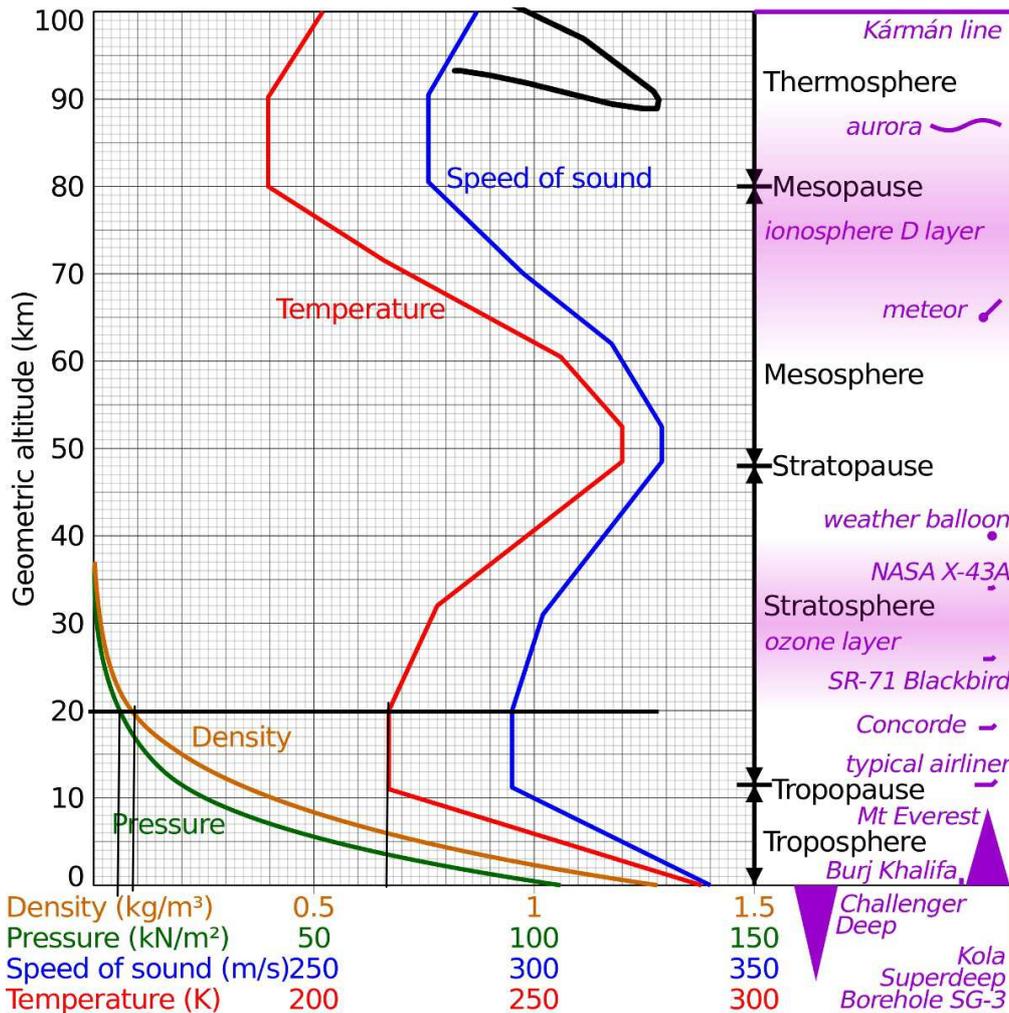


## LE PROJET STRATOBUS

### PARTIE A : Le projet stratobus

**A.1.** D'après le document 1, le dihydrogène est un gaz inflammable. L'hélium est un gaz ininflammable. Donc le zeppelin Hindenburg était gonflé au dihydrogène car la photo montre le zeppelin Hindenburg en flamme.

**A.2. A.2.1.** La courbe verte représente la pression en fonction de l'altitude, la courbe orange représente la masse volumique en fonction de l'altitude et la courbe rouge représente la température en fonction de l'altitude.



