

Instruments

1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.

- 1. Introduction.**
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.

Introduction.



Introduction.



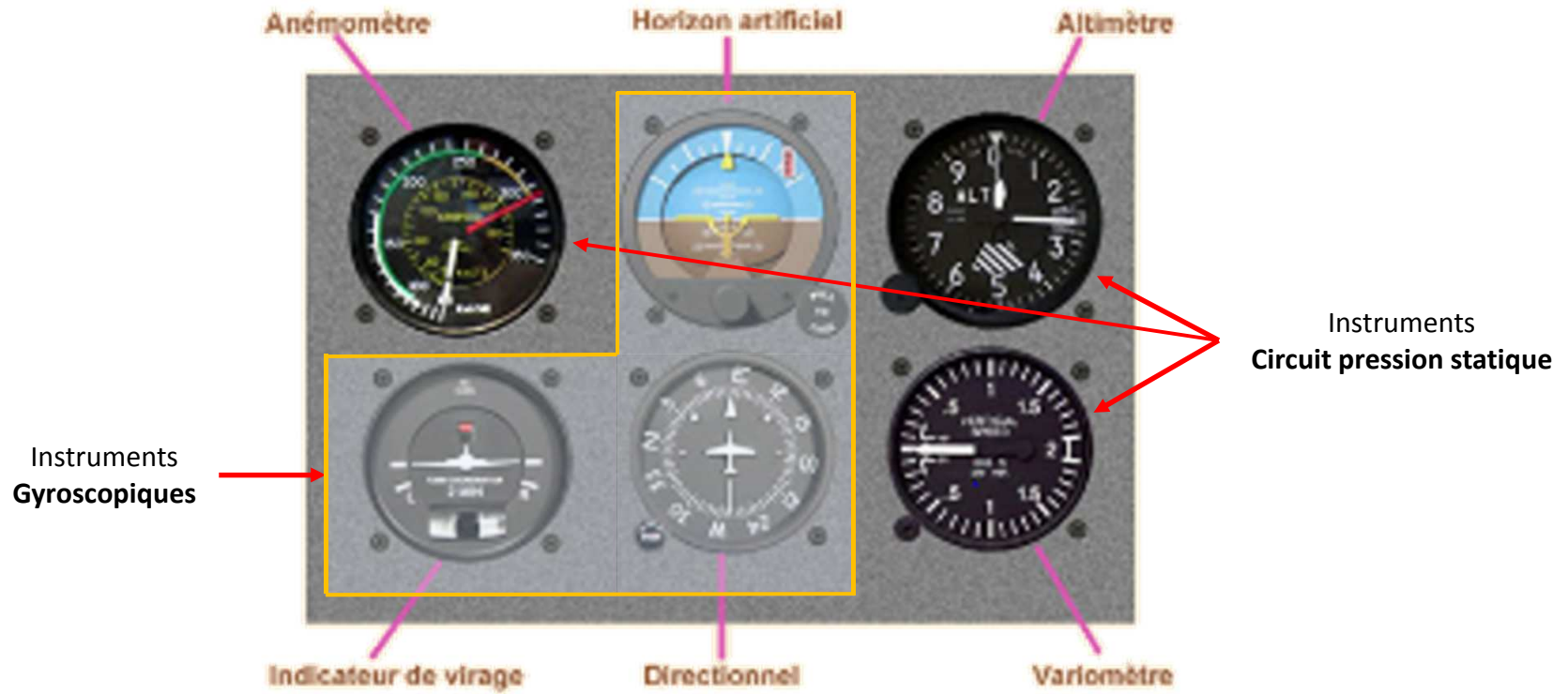
DR400



DA20

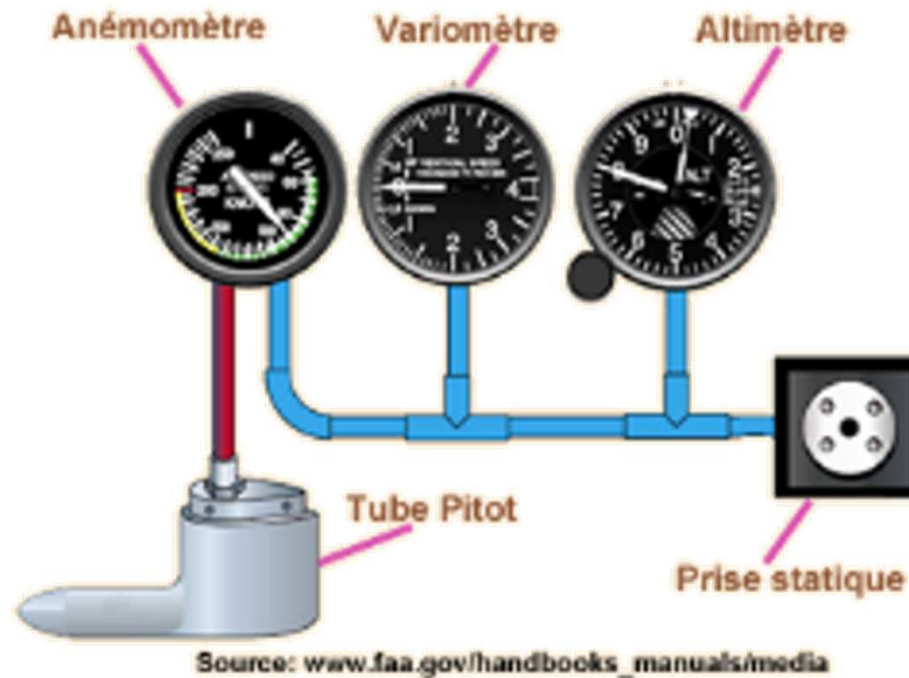


Introduction.



