

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك المهنية الدورة العادية 2020 - الموضوع -		الجمهورية المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1			
9			
***	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP	NS 203B	

2	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 2	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك صناعة الطائرات	الشعبة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

PARTIE N°1 : La mécanique du vol de l'aéronef : 25 points ;

PARTIE N°2 : Structure, Moteur, Eléments de construction de l'aéronef et Documentation : 25 points.

Présentation de l'épreuve

- **Durée de l'épreuve : 2 heures ;**
- **Coefficient : 10 ;**
- **Moyen de calcul autorisé : Calculatrice non programmable ;**
- **Documents autorisés : aucun ;**
- **Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents de l'épreuve qui sont à rendre;**
- **Les huit (8) documents de l'épreuve sont à rendre obligatoirement.**

GRILLE DE NOTATION

Partie 1			Partie 2		
Tâches	questions	Notes	Tâches	Questions	Notes
Tâche 1.1	1	1,5 pt	Tâche 2.1	1	1,25pt
	2	1,5 pt		2	1,25pt
	3	1,5 pt		3	1,25pt
	4	1,5 pt	Tâche 2.2	1	3 pts
	5	1,5 pt		2	1,5 pt
	6	2 pts		3	1,5 pt
	7	2 pts	Tâche 2.3	1	2pts
	8	1 pt		2	1pt
		3		1pt	
Tâche 1.2	1	1,5 pt	Tâche 2.4	1	2,25pts
Tâche 1.3	1	1,5 pt		2	1,5pt
	2	1,5 pt		3	1,5 pt
	3	1,5 pt		4	2 pts
	4	1,5 pt	Tâche 2.5	1	2pts
Tâche 1.4	1	2		2pts	
Tâche 1.4	2	2 pts			
	Tâche 1.5	1	2 pts		
Total partie 1		25pts	Total partie 2		25pts

5. Déterminer la masse volumique de l'air (ρ) à l'altitude **Z**:

1,5pt

6. Déterminer la force de portance F_z en (N) et en (KN) :

2pts

7. Déterminer la force de traînée F_x en (N) et en (KN) :

2pts

8. Déduire la résultante F_R en (KN).

1pt

TÂCHE N°1.2 :

1. Le tableau ci-dessous représente deux types de fluides.

1,5pt

On vous demande de mettre une croix (x) sur la bonne réponse :

fluide	Type	
	Compressible	Incompressible
Eau		
Air		
Hydraulique		
Hélium		
Hydrogène		

الصفحة	4	NS 203B	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الاختبار التوليفي في المواد المهنية - الجزء 2- شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك صناعة الطائرات
9			

Huile		
-------	--	--

TÂCHE N°1.3

Un avion de masse $M = 140$ tonnes, vole en palier et en atmosphère standard. Il a une surface alaire $S = 270 \text{ m}^2$ et une polaire pouvant être assimilée à une parabole d'équation :
 $C_x = 0,015 + 0,042.C_z^2$ (on donne $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

1. Déduire le coefficient de profil (C_{xp}) :

1,5pt

2. Calculer l'allongement (λ) :

1,5pt

3. Calculer l'envergure E :

1,5pt

4. Calculer la poussée T nécessaire pour voler en palier à l'incidence de finesse maximale $f = 19,92$:

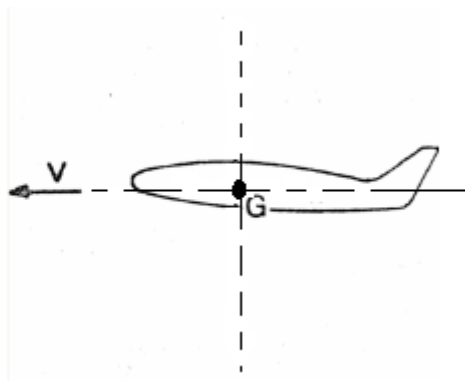
1,5pt

TÂCHE N°1.4 :

L'avion représenté ci-dessous est en vol Rectiligne Uniforme. On vous demande de :

