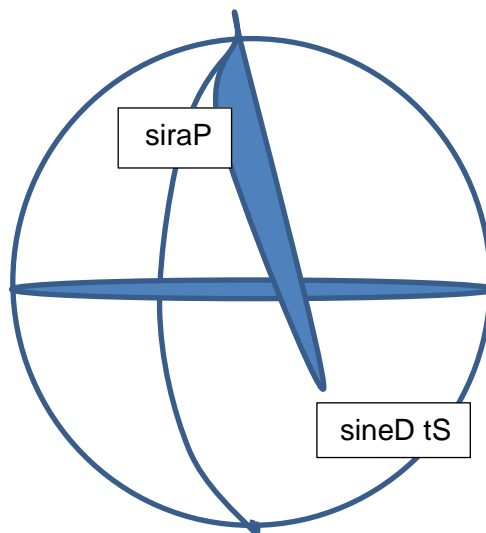


Documents non autorisésCalculatrice non programmableProfesseur : Philippe YAZIGI**Exercice 1 : Route et cap par trigonométrie sphérique (4 points)**

Un avion fait un vol entre Paris (*Lat.* $48^{\circ} 50' N$, *longitude* $2^{\circ} 10' E$) et St Denis de La Réunion (*Lat.* $(20^{\circ} 52' 55'' S$, *longitude* $55^{\circ} 27' E$)

1. Constituer le triangle sphérique correspondant à cette route



2. Calculer la distance parcourue par l'avion

Les coordonnées de Paris :

$$Latitude = 48 + \frac{50}{60} = 48,833; Longitude = 2 + \frac{10}{60} = 2,167$$

Les coordonnées de St Denis :

$$Latitude = -\left(20 + \frac{52}{60} + \frac{55}{3600}\right) = -20,88; Longitude = 55 + \frac{27}{60} = 55,45$$

$$a = 90 - Latitude \text{ de St Denis} = 90 - (-20,88) = 110,88$$

$$b = 90 - Latitude \text{ de Paris} = 90 - (48,833) = 41,12$$

$$\gamma = 55,45 - 2,167 = 53,28$$

En appliquant la formule de calcul de distance par trigonométrie sphérique :

$$\cos c = \cos a * \cos b + \sin a * \sin b * \cos \gamma$$

On trouve

$$\cos c = \cos(110,88) * \cos(41,12) + \sin(110,88) * \sin(41,12) * \cos(53,28)$$

$$\cos c = -0,3564 * 0,7533 + 0,9343 * 0,6576 * 0,5979$$

$$\cos c = 0,09887$$

$$c = \text{Arc cos } 0,09887 = 84,32$$

D'où la distance en mille marins :

$$c = 84,32 * 60 = 5059,2 \text{ NM}$$

Et la distance en km :

$$c = 5059,2 * 1,852 = 9369 \text{ km}$$

3. Déterminer le cap de départ de Paris

$$\cotg a \sin b - \cotg \alpha * \sin \gamma = \cos b * \cos \gamma$$

$$\cotg a \sin b - \cos b * \cos \gamma = \cotg \alpha * \sin \gamma$$

$$\cotg \alpha = \frac{\cotg a \sin b - \cos b * \cos \gamma}{\sin \gamma}$$

$$\cotg \alpha = -0,8749$$

$$\text{tg } \alpha = -1,14259$$

$$\alpha = -48,8$$

Comme le cap ne peut pas être négatif, donc le cap de départ = $180 - 48,8 = 131,2$

et le cap d'arrivée à St Denis.

$$\cotg b \sin a - \cotg \beta * \sin \gamma = \cos a * \cos \gamma$$

$$\cotg \beta = \frac{\cotg b \sin a - \cos a * \cos \gamma}{\sin \gamma}$$

$$\cotg \beta = 1,599$$

$$\operatorname{tg} \beta = 0,625$$

$$\beta = 32$$

Et le cap d'arrivée = $180 - 32 = 148$

Exercice 2 : Révision du poids total d'un avion (4 points)

Il s'agit de déterminer le poids total de l'avion chargé d'une mission de transporter un **poids utile** estimé à **3500 kgf**.

