

Activité de modélisation : le grand saut de Félix Baumgartner.

Objectif : extraire et exploiter des informations pour résoudre un problème scientifique.

Document 1 : chronologie du saut de F.Baumgartner

Le dimanche 14 octobre 2012, vers 19 h 00 en heure française, les chaînes de télévision se disputaient les parts d'audience avec leurs programmes habituels pendant que YouTube battait son record historique avec 8 millions de spectateurs.

Sur les écrans, Felix Baumgartner, 65 ans après que Chuck Yeager ait franchi le mur du son à bord d'un avion à réaction, tenait la planète en haleine en tentant de devenir le premier homme à dépasser le mur du son en chute libre.



Le lancement

Le lancement du ballon stratosphérique a eu lieu à 17h31, heure française, supervisé par un centre de contrôle basé à Roswell dans l'État américain du Nouveau-Mexique.

L'ascension

Le ballon rempli d'hélium atteint l'altitude de 10 000 m en 26 minutes, à une vitesse variant de $5,2 \text{ m.s}^{-1}$ à $5,8 \text{ m.s}^{-1}$, puis celle de 20 000 m en 1 h 05.

La plus haute altitude (39 068 m) est atteinte après 2 h 35 min 40 s.

Le saut

2 h 37 après le lancement, Baumgartner dont la masse avec sa combinaison pressurisée est de 120 kg, se laisse tomber dans une chute libre de 36 529 mètres d'une durée de 4 minutes et 19 secondes.

Après avoir passé le mur du son, il a atteint la vitesse maximale de Mach 1,24 après 11 765 m de chute.

Baumgartner a ouvert son parachute à environ 2 500 m d'altitude et s'est posé sans encombre, après une chute totale de 9 minutes et 3 secondes.

D'après www.wikipedia.fr

Document 2 : énergie potentielle de pesanteur, énergie cinétique et énergie mécanique.

Lorsque le champ de pesanteur est uniforme, l'énergie potentielle de pesanteur a pour expression :

$$E_{PP} = m \times g \times z$$

L'énergie est en Joules (J) , la masse est en kilogrammes (kg) et l'altitude est en mètres (m).

La valeur du champ de pesanteur dépend de l'altitude, elle varie selon le tableau fourni ci-contre.

z	g
m	N/kg
0	9,8
10000	9,8
20000	9,7
25000	9,7
30000	9,7
35000	9,7
40000	9,7

L'énergie cinétique est l'énergie de mouvement d'un système. Elle s'écrit :

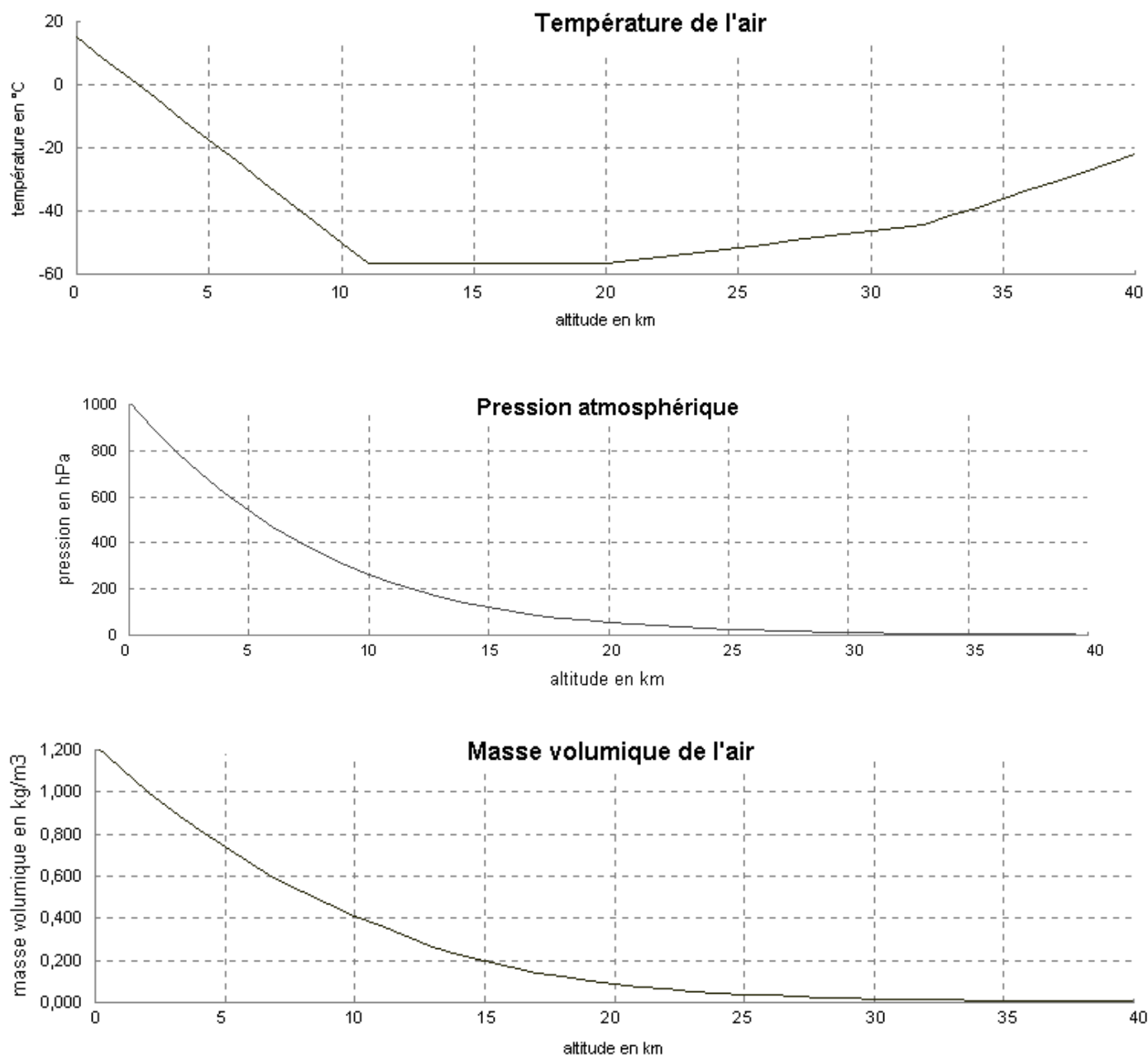
$$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

