



Un avion solaire pour la stratosphère

Parties du programme*Transferts énergétiques, panneaux photovoltaïques, 1^{ère} loi de Newton*

SolarStratos est un avion solaire bi-place avec lequel l'explorateur Raphaël Domjan et son équipe envisagent de réaliser un record absolu d'altitude. La mission *To the edge of space* a pour but de lui permettre d'atteindre une altitude supérieure à 25 000 mètres. Le premier vol en tandem à basse altitude a été réalisé le 20 août 2020.

D'après CreatortzDeit

L'explorateur Raphaël Domjan déclare :

« Au-delà des innovations technologiques, SolarStratos a pour objectif de promouvoir les énergies renouvelables afin de protéger le Climat de notre planète des gaz à effet de serre. SolarStratos vise aussi à démontrer qu'avec les technologies actuelles, il est possible de réaliser des prouesses qui dépassent le potentiel des énergies fossiles. Notre avion, qui pourra voler dans la stratosphère, ouvre une porte sur cette aviation électrique et solaire et sur la mobilité de demain. L'appareil fonctionne grâce au soleil et aux batteries lithium-ion embarquées, constituant une première mondiale également.

Afin de limiter le poids de l'avion et de rendre cet exploit possible, SolarStratos ne sera pas pressurisé, obligeant son pilote, Raphaël Domjan, à porter une combinaison pressurisée d'astronaute.

Le défi est à la fois technique et humain. La mission durera environ six heures. L'ascension de l'avion vers la stratosphère et son maintien à une vitesse constante dans l'espace durera 2 heures 45 minutes. L'avion et son pilote seront soumis à des températures extrêmes, de l'ordre de -70°C . »

Données :

- Quelques caractéristiques de l'avion SolarStratos :

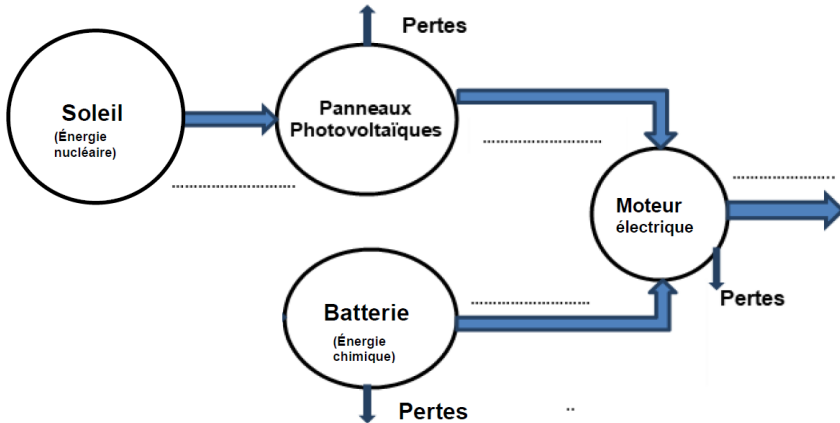
Longueur	8,5 m
Envergure	24,8 m
Habitacle	Deux places en tandem
Masse	450 kg
Propulsion	Hélice 2,2 m ; 4 pales
Rendement du moteur électrique	90 %
Surface des panneaux photovoltaïques	22 m ²
Rendement des panneaux photovoltaïques	24%
Batteries	Lithium-ion

- Éclairement solaire moyen $1200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

1. L'avion SolarStratos

1.1. Donner deux contraintes au projet de vol de SolarStratos.

1.2. Compléter le **document ci-dessous** en indiquant les différents transferts d'énergie mis en jeu dans la chaîne énergétique de propulsion de l'avion.



1.3. Nommer la dissipation d'énergie correspondant aux pertes se produisant au niveau du moteur. Préciser à quel phénomène physique sont dues ces pertes.