1. Introduction.
- 2. Circuit Pression statique**
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.

Circuit Pression statique

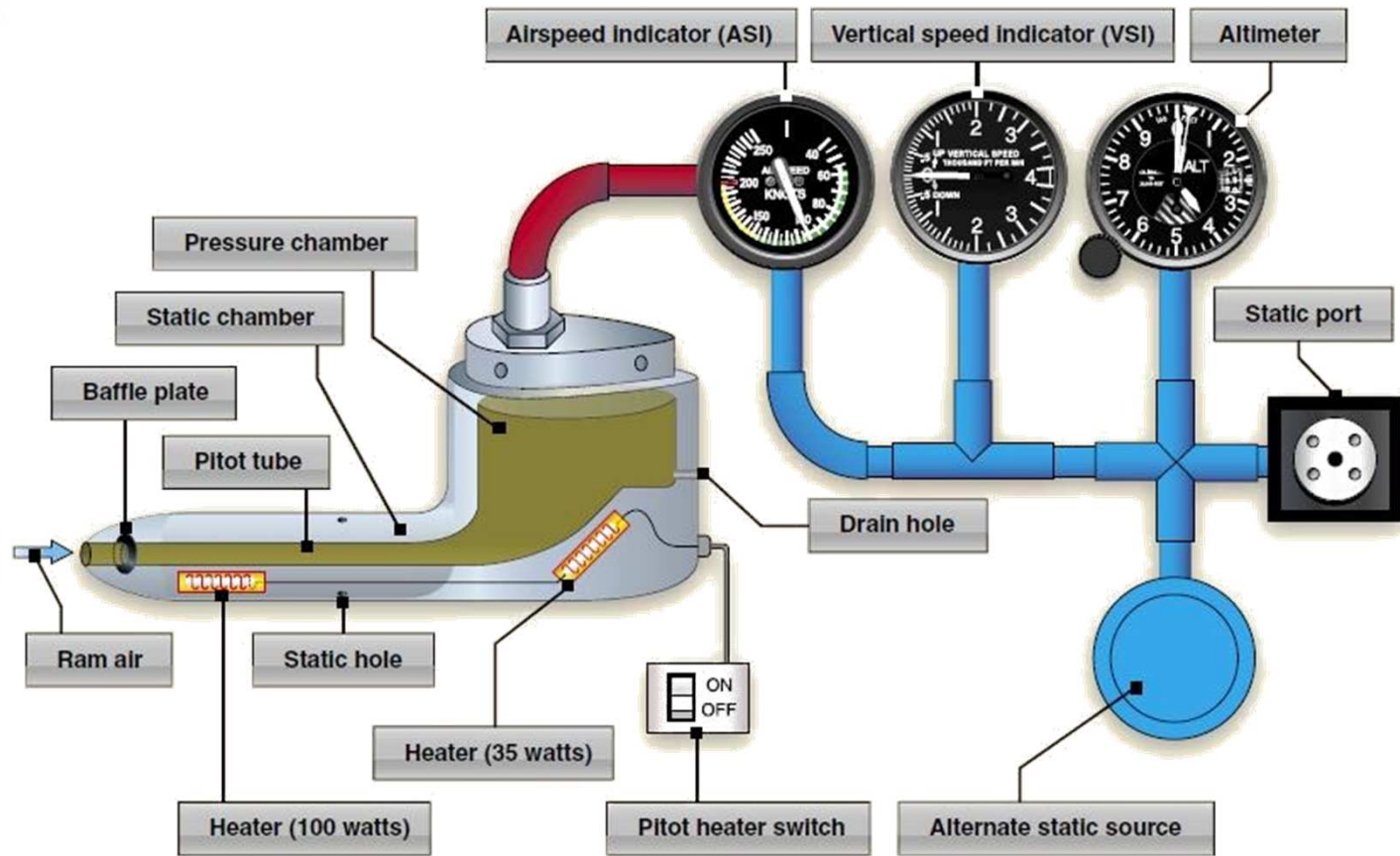


Les caches sur le Pitot et les statiques évitent la pénétration d'insectes, d'eau, de neige, de particules solides transportées par le vent. Lors de la visite prévol, retirer ces caches et vérifier la propreté et la non-obturation des prises de pression et des mises à l'air libre !

Doc complémentaire:

prises-de-pression-et-mises-à-l-air-libre-des-organes-qui-doivent-être-dégagés.original (ACAT)

Circuit Pression statique



1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
- 3. Gyroscopes**
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.

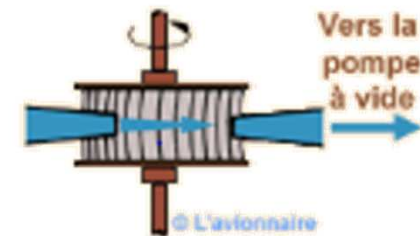
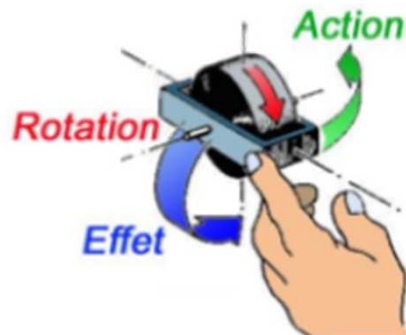


Le gyroscope. Principe de fonctionnement.

Gyroscope : solide de révolution animé d'un mouvement de rotation rapide autour de son axe de symétrie.

Propriété 1. Un gyroscope en rotation, conserve la direction de son axe de rotation: il est **fixe dans l'espace absolu**. Cette fixité des gyroscopes permet de les utiliser comme des plateformes de référence stables, à bord des avions

Propriété 2. Si l'on applique un couple perpendiculaire à l'axe de rotation du gyroscope, celui-ci génère un couple qui tend à faire tourner le gyroscope au tour du troisième axe (voir fig ci-bas).



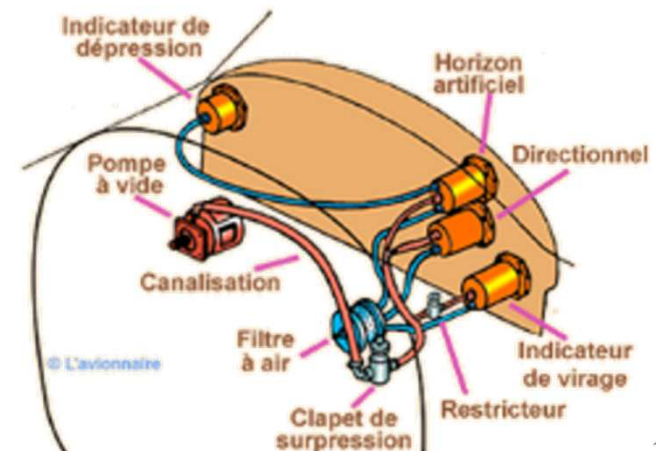
Son mouvement peut être généré par

1. Dépression:

Pompe à dépression entraînée par le moteur de l'avion, ou

2. Moteur électrique

Entraîné par la batterie de l'avion.



1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
- 4. Altimètre.**
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.



