**Activité de modélisation : le grand saut de Félix Baumgartner.**

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

A l'aide des documents fournis, proposer une démarche scientifique basée sur une modélisation pour résoudre les problèmes suivants :

***Problème 1 : A quel instant F.Baumgartner a-t-il franchi le mur du son ? Quelle était alors son altitude ?***
Vous devez en particulier valider votre modèle sur une vidéo montrant une chute libre.

***Problème 2 : Comparer les prévisions données par le modèle aux informations des documents et commenter les écarts éventuels.***

**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 m.s$^{-1}$ à 5,8 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 totale de 4 minutes et 19 secondes.
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 : Le poids.**

Lorsque le champ de pesanteur $\vec{g}$ est uniforme, la force de gravitation exercée par la Terre sur un objet de masse *m* est appelée « le poids » de cet objet et se détermine par la relation :

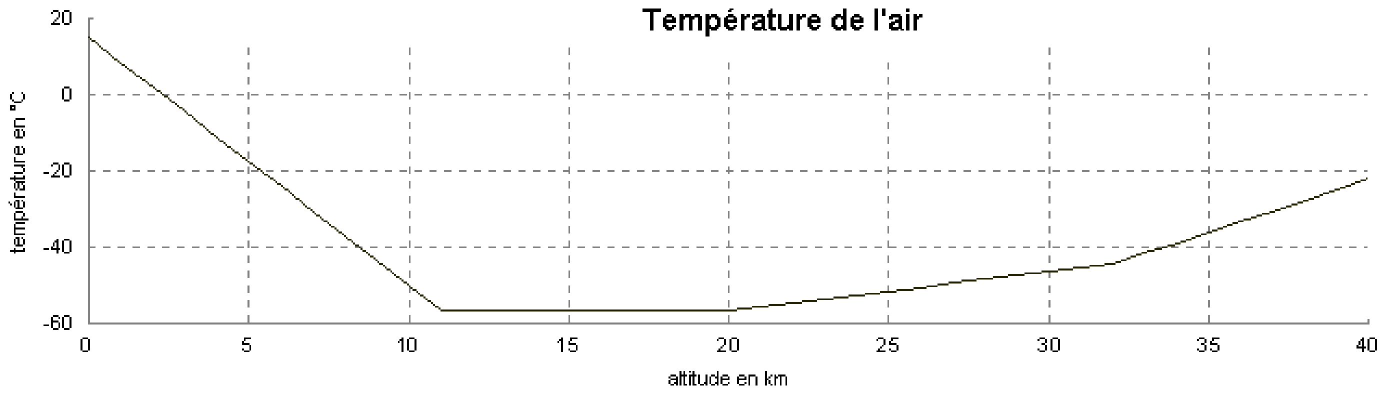
$$\vec{P} = m \times \vec{g}$$

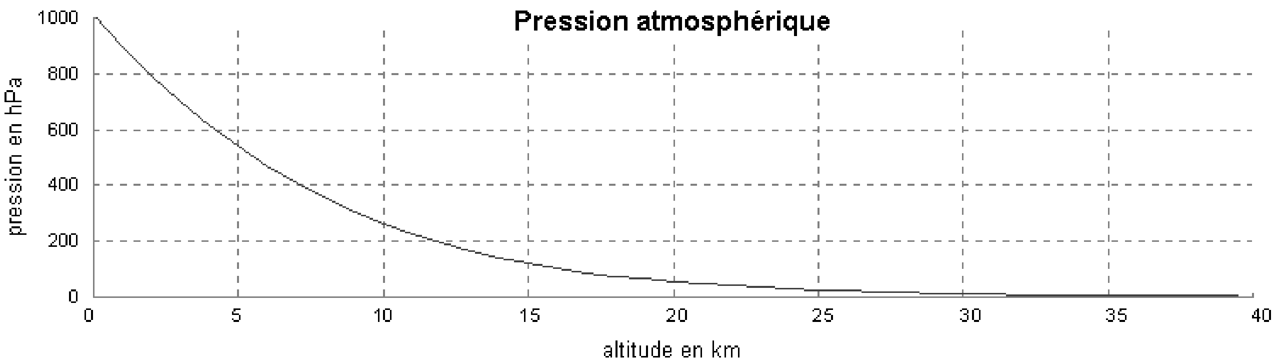
Le poids est en newton (N) , la masse est en kilogrammes (kg) et le champ de pesanteur est en N.kg$^{-1}$.
La valeur du champ de pesanteur dépend de l'altitude, elle varie selon le tableau fourni ci-contre.