On désigne le poids par la lettre W qui est l'initial de mot anglais Weight

On précise que **le poids de carburant est estimé à 20.5 % soit 0.205 du poids total** et **le poids vide de l'avion** est donné par la formule empirique :

$$\frac{W_{Vide}}{W_{Total}} = 1.02 (2.202 W_{Total})^{-0.06}$$

Remarque importante : on commence le calcul à partir d'un **poids total estimé à 10500**

Kgf

$$W_{Total} = W_{Vide} + W_{carburant} + W_{utile}$$

$$1 = \frac{W_{Vide}}{W_{Total}} + \frac{W_{carburant}}{W_{Total}} + \frac{W_{utile}}{W_{Total}}$$

$$W_{Total} = \frac{W_{utile}}{1 - \frac{W_{carburant}}{W_{Total}} - \frac{W_{Vide}}{W_{Total}}}$$

$$W_{Total} = \frac{W_{utile}}{1 - 0,205 - 1.02 (2.202 W_{Total})^{-0.06}}$$

Le calcul se fait par itération pour trouver le poids final de l'avion

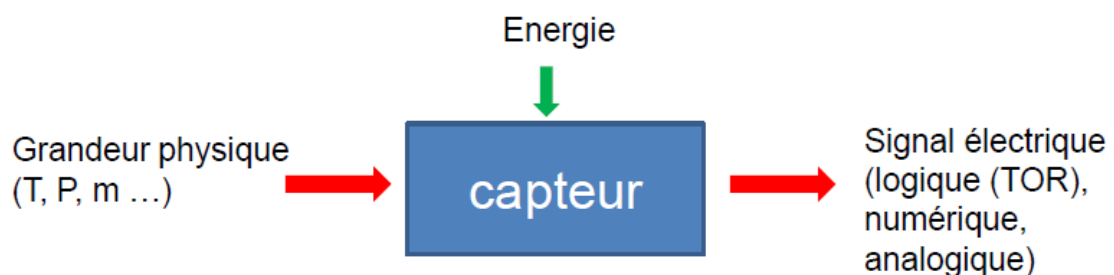
<u>Poids estimé</u>	$\frac{W_{carburant}}{W_{Total}}$	$\frac{W_{Vide}}{W_{Total}}$	<u>Poids calculé</u>
<u>10500</u>	<u>0,205</u>	<u>0,5582</u>	<u>14780</u>
<u>14780</u>	<u>0,205</u>	<u>0,5468</u>	<u>14103</u>
<u>14103</u>	<u>0,205</u>	<u>0,5484</u>	<u>14191</u>
<u>14191</u>	<u>0,205</u>	<u>0,5482</u>	<u>14179</u>
<u>14179</u>	<u>0,205</u>	<u>0,5482</u>	<u>14179</u>

D'où le poids global de l'avion est de 14179 kg dont la charge utile est de 3500 kg, et un poids de carburant de 2906 kg. et enfin un poids vide de 7773 kg

Exercice 3 : Répondez aux questions suivantes (8 points)

1- C'est quoi la définition d'un capteur ?

Un capteur transforme une **grandeur physique** en une **grandeur normée**, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.



2- Quelles sont les méthodes utilisées en mesure de température ?

Les capteurs de température

Méthodes de mesure :

- Méthodes optiques (rayonnement spectral)
- Méthodes mécaniques (dilatation d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz)
- Méthodes électriques (résistivité, fréquence de résonance d'un quartz)

3- Quels sont les paramètres qui fixent le choix d'un capteur ?

Mesure de la pression

Choix d'un capteur

Quel type de pressions ?

- Statique
- Dynamique (rapidité de réponse)

Quelle étendue de mesure ?

- Domaine d'emploi bien connu
- Envisager une surcharge éventuelle

Quelle est la nature du fluide ?

- Compatibilité entre les matériaux du capteur et le fluide

4- Quels sont les différents capteurs de pression à membrane ?