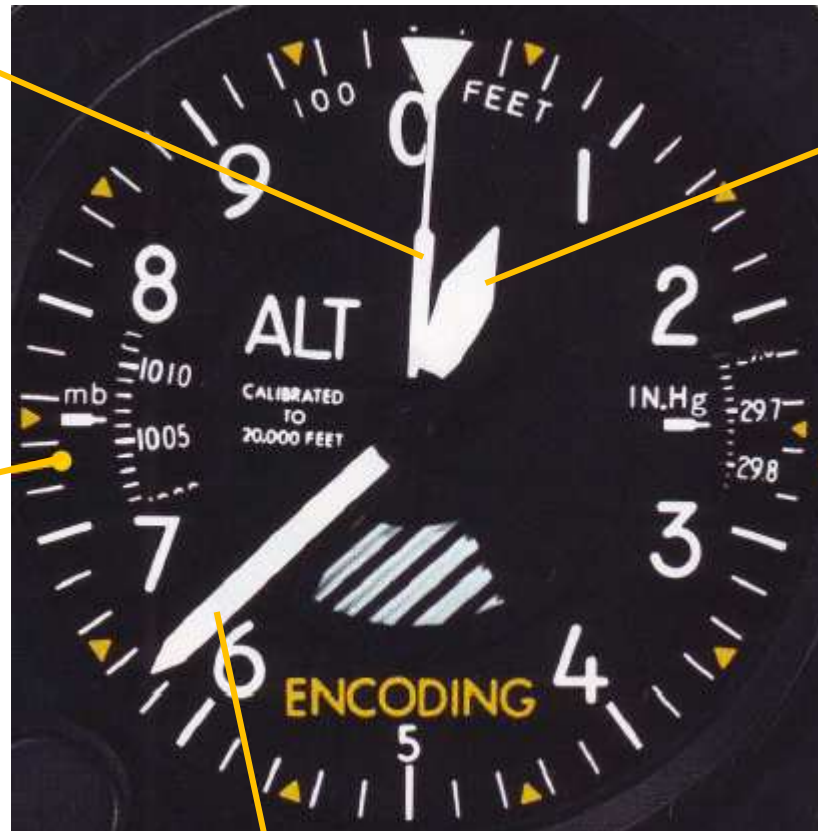
Altimètre. Présentation instrument.

Dizaines de milliers de pieds

Milliers de pieds

Altitude en HPa

Altitude en
Pouces de Hg



Centaines de pieds



Altimètre. Fonction.

Fonction.

Indique la distance verticale entre un point (l'avion) et une surface de référence.

Altitude:	Si la mesure est par rapport au niveau de la mer (QNH)
Hauteur:	Si la mesure est par rapport au sol local (QFE)
Niveau de vol:	Si c'est par rapport a une Isobare théorique (FL)

Le niveau de référence choisi est le « calage altimétrique » .



DR400 et DA20
Photos prises au même moment au LFCL

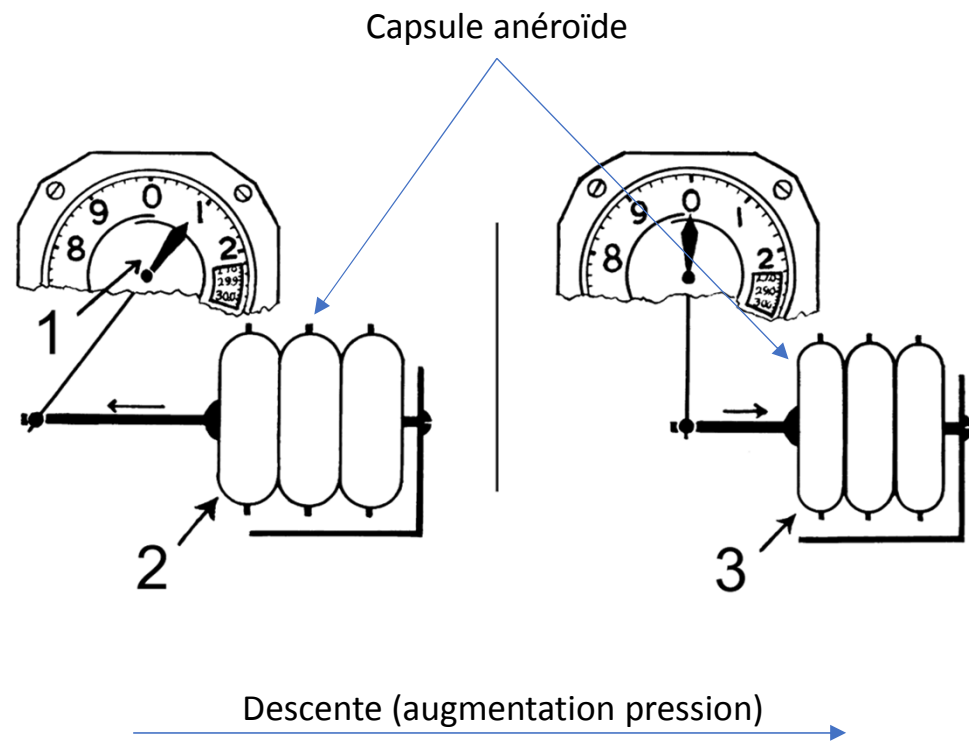




Altimètre. Principe fonctionnement. Altimètre barométrique

Principe fonctionnement. Altimètre barométrique

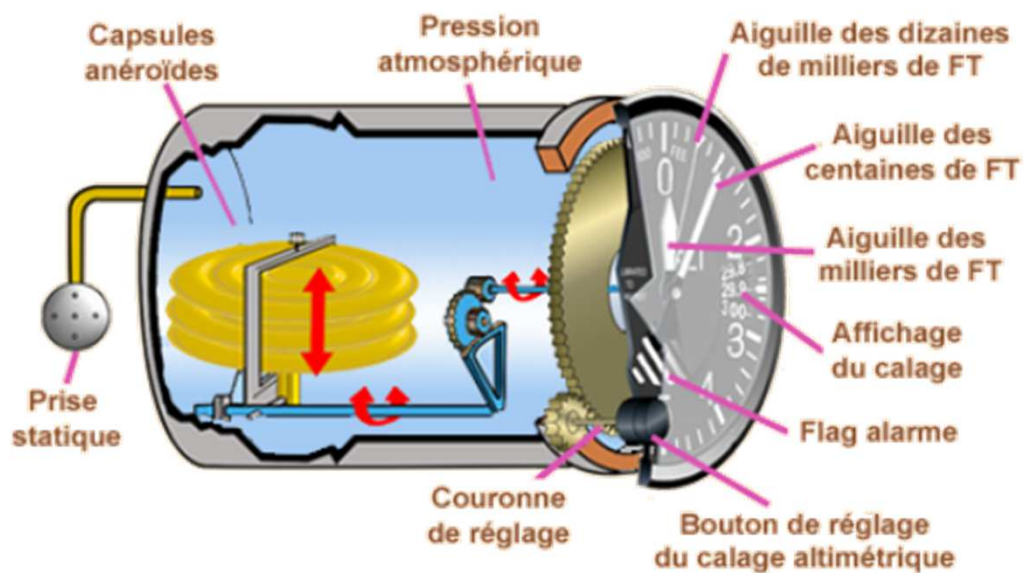
Mesure une pression (par rapport a une référence) et restitue l'information sous forme de distance verticale.
Il est un baromètre avec une échelle en pieds (ft) ou mètres (m).





Altimètre. Principe fonctionnement. Altimètre barométrique.

Principe fonctionnement. Altimètre barométrique.