1. Représenter et nommer les forces qui s'exercent sur cet avion et appliquées au centre de gravité G .

1pt



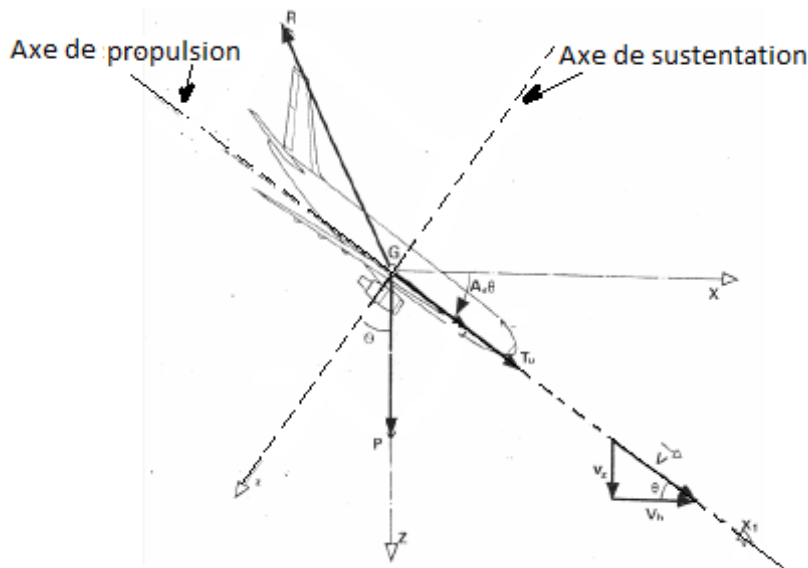
الصفحة	5	NS 203B	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 2- شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك صناعة الطائرات	
9				

2. De combien faut-il augmenter la poussée T_u en Newtons pour faire monter un avion de masse **200 tonnes** suivant une pente de montée Θ de 8° ? ($g=9,81m/s^2$) **2pts**

TÂCHE N°1.5 :

Sur la figure ci-dessous décomposer les forces en présence suivant l'axe de propulsion et suivant l'axe de sustentation.

2pts



PARTIE N°2

STRUCTURE, MOTEUR, ELEMENTS DE CONSTRUCTION DE L'AERONEF ET DOCUMENTATION

- ✓ Le rapport des températures est proportionnel au rapport des pressions à la puissance $(\gamma-1)/\gamma$
- ✓ $T =$ la température à l'altitude concernée multiplié par $(1 + [(\gamma - 1)/2].M^2$

TÂCHE N°2.1

La fusée, est un véhicule spatial qui transporte son propre carburant et comburant, est propulsé par un moteur a réaction anaérobie dans un milieu pauvre d'oxygène .Elle possède les caractéristiques techniques suivantes :

- ✓ La fusée à tuyère adapté ;
- ✓ Pression sortie tuyère $P_s=1bar$;
- ✓ Température sortie tuyère $T_s=1100^\circ K$;
- ✓ Pression dans la chambre de combustion $P_{ch}=30 bar$;
- ✓ Chaleur spécifique de l'air à pression constant $c_p=2800J/Kg/^\circ K$;
- ✓ Débit massique du mélange (carburant - comburant) $q_m= 60kg/s$;
- ✓ Rapport des capacités thermique $\gamma=1,4$.

1. Calculer la température dans la chambre de combustion **Tch** en ($^{\circ}\text{K}$).

1,25pt

2. Calculer la vitesse d'éjection des gaz sortie tuyère **Vs** en (m/s) (prendre $\text{Tch}=2900^{\circ}\text{K}^{\circ}$)

1,25pt

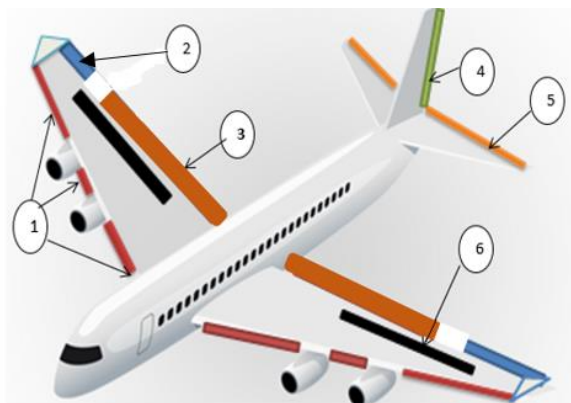
3. Calculer la force de poussée **T** en **N** (prendre $\text{Vs}=3100 \text{ m/s}$).