A 20 km d'altitude,  $P = 6 \text{ kN.m}^{-2} = 6000 \text{ Pa}$ ,  $\rho_{\text{air}} = 0,09 \text{ kg.m}^{-3}$  et  $T = 217 \text{ K}$

**A.2.2.**  $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273 = 217 - 273 = - 56 \text{ }^{\circ}\text{C}$

**A.2.3** D'après le texte de présentation, le volume est de  $50\,000 \text{ m}^3$ . On a la relation :

$$\rho_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{V} \quad \text{donc} \quad m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times V = 0,09 \times 50000 = 4500 \text{ kg} = 4,5 \text{ t}$$

**A.2.4** D'après le document 3, la valeur de la poussée d'Archimède a pour expression :

$$F = m_{\text{air}} \times g$$

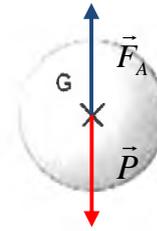
D'après le document 4, la valeur de  $g$  à 20 km d'altitude est de  $9,75 \text{ m.s}^{-2}$

$$F = m_{\text{air}} \times g = 4500 \times 9,75 = 4,4 \times 10^4 \text{ N} = 44 \text{ kN}$$

**A.2.5** Le stratobus est soumis à deux forces : le poids  $\vec{P}$  et la poussée d'Archimède  $\vec{F}_A$ . Lorsque le stratobus est en position stationnaire, les deux forces se compensent et les valeurs de ces deux forces sont les mêmes.  $P = F_A = 44 \text{ kN}$ . On choisit l'échelle : 1 cm pour 20 kN donc chaque vecteur aura une longueur de 2,2 cm

Échelle : 1 cm pour 20 N.....

Vue de face du  
Stratobus avec son  
centre de gravité G.



**A.2.6** On a la relation :

$$\rho_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{V} \quad \text{donc} \quad m_{H_2} = \rho_{H_2} \times V = 7 \times 10^{-3} \times 50000 = 350 \text{ kg}$$

**A.2.7**  $P = m_{\text{stratobus}} \times g = (m_{H_2} + m_{\text{fonc}} + m_u) \times g$

**A.2.8** D'après les questions précédente,  $P = 44000 \text{ N}$  et  $g = 9,75 \text{ m.s}^{-2}$  à 20 km d'altitude.

$$P = (m_{H_2} + m_{\text{fonc}} + m_u)g \quad \text{donc} \quad (m_{H_2} + m_{\text{fonc}} + m_u) = \frac{P}{g}$$

$$m_{\text{fonc}} = \frac{P}{g} - m_{H_2} - m_u = \frac{44000}{9,75} - 350 - 300 = 3863 \text{ kg} = 3,86 \text{ t}$$

**A.3. A.3.1**  $v = 90 \text{ km.h}^{-1}$

$$v = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

**A.3.2** D'après le document 5, le stratobus à coefficient de trainée de 0,04. La surface frontale S est la surface d'un disque de diamètre de 34 m (d'après le texte de présentation)

$$F_{\text{vent}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} \times C_x \times S \times v^2$$

$$F_{\text{vent}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} \times C_x \times \frac{\pi d^2}{4} \times v^2 = \frac{1}{2} \times 0,09 \times 0,04 \times \frac{\pi \times 34^2}{4} \times 25^2 = 1021 \text{ N} = 1,02 \text{ kN}$$

**A.3.3** La force de la raquette de tennis sur la balle est de 1000 N soit 1 kN. La force des vents est équivalente à la force exercée par la raquette de tennis sur la balle.

## PARTIE B : Panneau solaire photovoltaïque et pile à combustible

### Partie B.1 : Etude d'un panneau solaire photovoltaïque

**B.1.1.** Le panneau photovoltaïque transforme l'énergie solaire en énergie électrique.

**B.1.2.** La puissance est calculée avec la relation :  $P = U \times I$

I(A)	1,10	1,10	1,10	1,00	0,90	0,75	0,60	0,46	0,30
U(V)	0,00	4,41	52,7	88,7	104	114	119	123	127
P(W)	0,00	4,85	58,0	88,7	93,6	85,5	71,4	56,6	38,1

**B.1.3.** Le panneau photovoltaïque à une dimension de 1414 mm × 1114 mm donc il a une surface S égale à :

$$S = L \times l = 1,414 \times 1,114 = 1,58 \text{ m}^2$$

L'irradiance est de 750 W.m<sup>-2</sup> donc la puissance reçue est de :

