CORRECTION BIA SEANCE du 18 février 2017

Q. PEYRANI

20 février 2017

Résumé

Nous allons entrer plus en détail dans la démarche de résolution de quelques questions du BIA dans les domaines de la mécanique et de la physique. Il est important de connaître les formules utilisées lors de ce QCM (et les autres aussi !!!!). Par ailleurs les questions de cours doivent être maîtrisées (qu'est ce qu'une incidence, les différentes parties de l'avion, différence entre altitude, hauteur et niveau de vol...)

1 MECANIQUE DU VOL

1.1 Question 6

> *6- Un planeur dont la* ***finesse maximale est de 40*** *vole en ligne droite à sa vitesse de finesse maximale dans une masse d'air calme. Pour* ***parcourir 20 km****, combien d'****altitude va-t-il perdre au minimum*** *?*

Que savons-nous sur la finesse max (f_{max}) ? Concrètement, qu'est-ce que la vitesse de finesse max ?

La vitesse de finesse max *est la vitesse à laquelle l'avion parcourra le plus de distance tout en perdant le moins d'altitude. S'il y a une panne moteur, le pilote adoptera cette vitesse pour essayer de rejoindre le terrain par exemple.*

Nous connaissons plusieurs manières de l'exprimer, en fonction des distances, des vitesses et des coefficients de portance/trainée :

$$f_{max} = \frac{d_{horizontal}}{h_{perdue}} = \frac{v_{horizontal}}{v_z} = \frac{C_z}{C_x} \tag{1}$$

Revenons à la question. On nous donne la valeur de la finesse et on nous questionne sur **une distance**. Nous allons donc utiliser l'expression de la finesse qui est en fonction des distances.

$$f_{max} = \frac{d_{horizontal}}{h_{perdue}} \tag{2}$$

Quelle valeur recherchons nous ? Nous recherchons la hauteur perdue (h_{perdue}). Manipulons l'équation 2 pour extraire cette valeur.

$$\begin{aligned}
f_{max} &= \frac{d_{horizontal}}{h_{perdue}} \\
\Leftrightarrow h_{perdue} \times f_{max} &= \frac{d_{horizontal}}{h_{perdue}} \times h_{perdue} \\
\Leftrightarrow h_{perdue} \times f_{max} &= d_{horizontal} \\
\Leftrightarrow h_{perdue} \times f_{max} \times \frac{1}{f_{max}} &= d_{horizontal} \times \frac{1}{f_{max}}
\end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow h_{perdue} = \frac{d_{horizontal}}{f_{max}} \tag{3}$$

Uniquement à partir de ce moment là, nous allons réaliser l'application numérique en faisant **attention aux unités**, autrement dit les calculs. ET SANS CALCULETTE !!!

$$h_{perdue} = \frac{20000}{40} \Leftrightarrow h_{perdue} = \frac{2000}{4} \Leftrightarrow h_{perdue} = 500$$

Une autre méthode plus rapide est possible et fait appel à la déduction, mais vous avez plus de chance de vous tromper. Elle part du principe que l'on sait que la finesse est exprimée pour une perte d'altitude de 1 000m. Autrement dit, si un avion a une finesse de 40, il va parcourir 40 000m pour une perte de 1 000m. On voit rapidement que 20 000 est exactement la moitié de 40 000. Il y a proportionnalité, donc s'il parcourt la moitié de la distance, il aura perdu la moitié de la hauteur. La réponse est donc la réponse B.

1.2 Question 7

> *7 - Pour une **masse d'air donnée et à incidence fixée**, si l'on **multiplie par 2** la **vitesse de l'air** par rapport à un profil, la **portance** sera multipliée par :*

Avons-nous une formule où y apparaît à la fois la vitesse et la force de la portance ? L'expression de la portance donnée par :

$$F_z = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z \times v^2 \tag{4}$$

La vitesse ici exprimée par "v" est la vitesse air de l'appareil, autrement dit la vitesse de l'appareil par rapport à l'air. Et nous remarquons tout de suite que celle-ci est exprimée au carré !!! Donc la Portance dépend du carré de la vitesse. Par ailleurs l'énoncé précise "*masse d'air donnée et à incidence fixée*", nous avons donc :

$$\rho = constante\ car\ masse\ d'air\ donnee$$
$$C_z = constante\ car\ incidence\ fixe$$
$$[\frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z] = constante$$

Concrètement, si nous notons la vitesse "$v_1 = 2v$", nous avons :

$$F_z = [\frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z] \times v_1^2$$
$$\Leftrightarrow F_z = [\frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z] \times (2v)^2$$
$$\Leftrightarrow F_z = [\frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z] \times 2^2 \times v^2$$
$$\Leftrightarrow F_z = [\frac{1}{2} \times \rho \times S \times C_z] \times 4v^2$$

Ainsi, si la vitesse est multipliée par deux, la portance, elle sera multipliée par 4. La réponse A est correcte.