1.4. Déterminer la puissance solaire moyenne P_{Sol} reçue par l'ensemble des panneaux photovoltaïques.

1.5. Donner l'expression du rendement η d'un panneau solaire. Déterminer la valeur de la puissance électrique P_{PV} fournie par l'ensemble des panneaux photovoltaïques au moteur.

1.6. Vérifier que la valeur de l'énergie E_{PV} fournie par les panneaux photovoltaïques lors de la phase d'ascension et de maintien dans la stratosphère est égale à 17 kWh.

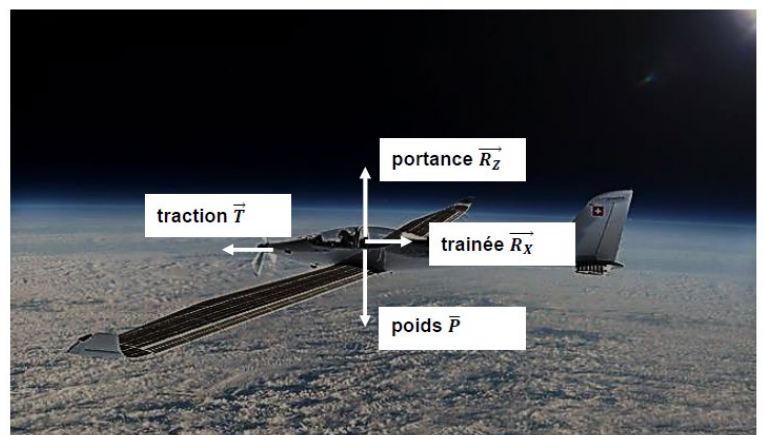
1.7. Pour effectuer la mission, une énergie totale E_{moteur} dont la valeur est égale à 77 kWh doit être fournie au moteur. En déduire la valeur de l'énergie E_{batterie} fournie par les batteries lithium-ion.

2. L'avion en vitesse de croisière dans la stratosphère

Dans cette partie, l'avion se déplace dans la stratosphère en ligne droite, à vitesse constante.

La portance et la traînée sont des actions mécaniques exercées par l'air sur les ailes de l'avion.

La traction, action générée par l'air du fait de la rotation des pales de l'hélice, permet à l'avion de se déplacer. Les forces modélisant les actions mécaniques s'exerçant sur l'avion sont représentées ci-contre :



Données :

- Intensité de la pesanteur à 25 000 m d'altitude : $g = 9,7 \text{ N.kg}^{-1}$
- Masse volumique de l'air à 25 000 m d'altitude : $\rho = 7,0 \times 10^{-2} \text{ kg.m}^{-3}$
- Vitesse de croisière de l'avion : $v = 250 \text{ km.h}^{-1} = 69,4 \text{ m.s}^{-1}$
- Surface totale des ailes de l'avion : S .
- Expression de la force modélisant la portance : $R_Z = \frac{1}{2} \times \rho \times C_Z \times v^2 \times S$
- Expression de la force modélisant la traînée : $R_X = \frac{1}{2} \times \rho \times C_X \times v^2 \times S$
- Coefficient de portance de l'aile : $C_Z = 1,1$
- Coefficient de traînée de l'aile : $C_X = 2,0 \times 10^{-2}$

2.1. Qualifier, en le justifiant, le mouvement de l'avion lorsque celui-ci se maintient dans la stratosphère, à sa vitesse de croisière.

2.2. Énoncer la seconde loi de Newton.

2.3. Appliquer la seconde loi de Newton à l'avion en vitesse de croisière et déterminer les relations entre les forces de direction verticale, ainsi que les relations entre celles de direction horizontale. En déduire quelle doit être la valeur de la surface S des ailes de l'avion pour que ce mouvement dans la stratosphère puisse avoir lieu.

2.4. Indiquer, en expliquant la réponse, si la surface S des ailes de l'avion SolarStratos est suffisante pour accueillir les panneaux photovoltaïques nécessaires au fonctionnement de l'avion.