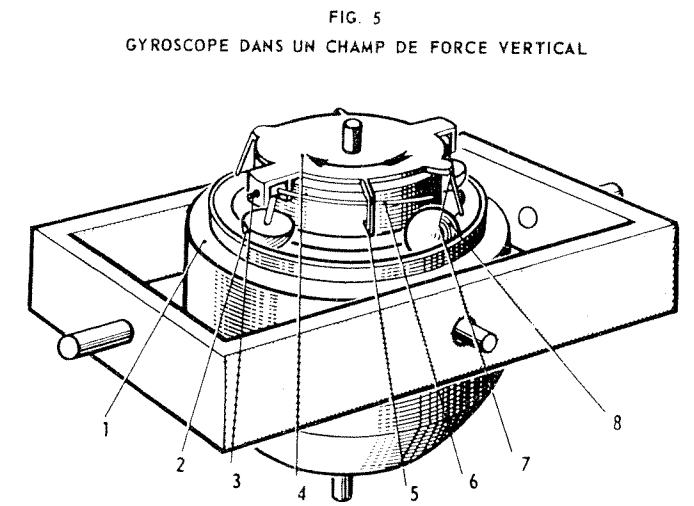
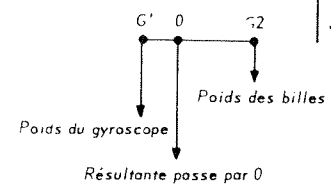
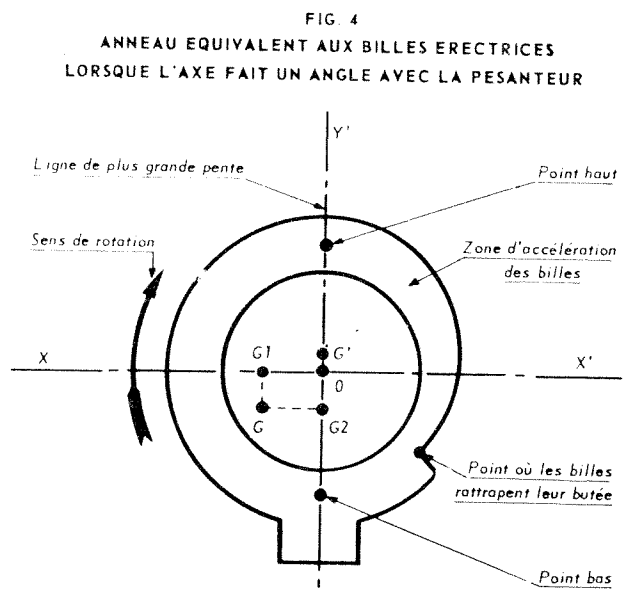
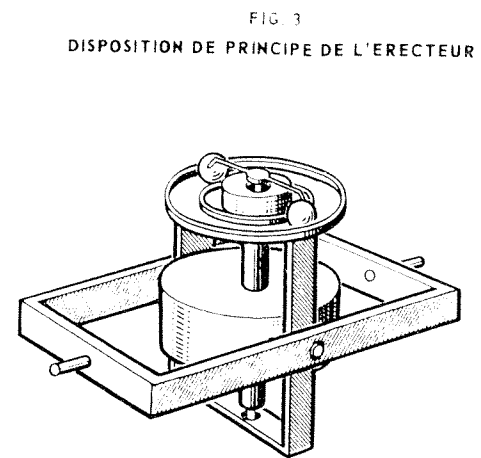
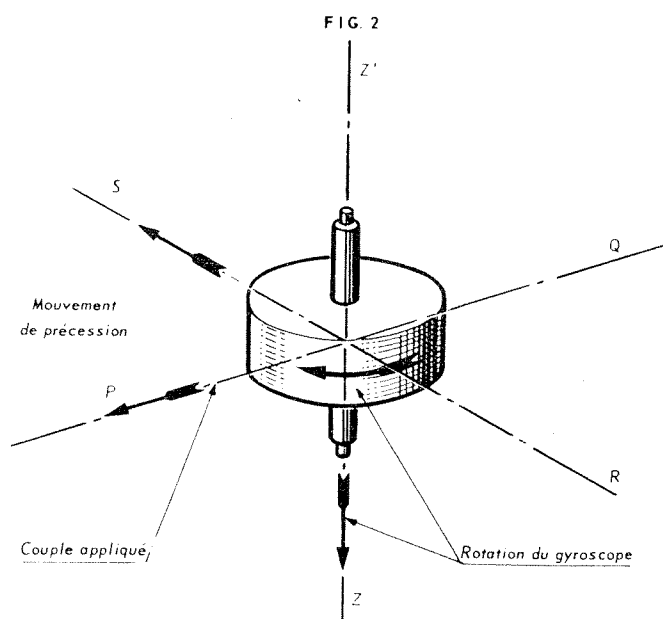
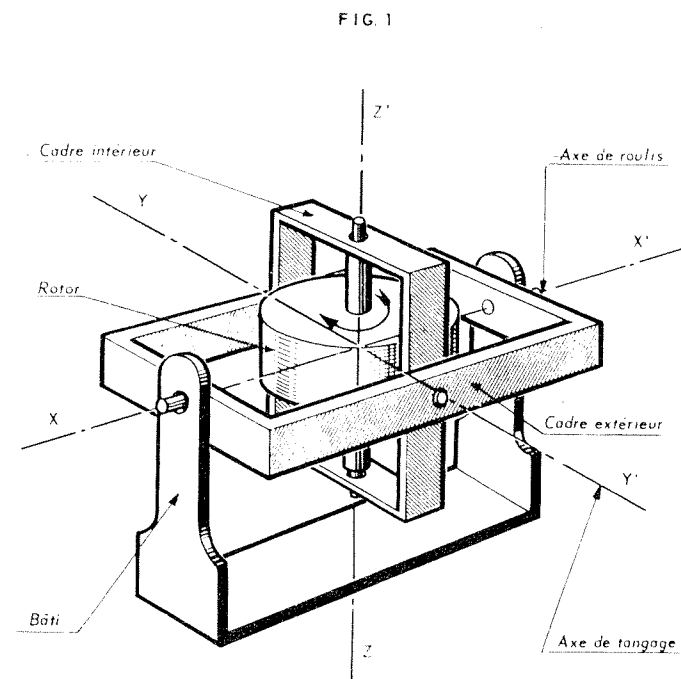
Prise PrL. 54.115 SOURIAU Type13