L'énergie est en Joules (J) , la masse est en kilogrammes (kg) et la vitesse est en m.s^{-1} .

L'énergie mécanique (en J) d'un système dans le champ de pesanteur terrestre est égale à la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur :

$$E_M = E_C + E_{PP}$$

Document 3 : quelques données sur l'atmosphère.



Document 4 : vitesse du son et nombre de Mach

La célérité du son dans l'air (en m.s^{-1}) dépend de la température (en K) selon la relation :

$$c_{\text{son}} = 20 \times \sqrt{T}$$

Le « bang supersonique » désigne l'onde de choc sonique qui se produit lorsqu'un mobile dépasse cette vitesse dans l'air. L'expression « mur du son » rend compte du comportement particulier de l'air à cette vitesse, qui impose une forme aérodynamique aux avions volant à des vitesses supersoniques.

Le « nombre de Mach » est le rapport de la vitesse du mobile par rapport à celle du son :

$$N_{\text{mach}} = \frac{v}{c_{\text{son}}}$$

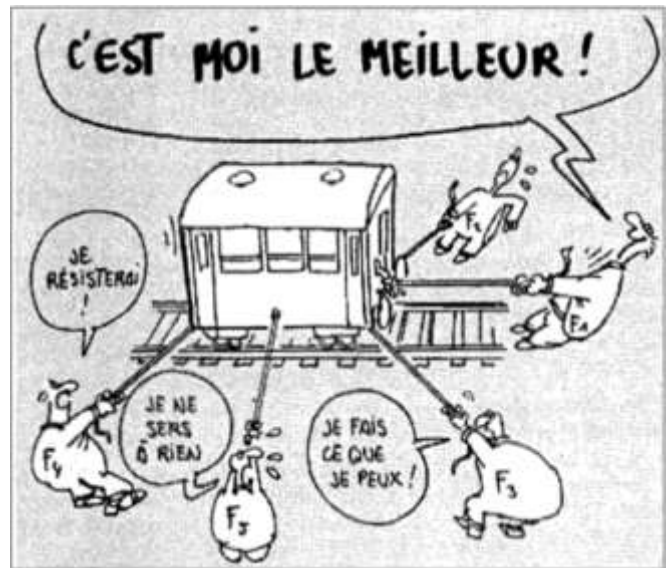
Un avion qui vole à Mach 2,2 a une vitesse égale à 2,2 fois celle du son.

Document 5 : de l'énergie dans le travail !

Lorsqu'une force s'exerce sur un système, elle tend à mettre en mouvement ce système dans le sens de la force.

L'effet de cette force sur le mouvement est mesuré par une grandeur appelée *travail* d'une force. Ce travail correspond à un transfert d'énergie : plus la force est efficace, c'est-à-dire plus elle s'exerce dans le sens du déplacement effectif du système, et plus le travail est grand. En quelque sorte, le travail mesure l'efficacité du transfert énergétique entre un système et un autre, transfert effectué par l'intermédiaire d'une des quatre interactions fondamentales.

Il est un cas particulier où le travail de la force n'a aucun effet sur l'énergie mécanique : lorsque la force est perpendiculaire au déplacement. On dit alors que le travail de la force est nul, cette force ne fait pas varier l'énergie mécanique du système, elle n'est pas à prendre en compte dans un bilan énergétique.



Un système de masse m est placé dans le champ de pesanteur terrestre est soumis à la force de pesanteur (le poids). Le transfert énergétique effectué par cette force sur le système, mesurée par son travail, est convertit en énergie cinétique : les physiciens préfèrent alors parler de variation d'énergie potentielle de pesanteur à la place du travail du poids.

Si le système est en chute « libre », c'est-à-dire s'il n'est soumis à aucune autre force que le poids, alors la variation d'énergie potentielle de pesanteur et la variation d'énergie cinétique sont opposées : l'énergie mécanique du système se conserve.

Cependant, le travail de certaines forces n'est pas « récupérable » pour le système : il ne correspond pas à des variations d'une énergie potentielle. C'est le cas des forces de frottement par exemple. Il faut alors calculer directement le travail d'une telle force : ce travail va faire diminuer, ou augmenter, l'énergie mécanique du système.

Ainsi, la variation d'énergie mécanique d'un système est égale à la somme des travaux des forces non récupérables sous forme d'une énergie potentielle, en particulier les forces de frottement.

A l'aide des documents fournis, résoudre les problèmes suivants :

Problème 1 : proposer une démarche scientifique permettant d'estimer si F. Baumgartner avait déjà franchi le mur du son à 30 km d'altitude.

Problème 2 : F. Baumgartner était-il en chute libre lorsqu'il a atteint sa vitesse maximale ?