1.3 Question 15

> *15 - Un planeur a **une finesse de 32** en air calme à la **vitesse de 128 km/h**. **Sa vitesse verticale** de chute est de :*

Nous retombons sur une question similaire à la question 6. Il s'agit de "finesse" et donc des équations associées (équation 1). Nous repérons les mots clefs de l'énoncé *finesse, vitesse*. Sur cette question, on utilisera donc **la finesse exprimée en fonction des vitesses**.

ATTENTION aux unité. Rappelons que la finesse est un nombre sans unité. Concrètement, nous devons diviser des valeurs exprimées avec la même unité (en km/h ou en m/s LES DEUX) :

$$f_{max} = \frac{v}{v_z} \tag{5}$$

Nous allons faire exactement les mêmes manipulations qu'à la question 6 pour extraire v_z. Et nous obtiendrons ainsi la formule :

$$v_z = \frac{v}{f_{max}}$$

Nous faisons attention aux unités et exprimons les km/h en m/s (car les réponses sont exprimés en m/s) :

$$v = \frac{128}{3,6} \Rightarrow v \approx 36$$

Nous réalisons le calcul :

$$v_z = \frac{36}{32} \Rightarrow v_z \approx \frac{32}{32} \Rightarrow v_z \approx 1$$

A noter, si nous réalisions le calcul avec la valeur de $\frac{36}{32}$, nous obtiendrons 1,125. Notre arrondit est justifié et nous a fait gagné du temps. De même si nous réalisions le calcul avec la valeur réelle de $\frac{128}{3,6\times 32}$, nous obtiendrons 1,111111....

La réponse à cette question est donc la réponse C : 1m/s.

1.4 Question 16

> *16 - En **virage**, l'avion étant incliné à **60 degré**, le **facteur de charge** a pour valeur :*

Les mots clés dans cette questions sont : *virage, facteur de charge.* Connaissons-nous une formule exprimant le facteur de charge (n) en fonction de l'inclinaison (Φ) ? Cette formule est évidemment à savoir par cœur :

$$n = \frac{1}{\cos(\Phi)} \tag{6}$$

Au BIA, on ne vous demandera jamais une autre valeur d'inclinaison que 60 degré car le cosinus de cette angle est une valeur caractéristique et facile à mémoriser.

$$\cos(60) = \frac{1}{2}$$

Nous avons ainsi, en remplaçant dans l'équation 6 :

$$n = \frac{1}{\cos(60)} \Leftrightarrow n = \frac{1}{\frac{1}{2}} \Leftrightarrow n = 2$$

Si vous poursuivez au lycée, dans les études supérieurs ou/et dans l'aéronautique, vous devez connaître ses valeurs caractéristiques par coeur :

	0	30 ($\frac{\Pi}{6}$)	45 ($\frac{\Pi}{4}$)	60 ($\frac{\Pi}{3}$)	90 ($\frac{\Pi}{2}$)
Cosinus	1	$\frac{\sqrt(3)}{2}$	$\frac{\sqrt(2)}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
Sinus	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt(2)}{2}$	$\frac{\sqrt(3)}{2}$	1

1.5 Question 17

> *17 - Un avion de transport dont la **masse** est de **30 tonnes** a une aile de 100m^2. Calculer son **coefficient Cz de portance** à la **vitesse de 180 km/h** (prendre **g = 10** et une **masse volumique** de l'air **1,2 kg/**m^3**)** :*

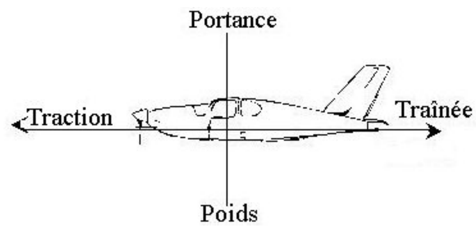

FIGURE 1 – Equilibre des forces

Connaissons-nous une expression où le coefficient Cz y est exprimé ? Par ailleurs on connait la surface alaire, la masse volumique et la vitesse. Si cette formule pouvait exprimer Cz en fonction de ses paramètres, ça nous aiderait. L'équation 4 de la portance exprime Cz en fonction de tous ses paramètres. Dans cette formule nous ne connaissons pas deux paramètres, *la force de portance* et le *coefficient Cz*. Il nous manque donc une information. Dans l'énoncé on remarque qu'il nous donne également la masse et l'accélération de l'attraction terrestre (g). Que savons-nous par rapport au "poids" et à la portance ? Dans cette question, nous émettrons l'hypothèse que nous sommes dans le cas d'un vol en palier stabilisé (fig. 1).