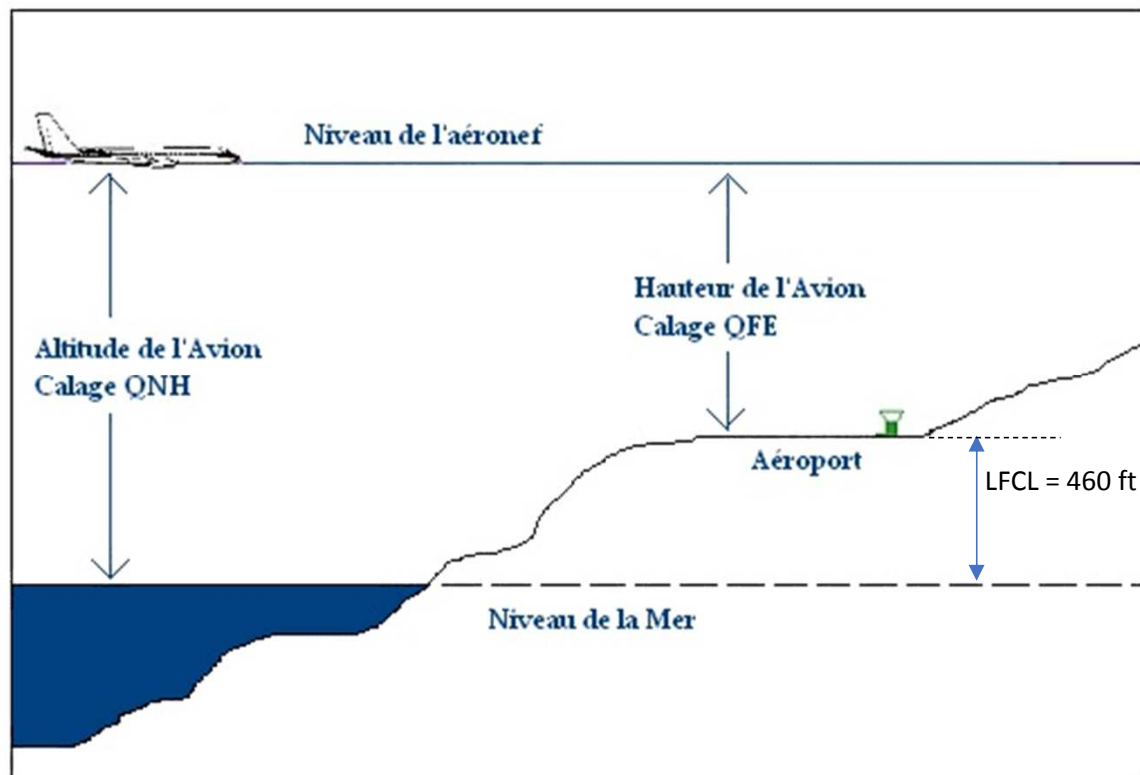
Altimètre . Définitions et Calages altimétriques.

Hauteur: distance verticale par rapport au niveau de la mer.

Altitude: distance verticale par rapport au sol

Calage QFE: Hauteur de l'avion par rapport à l'aérodrome (le point le plus élevé de la piste)

Calage QNH: Altitude de l'avion (par rapport au niveau de la mer) aux alentours de l'aérodrome.



Quelques considérations sur QNH

1. Une Pression correspond à une Hauteur.
2. Si Pression variable → Hauteur variable !?
3. QNH pression à l'instant (variable) correspondant à la référence "hauteur niveau de la mer" (0 et constante).
4. Calage altimètre au QNH ATIS et je corrige par rapport à hauteur carte VAC.
Je note écart.

1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
- 5. Anémomètre**
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.



Anémomètre (Badin*). Présentation.



* Raoul Badin



Anémomètre. Fonction.

Fonction.

Permet de déterminer la vitesse de l'avion par rapport à l'air extérieur.

Cette *vitesse air* est indispensable pour conserver l'aéronef dans son domaine de vol:

Vitesse minimale permettant sa sustentation.

Vitesse maximale (limites structurels).

Trait Rouge.

Vitesse à ne jamais dépasser.

Arc Jaune.

Zone interdite en atmosphère turbulente



Arc Blanc.

Vitesses atterrissage avec volets et train atterrissage.

Arc Vert.

Utilisation normale en configuration lisse.



Anémomètre. Principe fonctionnement: Pressions statique, dynamique et totale.

Pression Totale: Pression Statique (ambiante) + Pression Dynamique (déplacement)

Pression Statique : Pression du fluide a l'arrêt.

Pression Dynamique: Pression exercé par un fluide en mouvement. Elle dépend de la vitesse.

$$\left. \begin{array}{l} P_t = P_s + P_d \rightarrow P_d = P_t - P_s \\ P_d = \frac{1}{2} \rho V^2 \end{array} \right\} \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{P_t - P_s}{\rho} \right)}$$

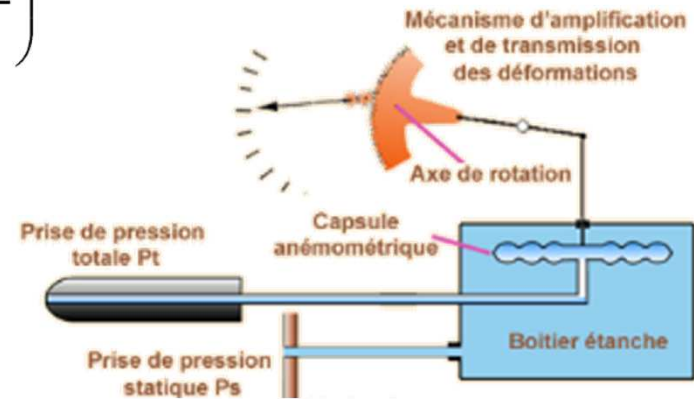
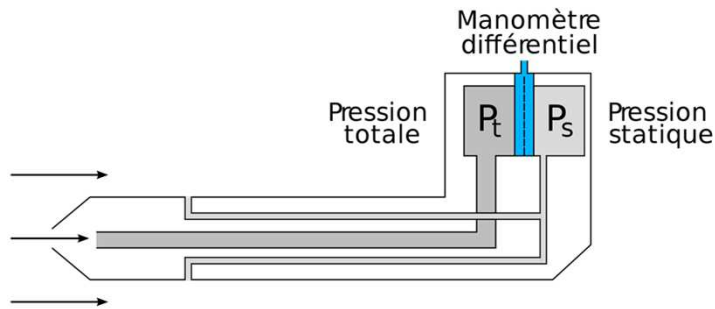
L'anémomètre ou Badin est un baromètre différentiel qui fournit la vitesse indiqué V_i





Anémomètre. Principe de fonctionnement.

$$v = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{p_t - p_s}{\rho} \right)}$$



DA20

DR400



Prise totale

Prise statique



Prise statique

Prise totale



Anémomètre. Définitions. Vitesses.

Vitesse indiquée Vi.

Vitesse lu par le badin (par rapport a la masse d'air au tour de l'avion).

Vitesse conventionnelle Vc.

Vitesse lu par le badin si $P=1013,25$ hPa et $T= 15^{\circ}$ C.

$V_i \sim V_c$ (écart 1 kt).

En navigation:

Vitesse air (Vitesse vraie) Vv.

