



1 Station spatiale internationale (ISS)

La Station spatiale internationale (ISS) est un formidable exemple de coopération internationale réunissant, entre autres, l'Europe, la Russie, les États-Unis, le Japon et le Canada. La production d'électricité à bord de l'ISS est assurée par l'utilisation de huit panneaux solaires doubles appelés SAW (*Solar Array Wing*). L'orientation par rapport au Soleil de ces panneaux est contrôlée en permanence de façon à optimiser la production d'énergie électrique.

DOC 1 Caractéristiques d'un SAW

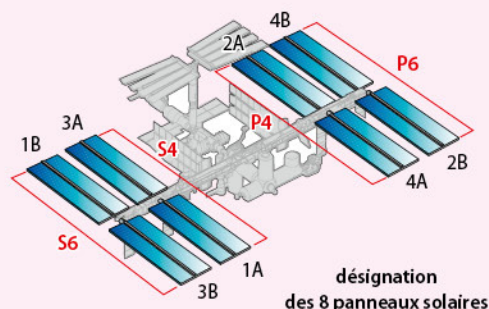
- Dimensions d'un SAW : $33,5 \text{ m} \times 11,6 \text{ m}$
- Nombre de cellules photovoltaïques : 32 800
- Éclairement incident : $1\,500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- Un SAW comporte plusieurs milliers de cellules photovoltaïques et a un rendement moyen théorique η de conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique de 14,5 %.

DOC 3 Production de chacun des panneaux SAW le 5 novembre 2017 à 21h45

Identification du SAW	Intensité produite (A)	Tension aux bornes du SAW (V)	Puissance électrique fournie (W)
1B	57,26	151,81	8 693
3B	42,79	151,96	6 502
3A	42,64	152,07	6 484
1A	31,77	151,96	4 828
2A	55,43	151,71	8 409
4A	59,07	151,81	8 967
4B	55,77	151,81	8 466
2B	49,49	151,66	7 506



DOC 2 Répartition de 8 SAW de l'ISS



désignation
des 8 panneaux solaires

DOC 4 Fonctionnement de l'OGS

Afin de couvrir les besoins en dioxygène des six membres d'équipage de l'ISS, un nouveau système a été installé en 2007 dans la station : l'OGS (*Oxygen Generator System*). Le principe de l'OGS repose sur l'électrolyse de l'eau en milieu basique. L'OGS collecte l'eau recyclée de la station et la décompose en dioxygène O_2 et en dihydrogène H_2 sous l'action d'un courant électrique. Le dioxygène est libéré dans l'atmosphère de la station. L'OGS est composé de plusieurs cellules électrolytiques. Chaque cellule est traversée par un courant électrique d'intensité 50 A.

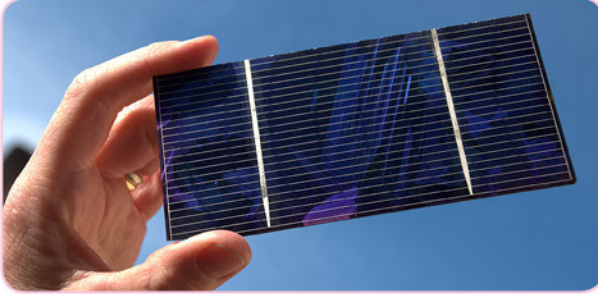
- Montrer que la surface totale S d'un SAW vaut environ 389 m^2 .
 - Déterminer la puissance lumineuse théorique maximale $P_{\text{lm}}^{\text{th}}$ reçue par un panneau SAW.
 - En déduire la puissance électrique théorique maximale $P_{\text{em}}^{\text{th}}$ que pourrait générer un panneau SAW.
- En réalité, la puissance électrique attendue pour chaque panneau par les ingénieurs est d'environ 31 kW. Déterminer la puissance électrique P_e attendue par les ingénieurs par les huit SAW.
 - Déterminer la puissance électrique effective totale P_{tot} générée par l'ensemble des huit panneaux SAW le 5 novembre 2017 à 21h45.
- Montrer que les panneaux du SAW ne sont utilisés qu'à environ 24 % de leur possibilité le 5 novembre 2017 à 21h45. Proposer une explication.
 - Au cours de chacune de ses orbites autour de la Terre qu'elle effectue en 90 minutes, la station orbitale passe 36 minutes dans l'ombre de la Terre. Comment, selon vous, la station orbitale fait-elle pour subvenir à ses besoins en énergie électrique durant ces 36 minutes ?
 - Calculer la quantité d'électricité Q nécessaire au fonctionnement d'une cellule de l'OGS au cours d'une journée.



2 Photopile

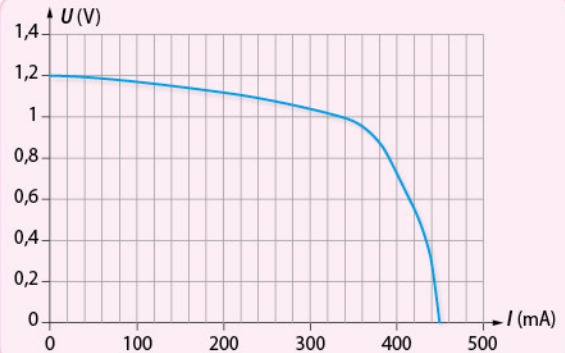
Une photopile est un dipôle qui transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique.