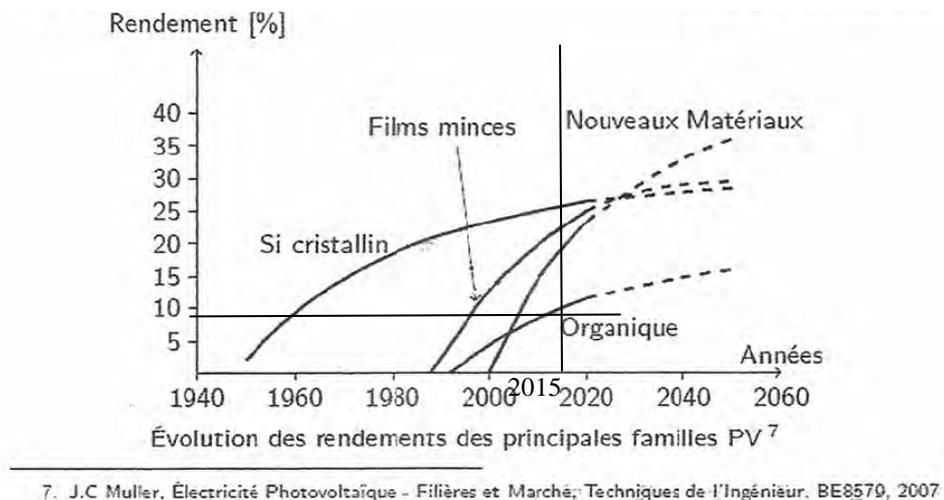
$$P_{\text{reçue}} = 750 \times 1,58 = 1185 \text{ W}$$

$$P_u = P_{\text{max}} = 93,6 \text{ W}$$

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_u}{P_{\text{reçue}}} = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{93,6}{1185} = 0,079 \text{ soit } 7,9 \%$$

**B.1.4.**



D'après le graphique ci-dessus, en 2015, tous les panneaux photovoltaïques ont un rendement supérieur à 7,9 %. Donc toutes les familles de panneaux photovoltaïques peuvent convenir.

**B.1.5.** D'après le texte de présentation, le rendement des panneaux photovoltaïques devra être de 30 % c'est à dire presque 4 fois supérieur au rendement calculé à la question B.1.2. En 205, aucun panneau photovoltaïque n'atteint ce rendement d'après le document 6.

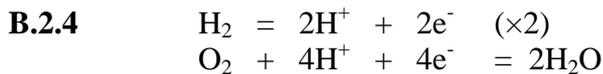
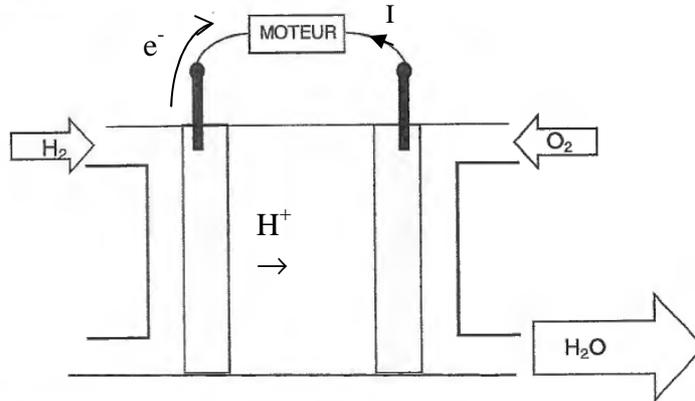
## Partie B.2 : Etude de la pile à combustible réversible

B.2.1. Il s'agit de l'électrode 1 qui fournit les électrons au moteur car, à cette électrode, des électrons sont cédés.

L'équation de la réaction à l'électrode 1 correspond à une oxydation car on peut voir une perte d'électrons.

### B.2.2 et B.2.3

DR3 (Questions B.2.2. et B.2.3.) :



**B.2.5** Dans le cas de la pile à combustible, on rejette dans l'atmosphère de l'eau alors la combustion des énergies fossiles rejette du dioxyde de carbone qui est un gaz à effet de serre.