1,25pt

TÂCHE N°2.2 : La figure ci-dessous représente les commandes de vol primaires et secondaires d'un avion de transport civil. On vous demande de :

1. Compléter la légende.

3pts



1	- - - - -
2	- - - - -
3	- - - - -
4	- - - - -
5	- - - - -
6	- - - - -

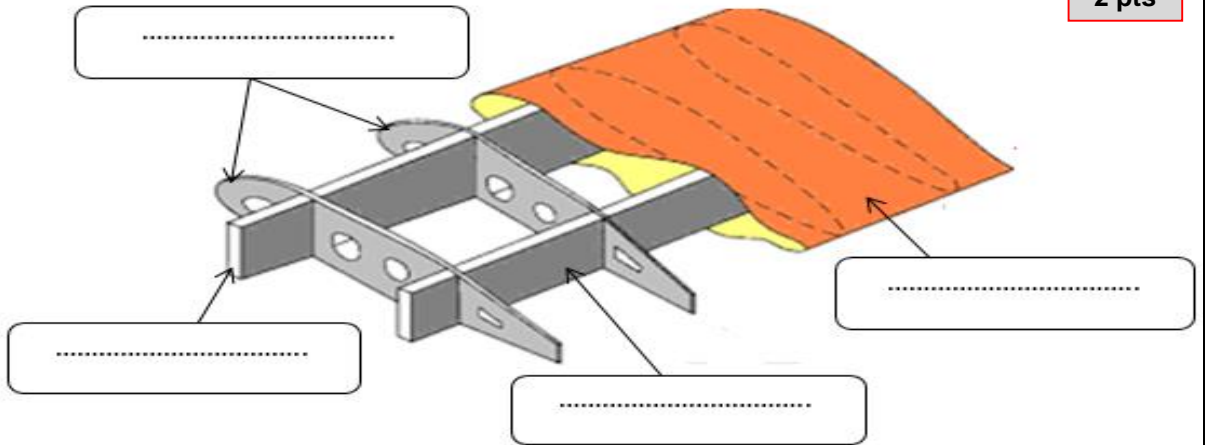
2. Enumérer les commandes de vol primaires d'un avion de transport de passagers. 1,5pt

3. Enumérer les commandes de vol secondaires d'un avion de transport de passagers. 1,5pt

TÂCHE N°2.3 : La figure ci-dessous représente une demi-aile à structure simple

1. Compléter la légende.

2 pts



2. Donner la définition d'une aile d'avion.

1 pt

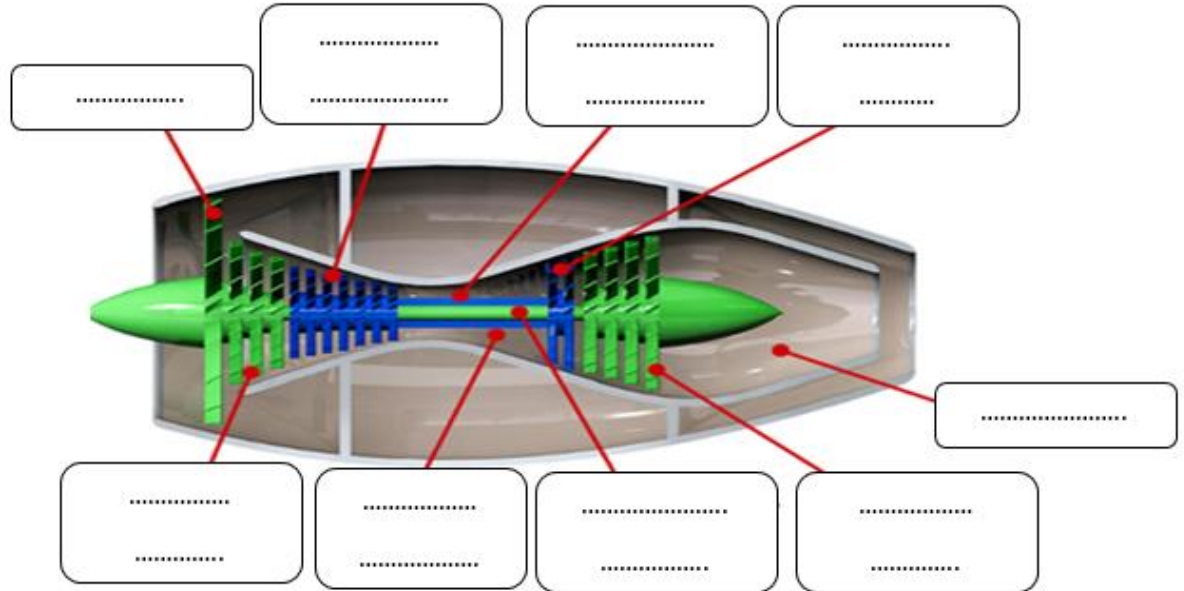
3. Donner le rôle des longerons pour Chaque demi-aile.