Vitesse propre Vp

Vitesse sol. Vs

Vitesse Vent (Vw).

1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
- 6. Variomètre**
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.

Variomètre. Présentation.



Montée



Descente





Variomètre. Fonction.

Fonction.

Permet de déterminer la vitesse verticale (V_z) de l'avion à partir des variations de pression statique.

Cette information (V_z) est affichée avec un **décalage temporaire** (pouvant aller jusqu'à plusieurs seconds) du a la conception du système.

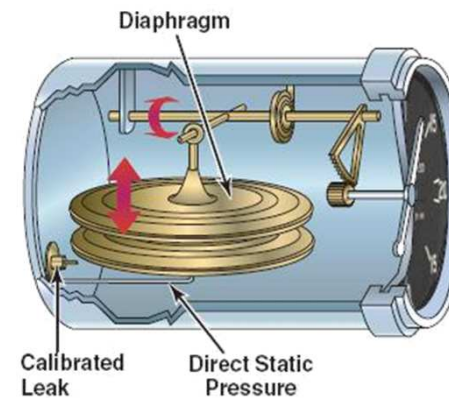
Du a ce retard, cette information doit être considéré comme une information de tendance.

$$P_s = \rho g Z (*) \quad \rightarrow \quad dP_s = - \rho g dZ$$



$$\frac{dZ}{dt} = v_z$$

$$\rightarrow \boxed{v_z = - \frac{1}{\rho g} \frac{dP}{dt}}$$

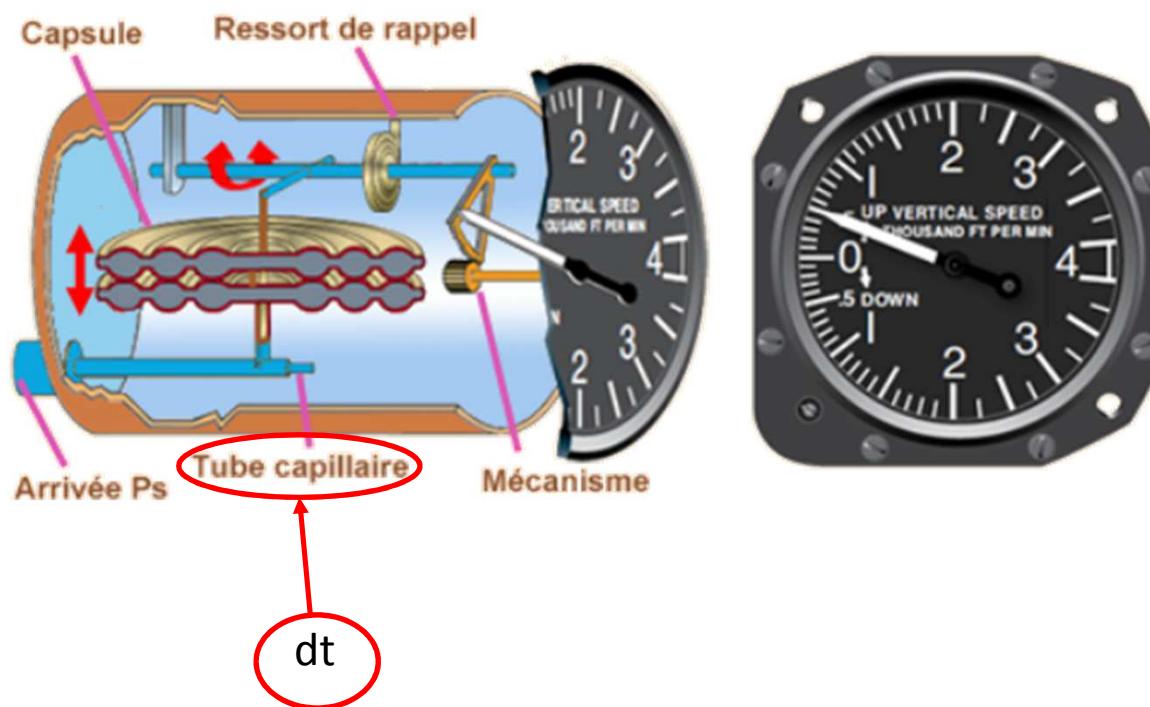


*Bernoulli /Euler.



Variomètre. Principe de fonctionnement.

Un variomètre est un baromètre différentiel qui indique la vitesse verticale.



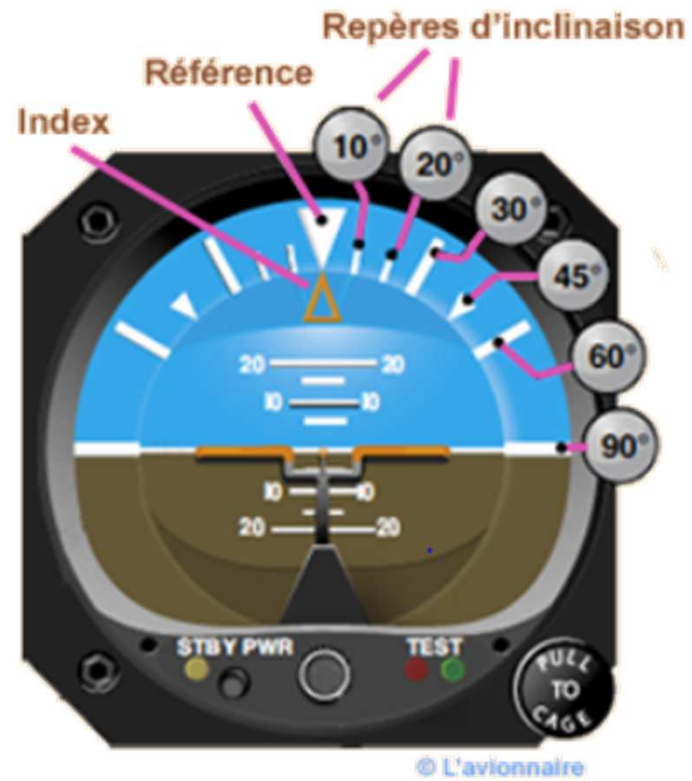
Circuit Pression statique. Pannes/problèmes.

Nature du problème	Conséquences
Cache-Pitot en place	Anémomètre indique $V_i = 0$
Blocage tube Pitot sauf drain évacuation d'eau	
Blocage partiel tube Pitot	Retard anémométrique
Blocage total tube Pitot et drain	V_i surestimée en montée et sous-estimée en descente
Blocage prises pression statique	Pas de variation indiquée par l'altimètre. Variomètre indique 0. V_i sous-estimée en montée et surestimée en descente
Blocage total prise totale et prise statique	Pas de variation indiquée par l'altimètre. Variomètre indique 0. V_i égale dans toute configuration.

1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
- 7. Horizon artificiel**
8. Indicateur de virage et symétrie
9. Directionnel.



Horizon artificiel. Présentation.





Horizon artificiel. Fonction.