Nous savons que le poids équilibre la portance et donc la norme de ces vecteurs est égale. Attention, nous parlons en terme de vecteur et je vous invite chaudement à lire le cours sur le site : Introduction au vecteur et/ou à voir la vidéo Youtube. Nous pouvons ainsi écrire de manière l'égalité sur les normes suivantes :

$$F_z = P \tag{7}$$

P exprime le Poids. Attention, le poids s'exprime en Newton, à ne pas confondre avec la Masse qui elle s'exprime en **Kg**. Lorsque vous dites "j'ai un poids de 65Kg", vous faites un abus de langage. Rigoureusement vous devriez dire : "j'ai une masse de 65Kg". Votre poids ne sera pas le même au sommet de l'Everest ou au niveau de la mer.

Le poids, c'est une masse qui est soumis à l'attraction terrestre **g** exprimée en N/kg. Sur terre, celle-ci vaut environ 10. Le poids s'exprime :

$$P = M \times g \tag{8}$$

En reprenant l'équation 7 et en remplaçant nous allons pouvoir extraire Cz.

Nous ne remplaçons par les valeurs numériques qu'à la FIN :

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2} \times \rho \times S \times v^2 \times C_z &= Mg \\
2 \times \frac{1}{2} \times \rho \times S \times v^2 \times C_z &= 2Mg \\
\frac{1}{[\rho \times S \times v^2]} \times [\rho \times S \times v^2] \times C_z &= \frac{1}{[\rho \times S \times v^2]} \times 2Mg
\end{aligned}$$

$$C_z = \frac{2Mg}{\rho \times S \times v^2} \tag{9}$$

Maintenant on remplace et on calcule... toujours en faisant attention aux unités (180 km/h = 50 m/s) :

$$C_z = \frac{2 \times 30\,000 \times 10}{1,2 \times 100 \times 50^2} \Leftrightarrow C_z = \frac{600\,000}{300\,000} \Leftrightarrow C_z = 2$$

La réponse correcte est donc la réponse C.

1.6 Question 18

18 - L'allongement de l'avion précédent est de 9. Quelle est son envergure ?

Ce n'est qu'une application de cours où l'on va extraire l'envergure. L'allongement est donnée par :

$$\lambda = \frac{E^2}{S} \Leftrightarrow E^2 = S\lambda \Leftrightarrow E = \sqrt{S\lambda} \tag{10}$$

On réalise l'application numérique (sans calculette) :

$$E = \sqrt{100 \times 9} \Leftrightarrow E = \sqrt{100} \times \sqrt{9} \Leftrightarrow E = \sqrt{10^2} \times \sqrt{3^2} \Leftrightarrow E = 10 \times 3$$
$$E = 30\,m$$

La réponse C est la réponse qu'il fallait choisir.

2 NAVIGATION & RÉGLEMENTATION

2.1 Question 4

*Sur une carte OACI au **1/500 000**, la distance mesurée entre deux points est de **14 cm**. Quelle est la **distance** qui les sépare **réellement** ?*

Mise en application basique du produit en croix. Attention aux unités (500 000cm=5km) :

$$14 \times 5 = 70km$$

2.2 Question 10

10 - Un aéronef vole pendant 6 minutes à une vitesse sol de 120 kt. Quelle distance a-t-il parcourue ?

Il est question de vitesse, de distances et de temps. On va déterminer le facteur de base (noté f_b) qui va nous permettre facilement de passer d'une durée à une distance.

$$f_b = \frac{60}{v} \Leftrightarrow f_b = \frac{60}{120} \Leftrightarrow f_b = 0,5 \tag{11}$$

On sait également que pour obtenir un temps à partir d'une distance, on multiplie le facteur de base à celle-ci :

$$t = f_b \times d \Leftrightarrow d = \frac{t}{f_b} \tag{12}$$

Ce qui nous permet de déduire facilement : $d = \frac{6}{0,5} \Leftrightarrow d = 2 \times 6 \Leftrightarrow d = 12$

2.3 Question 18

18 - Combien de temps faut-il à la Terre pour tourner sur elle-même de 15 degrés ?

On applique le produit en croix. Nous savons que la terre tourne sur elle-même en 24h, donc mathématiquement, elle fait 360 degré en 24H. On appelle T le temps nécessaire à la terre pour réaliser un rotation de 15 degré.

$$T = \frac{24 \times 15}{360} \Leftrightarrow T = 1h$$

2.4 Question 19

*19 - A **9 h 00** un avion survole la ville A à une **vitesse de 120 kt**. En l'absence de vent, à quelle heure survolera t-il une ville B distante de **60 Nm** :*

Voir la question 10. C'est encore une question où l'on applique le facteur de base dans son utilisation fondamentale, c'est à dire : à partir d'une distance avoir un temps (équation) :

$$t = f_b \times d \Leftrightarrow t = 0,5 \times 60 \Leftrightarrow t = 30min$$

La réponse est 9H00+30min donc 9H30, la réponse A.