DOC 1 Une photopile



1. a. Une photopile peut-elle être considérée comme un générateur ?
- b. Pour l'éclairement donné, déterminer la tension à vide de la photopile.
2. Modéliser la photopile par un schéma électrique.

DOC 2 Caractéristiques d'une photopile pour un éclairement donné



3. a. Pour une intensité du courant inférieure à 300 mA, déterminer la résistance interne de la photopile.
- b. Comment évolue la résistance interne quand l'intensité du courant qu'elle doit débiter augmente ?



3 Retour sur Terre

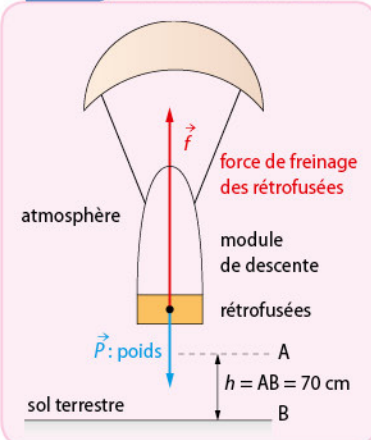
En juin 2017, le vaisseau Soyouz a ramené à son bord Thomas Pesquet qui avait passé 6 mois à bord de l'ISS. Seul le module de descente dans lequel est installé le cosmonaute est équipé d'un bouclier thermique qui résiste aux températures très élevées dues aux frottements de l'air après son entrée dans l'atmosphère.

À 8,5 km du sol, le vaisseau est encore à une vitesse de $800 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ lorsque les parachutes se déploient.

À 5,5 km d'altitude, le bouclier thermique, les hublots extérieurs et les réservoirs sont largués. Le module de descente a alors une masse de 2 500 kg.

À 70 cm du sol, c'est au tour des six rétrofusées de s'allumer pour réduire au maximum la vitesse du module de descente qui passe alors de 22 à $5,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (vitesse lors de l'impact au sol).

DOC 1 Module de descente



DOC 2 Photos du retour sur Terre



1. En vous appuyant sur les documents, montrer que l'énergie cinétique E_c du module de descente varie de -44 kJ entre les points A et B.
2. Exprimer puis calculer le travail $\vec{W}_{AB}(\vec{P})$ du poids. Ce travail $\vec{W}_{AB}(\vec{P})$ est-il moteur ou résistant ? Justifier.
3. Déterminer le travail $W_{AB}(\vec{f})$ de la force de freinage entre les points A et B.
4. En supposant la force de freinage \vec{f} constante entre A et B, déduire l'intensité f de cette force de freinage.



4 La descente en snowboard

On s'intéresse à la descente d'une snowboardeuse de masse $m = 60 \text{ kg}$ sur une piste enneigée. La piste enneigée ABCDE est représentée dans le **document 1**.

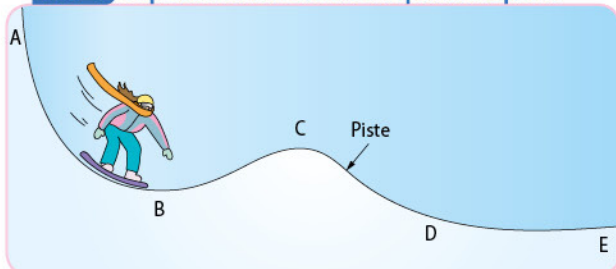
Un traitement informatique de la vidéo de la descente permet de tracer les courbes d'évolution de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse en fonction du temps. On obtient les courbes du **document 2**.

Donnée :

Intensité de pesanteur : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.



DOC 1 Représentation schématisée de la piste



DOC 2 Évolution des courbes d'énergies



1. a. En se référant au relief de la piste, dire comment varie entre les points A et C de la piste :
 - l'énergie cinétique de la snowboardeuse ;
 - l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse.
- b. Sur le **document 2**, identifier la courbe correspondant à l'évolution de l'énergie cinétique de la snowboardeuse au cours du temps et celle correspondant à l'énergie potentielle de pesanteur au cours du temps.
2. a. La troisième courbe représente l'évolution de quelle énergie ?
- b. Il y a-t-il conservation de cette énergie ici ? Que peut-on en déduire ?
3. a. S'il n'y avait pas de frottements :
 - quelles seraient les conversions d'énergie mises en jeu ?
 - quelle serait l'allure de la troisième courbe ?
- b. En présence de frottements :
 - en quelle type d'énergie est convertie une partie de l'énergie de la snowboardeuse ?

- quelle conséquence cela peut-il avoir sur la neige au niveau de la surface du snowboard ? En quoi cela minimise-t-il finalement les frottements ?