1 pt

TÂCHE N°2.4: La figure ci-dessous représente le schéma de principe d'un turboréacteur.

1. Compléter la légende

2,25pts



2. Donner le type de ce turboréacteur.

1,5pt

--

3. Donner les composants de la section froide.

1,5pt

--

4. Donner les composants de la section chaude.

2 pts

--

TÂCHE N°2.5 :

1. Donner la signification des abréviations de la documentation technique constructeur :

2 pts

CMM
WDM
TSM
MPD

2. Donner l'ATA des systèmes ci-après :

2 pts

Systemes	ATA
Air conditionné	
oxygène	
porte	
fuselage	

الصفحة	1
8	

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2020
- عناصر الإجابة -

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP

NR 203B

2	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية - الجزء 2	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك صناعة الطائرات	الشعبة أو المسلك

Elément de corrigé

Partie 1				Partie 2			
Tâches	questios	Notes		Tâches	Questions	Notes	
Tâche 1.1	1	1,5 pt		Tâche 2.1	1	1,25pt	
	2	1,5 pt			2	1,25pt	
	3	1,5 pt			3	1,25pt	
	4	1,5 pt		Tâche 2.2	1	3 pts	
	5	1,5 pt			2	1,5 pt	
	6	2 pts			3	1,5 pt	
	7	2 pts			1	2pts	
	8	1 pt		Tâche 2.3	2	1pt	
Tâche 1.2	1	1,5 pt	3		1pt		
	1	1,5 pt	Tâche 2.4		1	2,25pts	
Tâche 1.3	2	1,5 pt		2	1,5 pt		
	3	1,5 pt		3	1,5 pt		
	4	1,5 pt		4	2pts		
Tâche 1.4	1	1pt	Tâche 2.5	1	2pts		
	2	2 pts		2	2pts		
Tâche 1.5	1	2 pts					
Total partie 1			25pts	Total partie 2			25pts

PARTIE N°1

LA MECANIQUE DU VOL DE L'AERONEF

TACHE N°11 :

1. Calcul de la température t en °C et en °K.

/1,5pt

$$t = t_0 - 6,5 \cdot Z \text{ avec } Z = 10 \text{ Km} = 10000\text{m}$$

$$t = 15 - 6,5 \cdot 10 = -50^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{OK}} = t_{\text{OC}} + 273 \text{ d'où } t_{\text{OK}} = -50 + 273 \text{ donc } \boxed{t_{\text{OK}} = 223^\circ\text{K}}$$