VUE PERSPECTIVE DU GYROSCOPE DE VERTICALE



SCHEMAS DE PRINCIPE DU GYROSCOPE



VUE PERSPECTIVE DE L'HORIZON

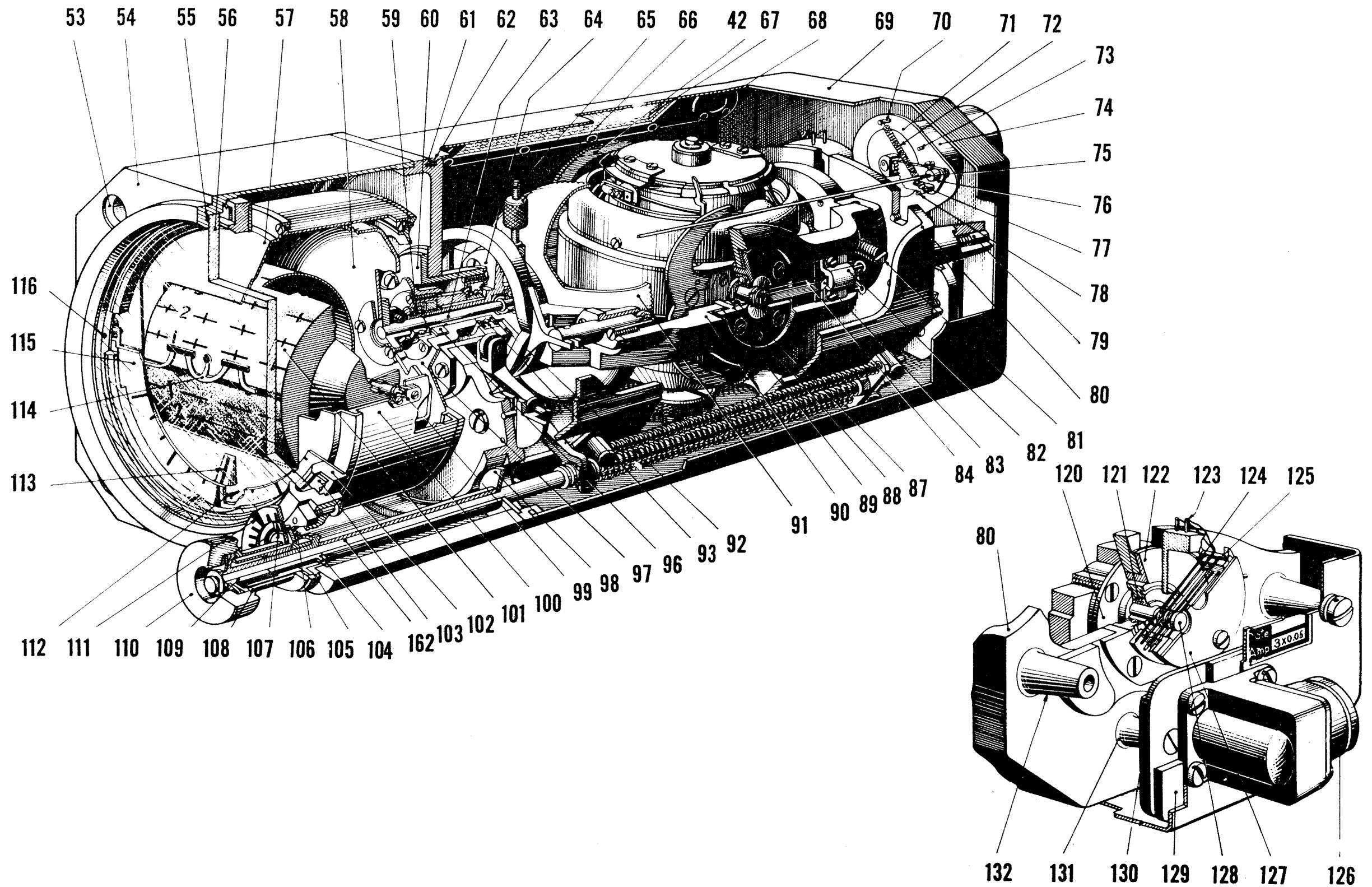
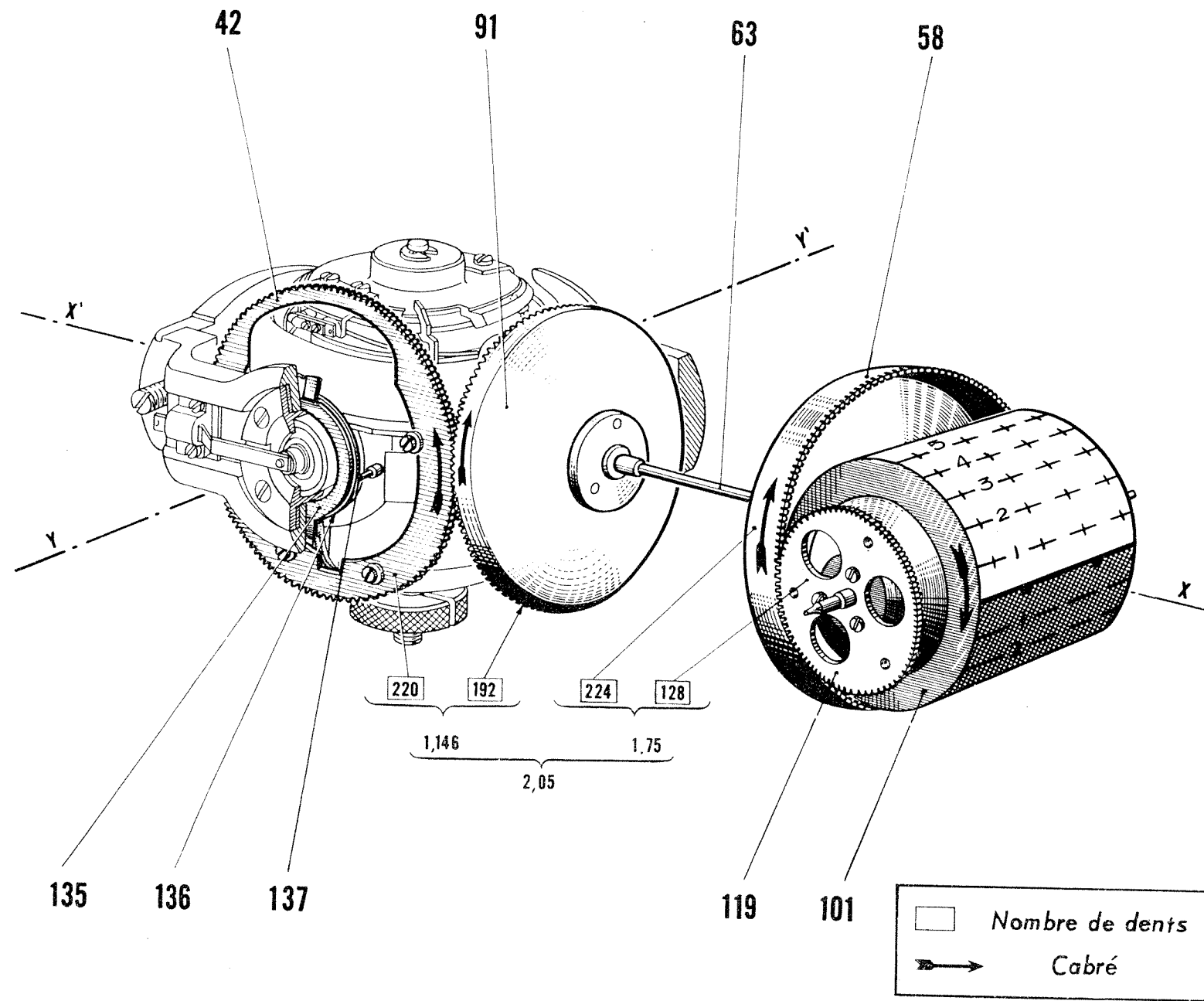


PLANCHE 3
VUE PERSPECTIVE
DE L'HORIZON

TRANSMISSION DES INDICATIONS DE TANGAGE



DISPOSITIF DE RECALAGE RAPIDE

↻ Rotation des cadres du gyroscope pendant l'opération de recalage, dans le cas de la figure, le gyroscope étant arrêté.

→ Mouvement des organes de recalage.