**B.2.6 B.2.6.1**  $Q = I \times t = 100 \times 8 \times 3600 = 2,88 \times 10^6 \text{ C}$

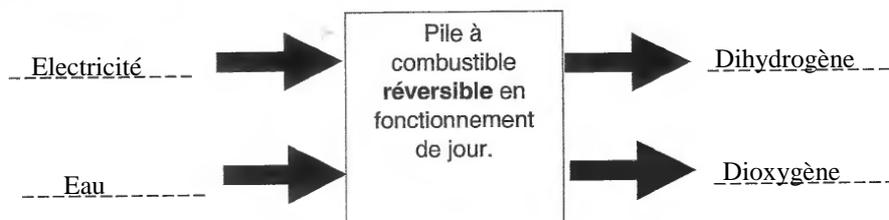
**B.2.6.2** On a la relation :

$$Q = n_{e^-} \times F \quad \text{donc} \quad n_{e^-} = \frac{Q}{F} = \frac{2,88 \times 10^6}{96500} = 29,8 \text{ mol}$$

D'après l'équation à l'électrode 1, on a la relation :

$$n_{\text{H}_2} = \frac{n_{e^-}}{2} = \frac{29,8}{2} = 14,9 \text{ mol}$$

### B.2.7



**B.2.8** En fonctionnement de jour, la pile réversible fonctionne en récepteur électrique. L'énergie produite (dihydrogène) sera stockée à l'extérieur de la pile réversible dans des réservoirs.

**B.2.9** Pour gagner en volume, il faut transformer le gaz en liquide qui occupe un volume moins important. Cette transformation s'appelle la liquéfaction. (Passage de l'état gazeux à l'état liquide)

## PARTIE C : Ondes et stratosphère

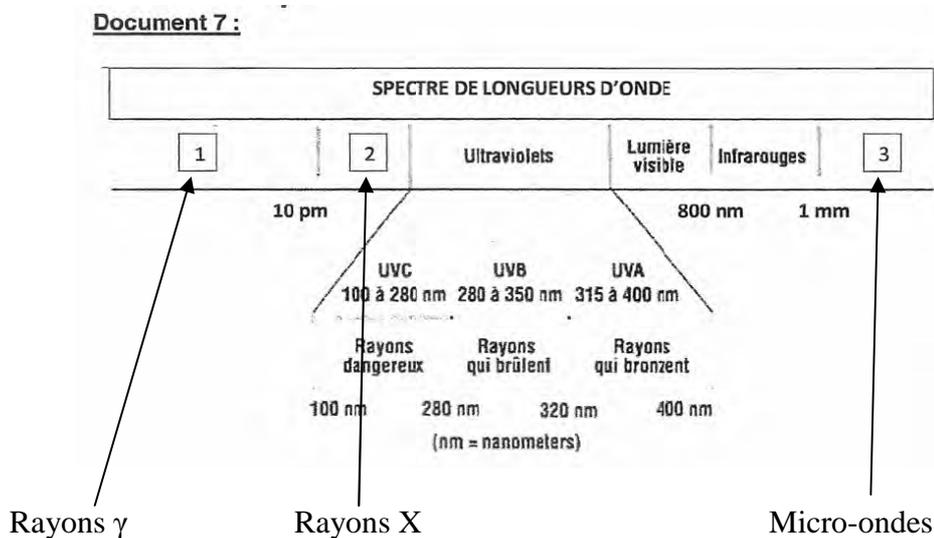
**C.1 C.1.1** D'après le document 8, les UC-C sont complètement absorbés par la stratosphère car l'irradiance pour ce groupe d'ultraviolet est nulle.

**C.1.2** D'après le document 7, les UV-C ont un intervalle de longueurs d'onde entre 100 et 280 nm. L'énergie sera minimale lorsque la longueur d'onde est maximale c'est-à-dire pour 280 nm. (L'énergie et la longueur d'onde sont inversement proportionnelles)

$$E_{\min} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8}{2,8 \times 10^{-7}} = 7,1 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\min} = \frac{7,1 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 4,44 \text{ eV}$$

### C.1.3



Les rayons  $\gamma$  et les rayons X sont plus énergétiques que les rayons ultraviolet car ils ont une longueur d'onde plus petite.

**C.2 C.2.1** Les ultraviolets et les ondes radio appartiennent à la famille des ondes électromagnétiques.

**C.2.2** La grandeur manquante est le champ magnétique oscillant en tesla (T).

**C.2.3** On a la relation :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{donc} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{0,19} = 1,58 \times 10^9 \text{ Hz} = 1,58 \text{ GHz}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \times 10^8}{0,25} = 1,20 \times 10^9 \text{ Hz} = 1,20 \text{ GHz}$$

**C.2.4** D'après les calculs précédents, les fréquences du système GPS n'empiètent pas sur les fréquences utilisées pour les liaisons GSM 1800 car elles ne sont pas comprises entre 1,71 et 1,79 GHz.