L'horizon artificiel est un gyroscope à 2 degrés de liberté à axe vertical, suspendu par son centre de gravité qui détermine la verticale du lieu d'un avion donc qui fournit au pilote:

- l'assiette longitudinale de l'avion (tangage).
- l'inclinaison de l'avion (roulis).

permettant le vol sans repère visuel extérieur, appelé couramment vol sans visibilité (VSV).





Horizon artificiel. Principe de fonctionnement.

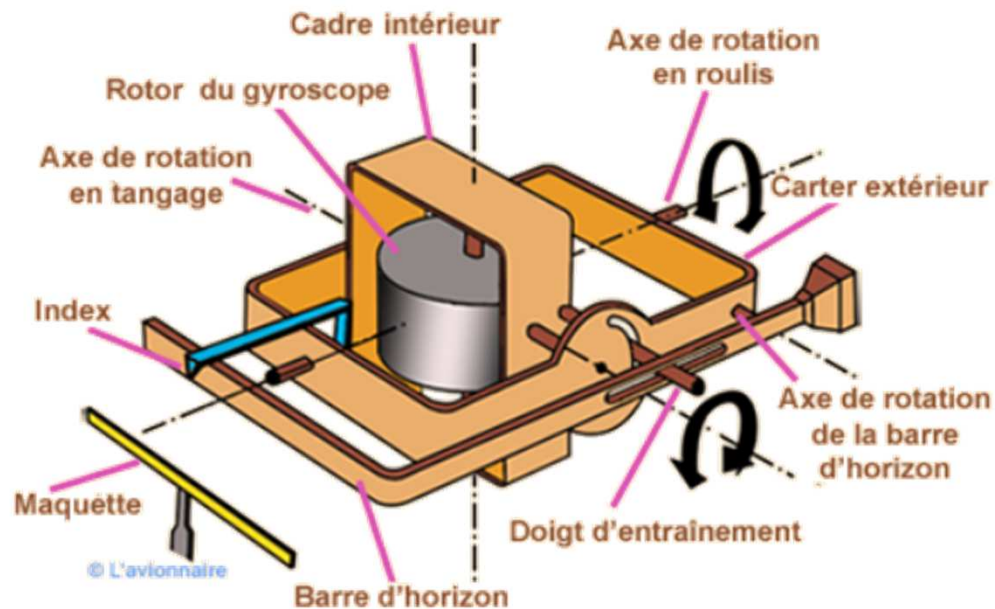
Gyroscope : solide de révolution animé d'un mouvement de rotation rapide autour de son axe de symétrie.

La propriété du gyroscope en rotation, soumis à aucune force perpendiculaire à son axe de rotation, est sa **fixité dans l'espace absolu**.

Cette fixité des gyroscopes permet de les utiliser comme des plateformes de référence stables, à bord des avions.

L'horizon artificiel se compose d'un **gyroscope à axe vertical (axe de Lacé)**

Il peut fournir des informations sur les autres deux axes de rotation Tangage et Roulis.



1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
- 8. Indicateur de virage et symétrie**
9. Directionnel.



Indicateur de virage et Symétrie. Présentation.

Maquette

Aiguille

Bille Symetrie

2 MIN.

NO PITCH INFORMATION

TURN COORDINATOR

L R

2 MIN TURN

Taux de virage: 2 min pour 360°



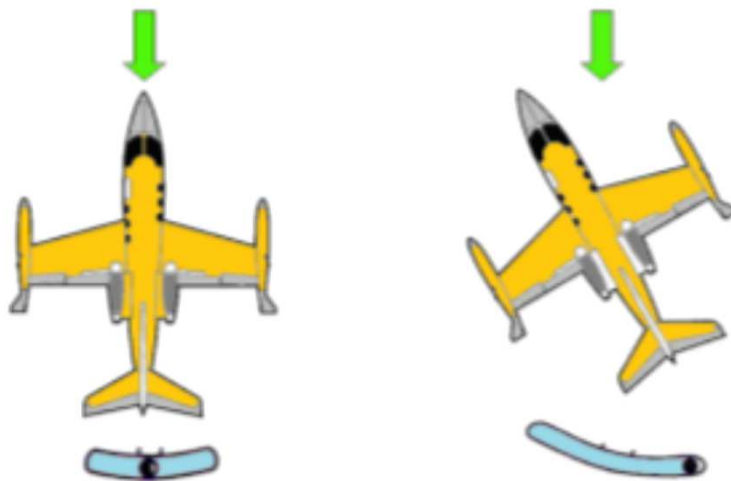
Indicateur de virage et Symétrie. Fonction.

Deux instruments ensemble:

1. Instrument gyroscopique qui permet de visualiser le **taux de virage** (et non l'inclinaison) via une maquette ou une aiguille. Il indique aussi le **sens du virage**



2. Bille métallique dans un tube de verre (rempli d'un liquide amortisseur) qui renseigne sur la **symétrie du vol**



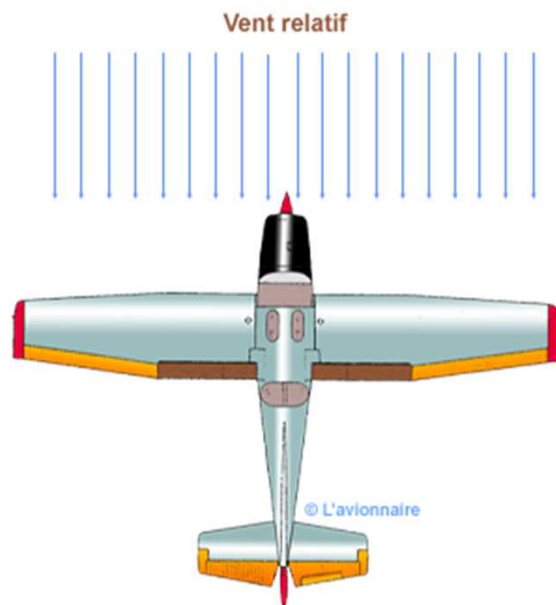
Pour garder un vol symétrique:
"le pied chasse la bille"



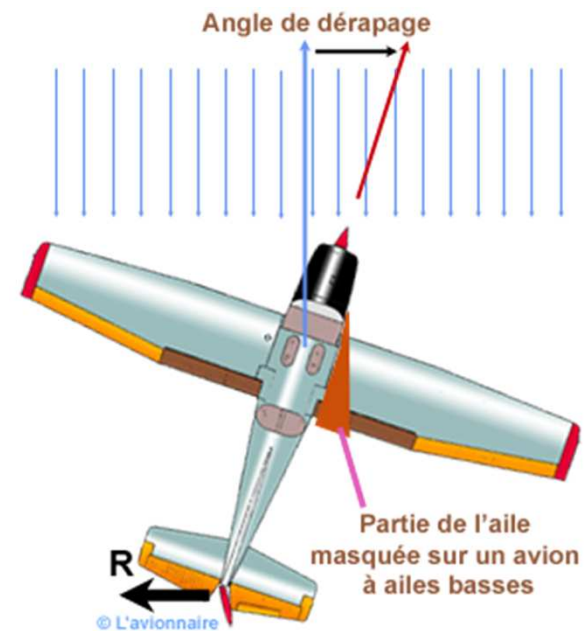
Indicateur de Symétrie. Considérations sur la Symétrie.