0,75pt F 0,25pt AN

2. Détermination de la vitesse du son (a) en m/s.

/1,5pt

$$a = 20,1 \cdot (t_{\text{OK}})^{1/2} = 20,1 \cdot (223)^{1/2}$$

$$a = 295,75 \text{ donc } \boxed{a = 300,16 \text{ m/s}}$$

0,75pt F 0,25pt AN

3. Détermination du nombre de Mach (M).

/1,5pt

$$M = V_p / a \text{ avec } V_p = 900\text{km/h} = 250 \text{ m/s}$$

$$M = 250 / 300,16 \text{ donc on trouve}$$

$$\boxed{M = 0,83}$$

0,75pt F 0,25pt AN

4. Calcul de la densité de l'air (d).

/1,5pt

$$d = (20 - Z) / (20 + Z)$$

$$d = (20 - 10) / (20 + 10) \text{ donc on trouve}$$

$$\boxed{d = 0,3}$$

0,75pt F 0,25pt AN

5. Détermination de la masse volumique de l'air (p).

/1,5pt

$$d = p / p_0 \quad p = d \cdot p_0 = 0,3 \cdot 1,225$$

$$\text{Donc on trouve : } \boxed{p = 0,37 \text{ Kg/m}^3}$$

0,75pt F 0,25pt AN

6. Détermination de la force de portance F_z en N et en KN.

/ 2pts

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot p \cdot S \cdot (V_p)^2 \cdot C_z$$

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot 0,37 \cdot 820 \cdot 250^2 \cdot 0,32 = 3034000 \text{ N}$$

$$\text{Donc on trouve : } \boxed{F_z = 3034 \text{ KN}}$$

1,75pt F 0,5pt AN

7. Détermination de la force de traînée F_x en N et en KN . /2pts

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot (V_p)^2 \cdot C_z$$

1,75pt F 0,5pt AN

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot 0,37 \cdot 820 \cdot 250^2 \cdot 0,02 = 189625 \text{ N} \quad \text{Donc on trouve : } \boxed{F_z = 189,625 \text{ KN}}$$

8. Déduction de la résultante F_R en KN. /1pt

$$F_R = \sqrt{F_X^2 + F_Z^2}$$

0,25pt F 0,25pt AN

$$F_R = \sqrt{3034^2 + 189,625^2} \quad \text{Donc on trouve : } \boxed{F_R = 3039,92 \text{ KN}}$$

TÂCHE N°1.2 :

1- la croix (x) sur la bonne réponse. /1,5pt

fluide	Compressible	Incompressible
Eau		x
Air	x	
Hydraulique		x
Hélium	x	
Hydrogène	x	
Huile		x

0,25pt par réponse

TÂCHE N°1.3 :

1. Déduction du coefficient de forme de profil (C_{xp}). /1,5pt

$$C_x = C_{xp} + C_{xi}$$

$$C_x = 0,015 + 0,042 C_z^2$$

1pt F 0,5pt AN

Donc

$$\boxed{C_{xp} = 0,015}$$

2. Calcul de l'allongement (λ). /1,5pt

$$C_{xi} = C_z^2 / \pi \cdot \lambda \quad C_{xi} = 0,042 C_z^2$$

$$\text{Donc } 0,042 = 1 / \pi \cdot \lambda \quad \lambda = 1 / \pi \cdot 0,042 = 7,58$$

1pt F 0,5pt AN

$$\boxed{\lambda = 7,58}$$

3. Calcul de l'envergure E. /1,5pt

$$\lambda = E^2 / S \text{ donc } E = (\lambda \cdot S)^{1/2}$$

$$E = (7,58 \cdot 270)^{1/2} = 45,24 \text{ m}$$

1pt F 0,5pt AN

$$\boxed{E = 45,24 \text{ m}}$$

4. Calcul de la poussée T nécessaire pour $f_{\max} = 19,92$: /1,5pt

pour le vol en palier : $F_z = P$ et $F_x = T$
 $f = F_z / F_x = P / T$ donc $T = P / f = M \cdot g / f$
 $T = 140000 \times 9,81 / 19,92$