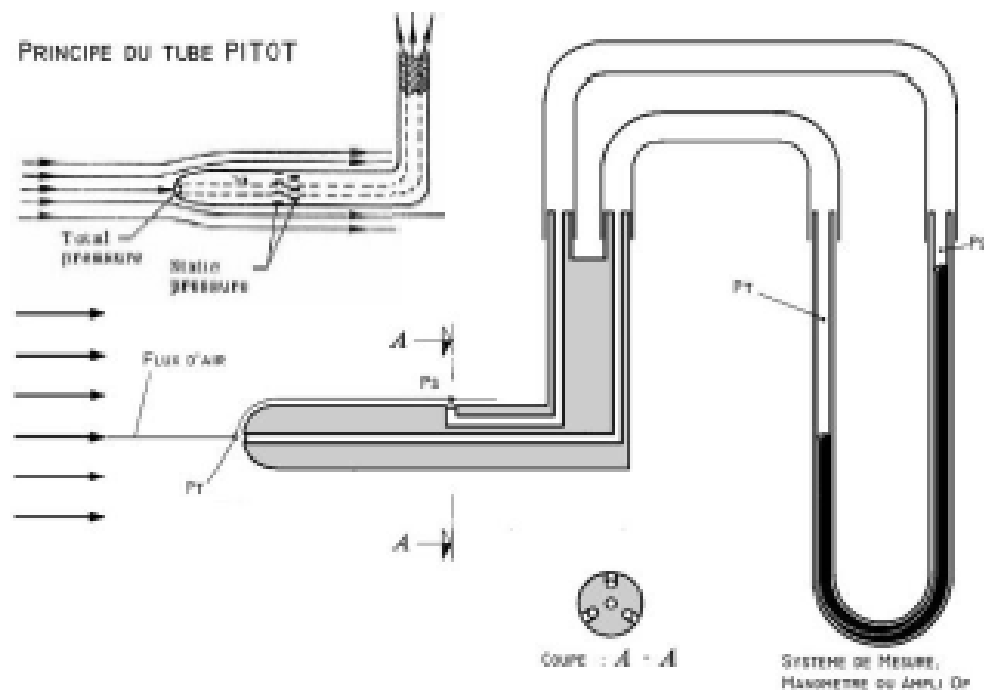
Les différents capteurs à membrane sont :

- Les capteurs potentiométriques
- Les capteurs à jauges extensométriques,
- Les capteurs capacitifs,
- Les capteurs à fibres optiques,
- Les capteurs à variation d'inductance

Exercice 4 : Calcul la vitesse de l'avion par tube de Pitot (4 points)

Des tubes de Pitot sont disposés sur les avions pour connaître leur vitesse (ou plus précisément leur vitesse par rapport à l'air).

Le schéma ci-dessous montre une situation où le tube en U de droite contient du mercure (représenté en noir). La différence de hauteur de mercure est $\Delta h = 65 \text{ cm}$.



1. Comparer les deux pressions p_T . Puis les deux pressions p_S .

Les deux pressions statiques sont égales.

Les deux pressions totales sont égales

La pression totale est supérieure à la pression statique

2. Déterminer l'expression puis la valeur de la différence de pression entre p_T et p_S .

$$P_T - P_S = \rho_{MERCURE} * g * \Delta h$$

$$P_T - P_S = 13546 * 9,81 * 0,065 = 8637,6 \text{ Pa}$$

3. En quel point peut-on considérer que la vitesse de l'air par rapport à l'avion est nulle ?

La vitesse de l'air est nulle au point de prise de pression totale

4. Le théorème de Bernoulli permet de montrer que la vitesse de l'air par rapport à l'avion (et donc de l'avion par rapport à l'air) est :

$$v = \sqrt{2 * (p_T - p_S) / \rho_{air}}$$

En déduire la valeur de la vitesse de l'avion par rapport à l'air.

Masse volumique de l'air $\rho_{Air} = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique Du mercure $\rho_{Mercure} = 13,546 \text{ kg/l}$

$$V = \sqrt{\frac{2 * (P_T - P_S)}{\rho_{AIR}}} = \sqrt{\frac{2 * 8637,6}{1,2}} = 119,9 \text{ m/s}$$

D'où la vitesse du vol de l'avion est égale à 119,9 m/s ou bien 432 km/h