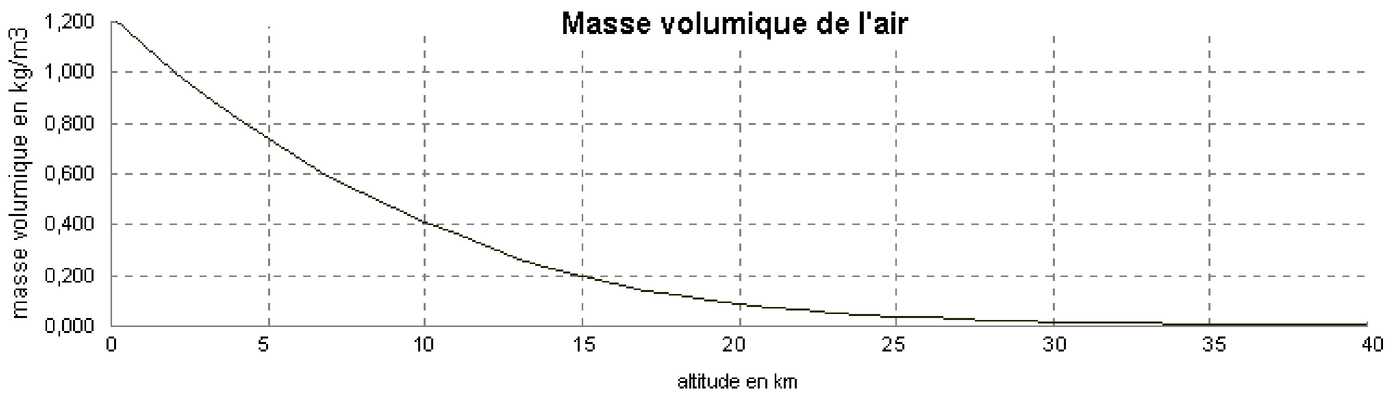
Lorsque la seule force qui s'exerce sur l'objet est le poids, alors il s'agit d'une chute libre.

| 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 |

**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 :

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

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 aeronef volant à des vitesses supersoniques.

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

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

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

## Document 5 : accélération, vitesse, position.

- Par rapport au centre du repère choisi, chaque point matériel occupe une position dans l'espace à un instant donné, notée M(t).

| Grandeur | Vecteur | Coordonnées | Valeur (norme) | Unité |
|---|---|---|---|---|
| • Le ***vecteur position*** décrit la position d'un point matériel. | $\overrightarrow{OM}(t)$ | $\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases}$ | $OM(t)$ | m |
| • Le ***vecteur vitesse*** est le ***vecteur dérivé par rapport au temps du vecteur position.*** | $\vec{v}(t)=\dfrac{d\overrightarrow{OM}(t)}{dt}$ | $\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t)=\dfrac{dx}{dt} \\ v_y(t)=\dfrac{dy}{dt} \\ v_z(t)=\dfrac{dz}{dt} \end{cases}$ | $v(t)$ | $m.s^{-1}$ |
| • Le ***vecteur accélération*** est le ***vecteur dérivé par rapport au temps du vecteur vitesse :*** | $\vec{a}(t)=\dfrac{d\vec{v}(t)}{dt}$ | $\vec{a}(t)\begin{cases} a_x(t)=\dfrac{dv_x(t)}{dt} \\ a_y(t)=\dfrac{dv_y(t)}{dt} \\ a_z(t)=\dfrac{dv_z(t)}{dt} \end{cases}$ | $a(t)$ | $m.s^{-2}$ |

## Document 6 : dérivée et primitive.

En physique, la dérivée par rapport au temps d'une fonction du temps f(t) se note $\frac{df(t)}{dt}$, ou simplement $\frac{df}{dt}$.

Le terme « $\frac{d}{dt}$ » signifie « la dérivée par rapport au temps », similaire au symbole « ' » en mathématiques.
Par exemple, si l'on considère le mouvement rectiligne uniforme d'une voiture qui s'éloigne du centre du repère, alors l'abscisse x de son centre d'inertie s'écrit : $x(t)=v.t+x_0$, avec v la vitesse de la voiture et $x_0$ l'abscisse initiale de la voiture.

La dérivée de l'abscisse par rapport au temps s'écrit $\frac{dx(t)}{dt}$ et vaut par conséquent v, puisque x(t) est une fonction affine du temps.
Inversement, imaginons une situation où on connaît la valeur v de la vitesse, qui est constante. Alors, l'évolution de l'abscisse au cours du temps va se déterminer en cherchant la fonction x(t) qui, une fois dérivée, donnera v. Comme on sait que la dérivée d'une fonction affine est une constante, on trouve que $x(t)=v.t+C$, où C est une constante.
Cette opération s'appelle une recherche de la primitive, et la fonction $x(t)=v.t+C$ est une primitive de la fonction v, qui ici est une fonction constante : c'est le cas le plus simple.
La constante C peut se déterminer par les conditions initiales : par exemple, si, à t=0, x(0) = 0, alors C = 0 et x(t) s'écrit : x(t) = v.t