Définition: le vol est symétrique lorsque l'écoulement aérodynamique est parallèle au plan de symétrie de l'avion.

En ligne droite

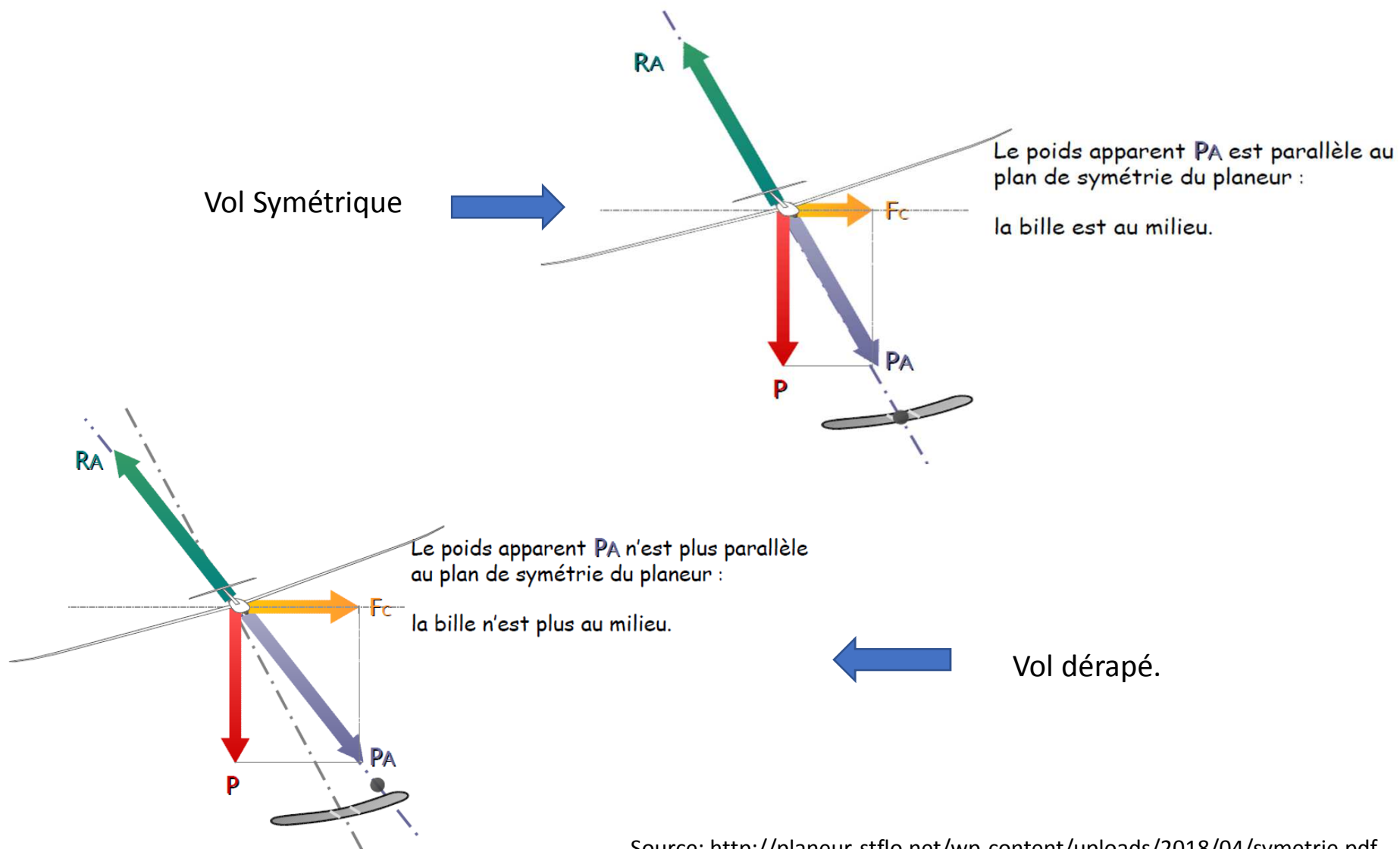


En virage





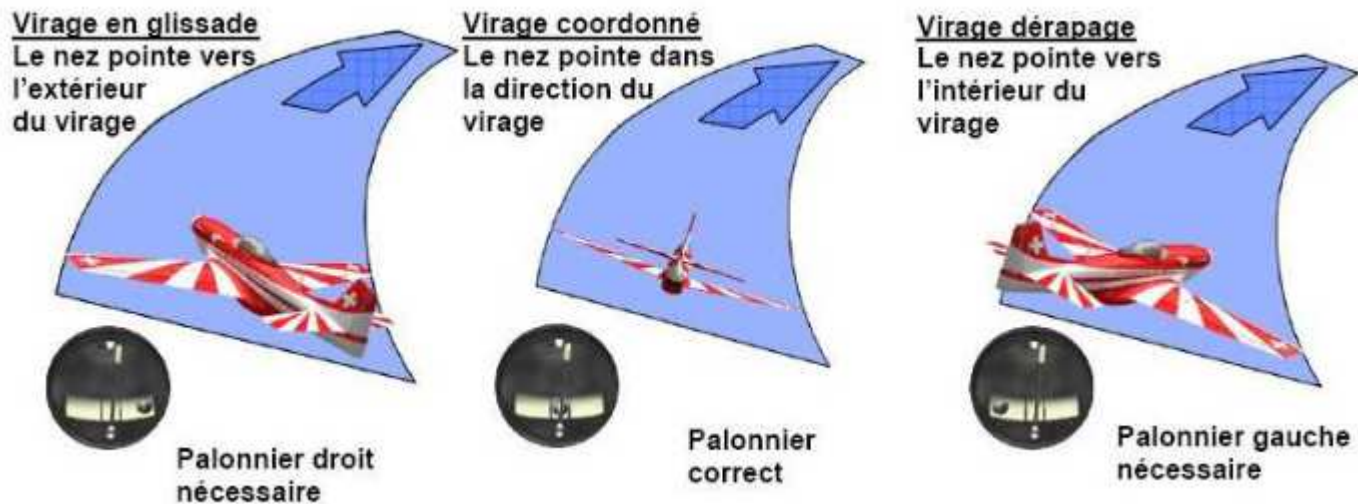
Indicateur de Symétrie. Considérations sur la Symétrie en virage.



Source: <http://planeur-stflo.net/wp-content/uploads/2018/04/symetrie.pdf>

Indicateur de Symétrie. Considérations sur la Symétrie en virage.