**C.3 C.3.1** D'après le document 9, l'altitude maximale (courbe en pointillés) est de 29000 m soit 29 km. Le ballon a commencé à décoller au bout de 25 min et à atteint son altitude maximale au bout de 120 minutes. La durée  $t$  de l'ascension est de  $t = 120 - 25 = 95$  minutes.

On a la relation :

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{29000}{95 \times 60} = 5,1 \text{ m.s}^{-1}$$

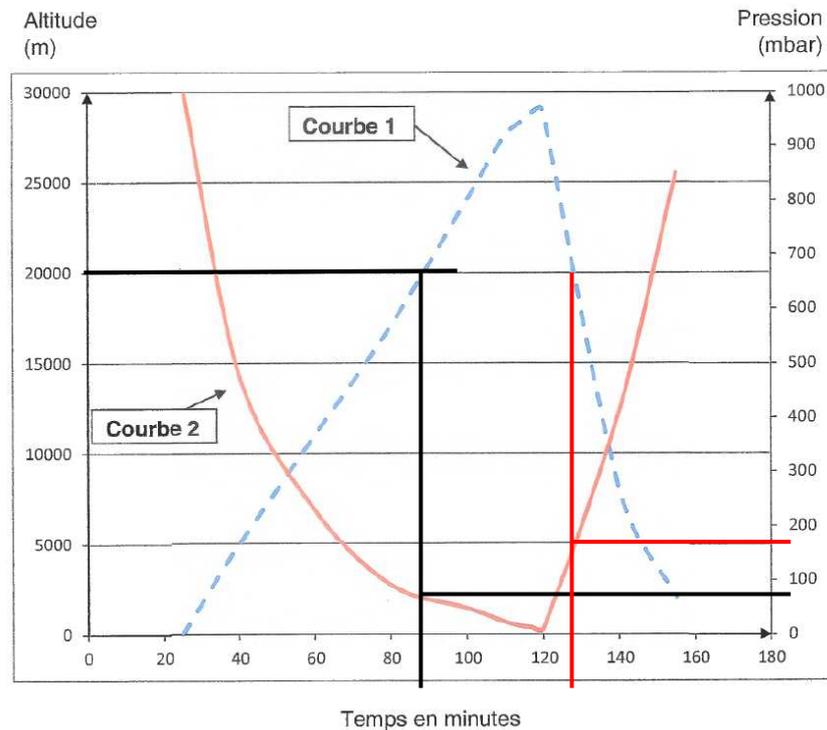
$$v_m = 5,1 \times 3,6 = 18,3 \text{ km.h}^{-1}$$

**C.3.2** La relation entre la pression  $P$ , la surface  $S$  et la force  $F$  est :

$$P = \frac{F}{S} \quad P \text{ s'exprime en pascal (Pa), } F \text{ en newton (N) et } S \text{ en mètre carré (m}^2\text{)}$$

**C.3.3** D'après le document 9 (tracé noir), la pression  $P_{\text{capt}}$  à 20 km d'altitude est de 70 mbar.

$$P_{\text{capt}} = 70 \text{ mbar} = 7000 \text{ Pa} = 7 \text{ kN.m}^{-2}$$



**C.3.4** Il existe une différence entre  $P_{\text{atm}}$  et  $P_{\text{capt}}$  car la pression atmosphérique est de  $6 \text{ kN.m}^{-2}$  et la pression du capteur est de  $7 \text{ kN.m}^{-2}$

$$\text{incertitude relative} = \frac{(P_{\text{capt}} - P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}} = \frac{7 - 6}{6} = 0,17 \text{ soit } 17 \%$$

**C.3.5** L'objectif n'est pas atteint car l'incertitude relative est supérieure à 10 %. Les raisons permettant d'expliquer cela sont :

- mauvais étalonnage du capteur de pression
- mauvais fonctionnement du capteur car il n'indique pas la même valeur à 20 km lors de la montée ou de la descente. (170 mbar lors de la descente d'après le tracé en rouge)