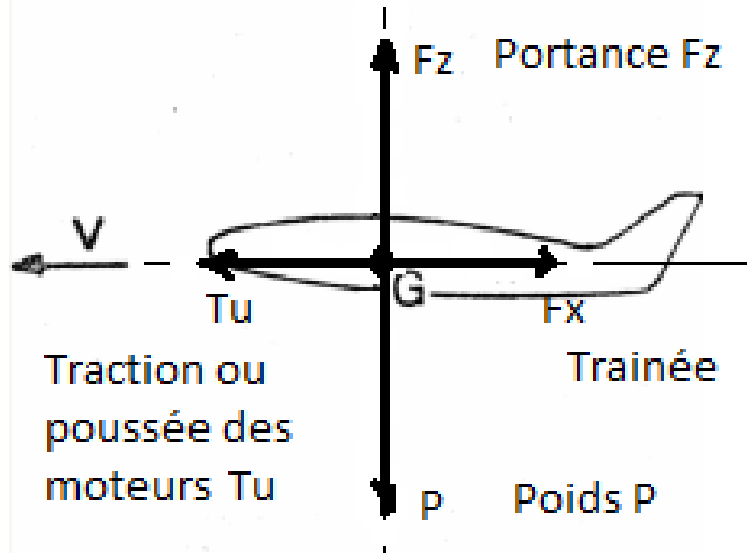
1pt F 0,5pt AN

$$\boxed{T = 68945,78 \text{ N}}$$

TÂCHE N°1.4 :

L'avion représenté ci-dessous et en vol Rectiligne Uniforme. On vous demande de :

1. Représenter et nommer les forces qui s'exercent sur cet avion et appliquées au centre de gravité G /1pt



2. De combien faut-il augmenter la poussée **Tu** en Newtons pour faire monter un avion de masse **200t** suivant une pente de montée Θ de 8° ? ($g=9,81m/s^2$) /2pts

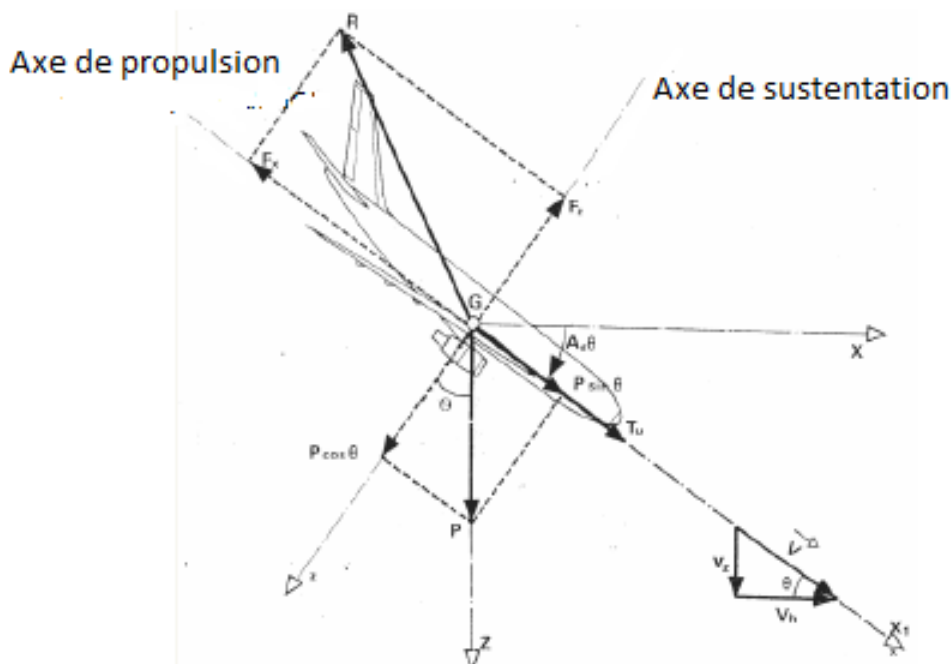
$$Tu = Fx + P \sin \theta$$

Il faut vaincre en plus de la trainée la composante du poids $P \sin \theta$

$$\text{Soit } P \sin \theta = 2 \cdot 10^5 \cdot 9.81 \cdot \sin 8^\circ = 273\,057 \text{ Newtons}$$

TÂCHE N°1.5 :

Sur la figure ci-dessous décomposer les forces en présence suivant l'axe de propulsion et suivant l'axe de sustentation. /2pts