4. a. Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c en précisant les unités des grandeurs qui interviennent.
- b. En déduire l'expression de la vitesse v en fonction l'énergie cinétique E_c et de la masse m de la snowboardeuse.
- c. En quel point A, B, C, D ou E l'énergie cinétique de la snowboardeuse est-elle maximale ? Déterminer sa vitesse en ce point en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.
5. a. Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} en précisant les unités des grandeurs qui interviennent.
- b. En quel point A, B, C, D ou E l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse est-elle maximale ? D'où provient cette énergie potentielle de pesanteur ainsi acquise par la snowboardeuse ?
- c. Quelle est la hauteur de la piste descendue par la snowboardeuse ?
6. Déterminer le travail du poids dans la descente et montrer qu'il est moteur sur cette descente.



5 Une étude du saut de Felix Baumgartner

Le 14 octobre 2012, Félix Baumgartner a réalisé un saut historique en inscrivant trois records à son tableau de chasse : celui de la plus haute altitude atteinte par un homme en ballon soit 39 045 m d'altitude, le record du plus haut saut en chute libre et le record de vitesse en chute libre soit $1341,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Après une ascension dans un ballon gonflé à l'hélium, il a sauté vers la Terre, vêtu d'une combinaison spécifique en ouvrant son parachute au bout de 4 min et 20 s. Le saut a duré en totalité 9 min et 3 s.

On étudie le système {Félix Baumgartner et son équipement} en chute verticale dans le référentiel terrestre.

La masse de Félix Baumgartner et de son équipement est :

$$m = 120 \text{ kg.}$$

On choisit un axe (Oz) vertical vers le haut dont l'origine O est prise au niveau du sol.

La date $t = 0$ correspond au début du saut de Felix Baumgartner.

Le système étudié, noté S, a une vitesse initiale nulle.



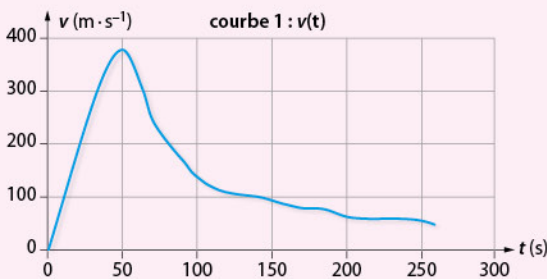
Données :

- l'intensité du champ de pesanteur est considérée comme constante entre le niveau de la mer et l'altitude de 39 km : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- la célérité du son dans l'air en fonction de l'altitude est donnée dans le tableau ci-dessous :

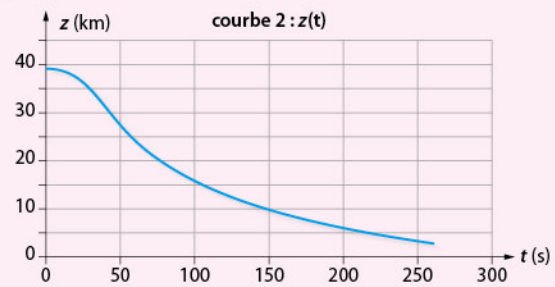
Altitude (km)	10	20	30	40
Célérité du son ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	305	297	301	318

- la vitesse d'un mobile dans un fluide est dite supersonique si elle est supérieure à la célérité du son dans ce fluide.

DOC 1 Évolution temporelle de la vitesse v de Félix Baumgartner, dans le référentiel terrestre, jusqu'à l'ouverture du parachute

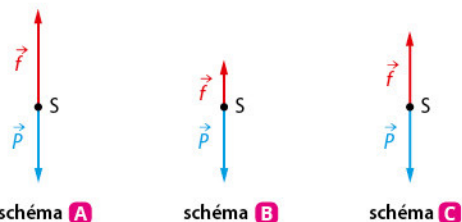


DOC 2 Évolution temporelle de l'altitude z par rapport au sol de Félix Baumgartner jusqu'à l'ouverture du parachute.



1. Utiliser l'étude du saut de Félix Baumgartner (**document 1**) afin de déterminer la valeur du vecteur variation de vitesse entre $t = 0$ et $t = 20$ s.
2. Lors de son saut, Félix Baumgartner a-t-il atteint une vitesse supersonique ? Justifier.
3. Calculer la variation d'énergie mécanique ΔE_m entre le moment où Félix Baumgartner saute et le moment où il atteint sa vitesse maximale. Interpréter le résultat.
4. Les schémas ci-contre représentent à trois instants les forces qui modélisent les actions appliquées au système S lors du saut : le poids \vec{P} et la force \vec{f} modélisant les frottements.

Affecter un schéma à chacune des dates : $t_1 = 40$ s, $t_2 = 50$ s et $t_3 = 60$ s.



- a. Déterminer l'altitude à laquelle Félix Baumgartner ouvre son parachute.
- b. En supposant que le système a un mouvement rectiligne et uniforme après l'ouverture du parachute et jusqu'à l'arrivée au sol, déterminer la valeur de la vitesse du système durant cette phase du mouvement. On rappelle que le saut a duré en totalité 9 min et 3 s.