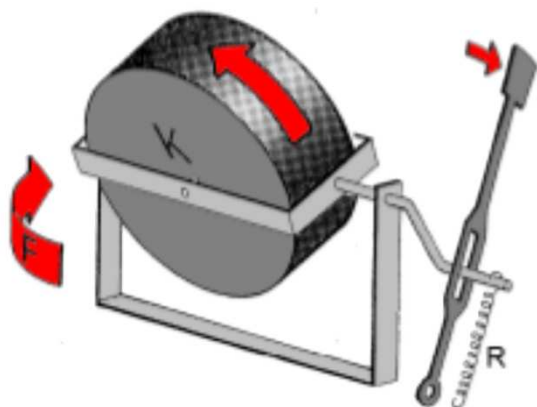
Pour virer, on pousse le manche du côté désiré (droite ou gauche), on compense la perte de portance avec la gouverne de profondeur (manche légèrement en arrière) et on coordonne le virage par action sur le palonnier (on pousse le palonnier du côté de la bille pour la ramener en position centrée).



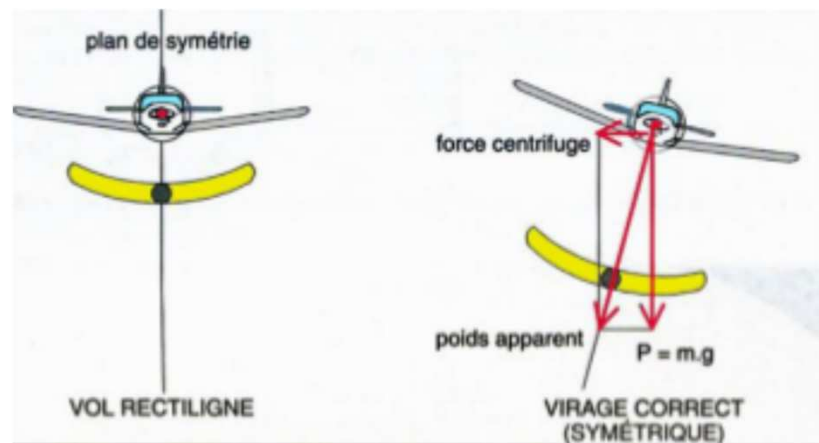


Indicateur de virage et Symétrie. Principe fonctionnement.

Indicateur de virage



Indicateur de Symétrie



1. Introduction.
2. Circuit Pression statique
3. Gyroscopes
4. Altimètre.
5. Anémomètre
6. Variomètre
7. Horizon artificiel
8. Indicateur de virage et symétrie
9. **Directionnel.**

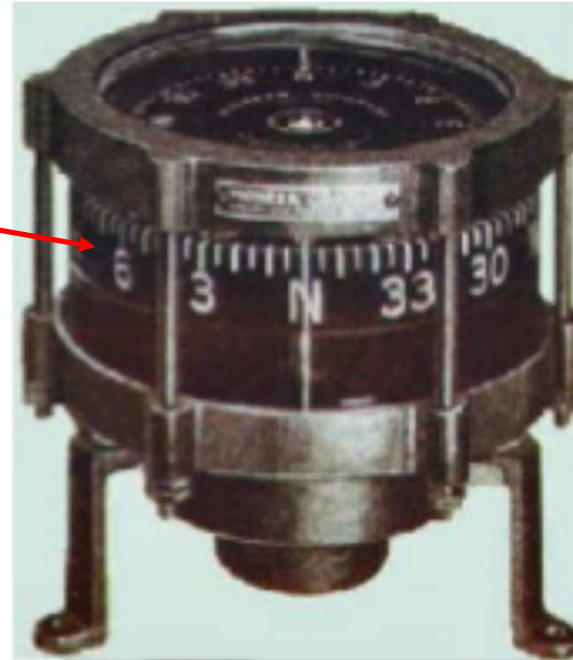


Directionnel*. Présentation.



Molette de réglage

Rose des caps
Solidaire du
gyroscopie



*Aussi: Conservateur de cap



Directionnel. Fonction.

Le directionnel est un gyroscope (orientation fixe dans le temps) qui donne une information de cap en conservant la référence choisie par le pilote, quelque soit la phase du vol (montée, descente, virage...).

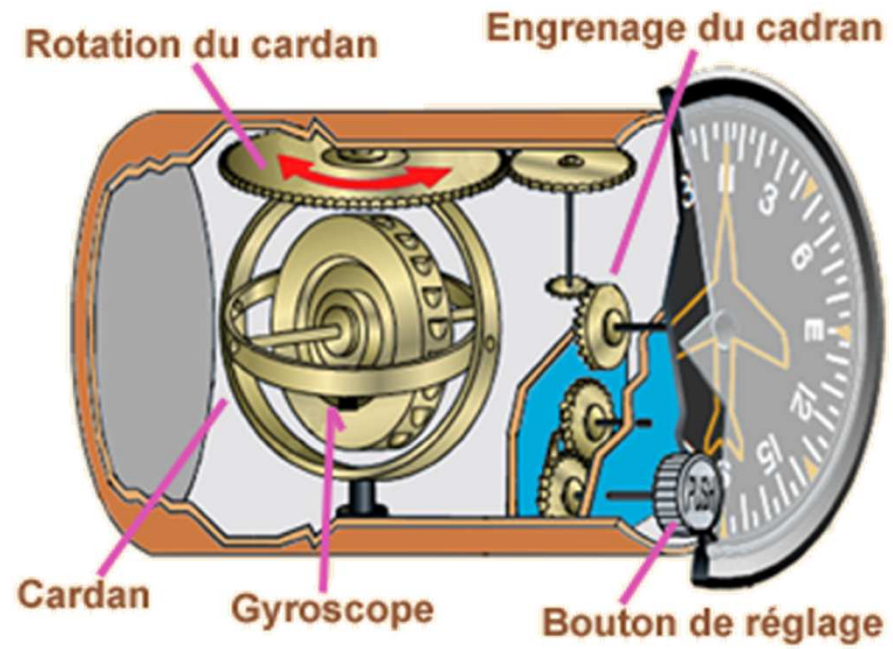
Il perd sa référence (gyroscope) au bout de certain temps (frottement et précession principalement) et il doit être recalé par rapport au compas.

Cette opération ne peut se faire que lors que le compas est exploitable. Vol stabilisé en palier et ligne droite. A vérifier régulièrement (15 min).





Directionnel. Principe fonctionnement.



Gyroscopes. Erreurs/Corrections.

Précession et frottement font que tout gyro dévie de plus en plus de sa position de référence initiale.

Quand cette déviation est trop importante, il est nécessaire de recalibrer la maquette par rapport à une référence valide (horizon artificiel et conservateur de cap)

Un arrêt moteur provoque l'arrêt des gyroscopes entraînés par la pompe à vide.

Souvent, au moins l'indicateur de virage et symétrie est entraîné par un moteur électrique alimenté par la batterie.



MERCI !

QUESTIONS ?