PARTIE N°2
STRUCTURE, MOTEUR, ELEMENTS DE CONSTRUCTION DE L'AERONEF ET DOCUMENTATION

TÂCHE N°2.1

1. Calcul de la température dans la chambre de combustion T_{ch} en °K. **1,25pts**

$$T_{ch}/T_s = (P_{ch}/P_s)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \text{avec } \gamma=1,4 \text{ et } \frac{\gamma-1}{\gamma} = 0,286$$

1pt F 0,25pt AN

$$T_{ch} = T_s(P_{ch}/P_s)^{0,286} = 1100(30/1)^{0,286} = 2909,71^\circ\text{K}$$

2. Calcul de la vitesse d'éjection des gaz sortie tuyère V_s en m/s (prendre $T_{ch}=2900^\circ\text{K}$). **/1,25pts**

$$V_s = \sqrt{2c_p(T_{ch} - T_s)}$$

1pt F 0,25pt AN

$$V_s = \sqrt{2,2800(2900 - 1100)} = 3174,90 \text{ m/s}$$

3. Calcul de la force de poussée T en N (prendre $V_s=3100 \text{ m/s}$). **/1,25pts**

$$T = q_m \cdot V_s$$

$$T = 60 \cdot 3100 = 186000 \text{ N}$$

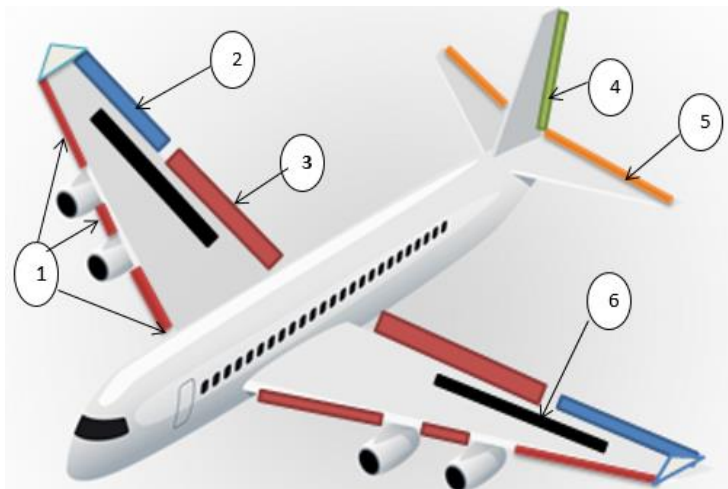
1pt F 0,25pt AN

TÂCHE N°2.2 :

1. la légende

0,5pt par réponse

/3pts



1	Becs/volets de bord d'attaque
2	Aileron
3	Volet
4	Gouverne de direction
5	Gouvernes de profondeur
6	Aérofrein (ou spoiler)

2. les commandes de vol primaires.

/1,5pt

Ailerons – Gouverne de direction - Gouvernes de profondeur

0,5pt par réponse

3. les commandes de vol secondaires.

/1,5pt

Volets – Becs du bord d'attaque – Aérofreins (ou spoiler).

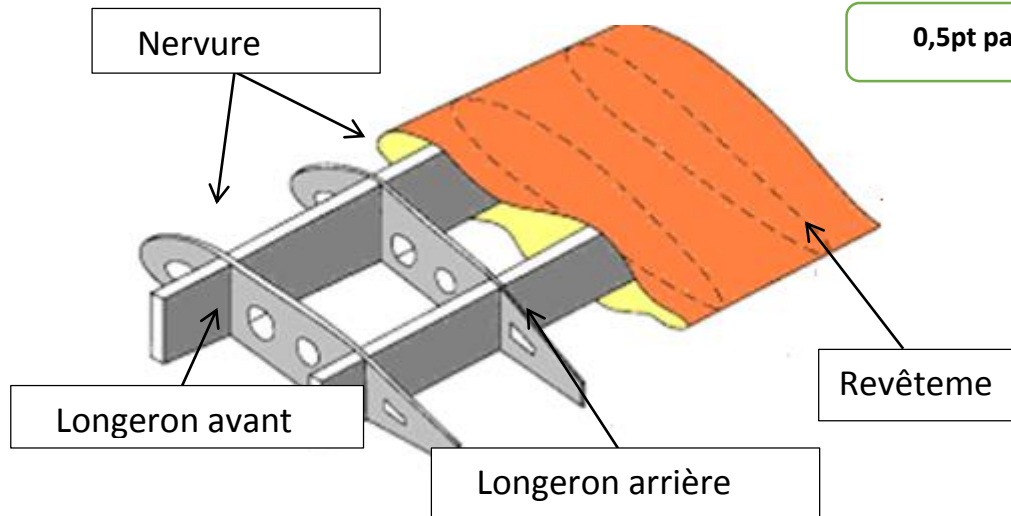
0,5pt par réponse

TÂCHE N°2.3:

La figure N°4 représente une demi-aile à structure simple.

1. Compléter la légende.

/2pts



0,5pt par réponse

2. Donner la définition d'une aile d'avion.

/1pt

l'aile d'un avion est l'ensemble des surfaces extradors et intradors consolidées par des nervures longerons, assurant la portance en vol et faisant office de réservoirs de carburant.

3. Donner le rôle des longerons pour Chaque demi-aile.

/1pt

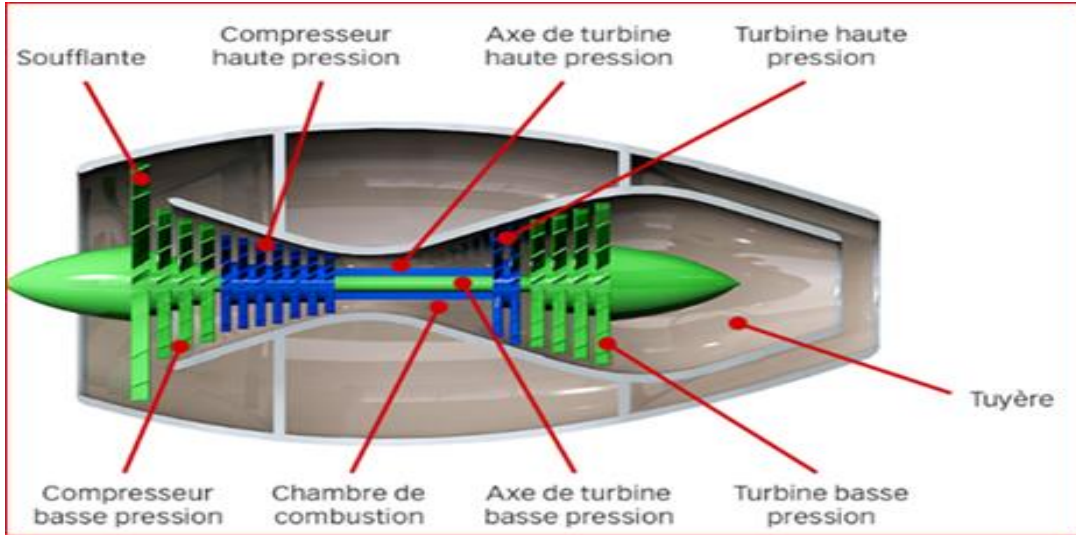
Les longerons pour Chaque demi- aile supportent les charges aérodynamiques.

TÂCHE N°2.4 :

1. la légende

0,25pt par réponse

/2,25pts



2. le type de ce turboréacteur.

/1,5pt

C'est un turboréacteur double flux double corps.

3. les composants de la section froide.

/1,5pt

0,5pt par réponse

La soufflante – Le compresseur basse pression - Le compresseur haute pression.

4. les composants de la section chaude.

/2pts

Turbine haute pression - Turbine basse pression – Tuyères

0,5pt par réponse

TÂCHE N°2.5:

1. la signification des abréviations de la documentation technique constructeur

/2pts

CMM	COMPONENT MAINTENANCE MANUAL
WDM	WIRING DIAGRAM MANUAL
TSM	TROUBLE SHOOTING MANUAL
MPD	MAINTENANCE PLANNING DOCUMENT/data

1pt par réponse

2. l'ATA des systèmes ci-après

/2pts

Systemes	ATA
Air conditionné	21
oxygène	35
porte	52
fuselage	53

0,5pt par réponse

·/·