

Situations autour de l'altitude :

1. Altitude et pression atmosphérique
2. Le baromètre à mercure
3. Altitude et température
4. Exploiter les données d'un ballon-sonde.

© IREM de Poitiers, Enseigner les mathématiques en seconde : trois parcours sur les fonctions, 2011

Altitude et pression atmosphérique

Les amateurs de montagne savent que l'air se raréfie quand l'altitude augmente. Cela entraîne une diminution de l'oxygène dans l'air. La raréfaction de l'oxygène est très dangereuse pour certaines personnes ayant des difficultés respiratoires.

On mesure la raréfaction de l'air par la pression ; par exemple, on regarde le poids d'une colonne d'air cylindrique d'un mètre de haut et de 1cm^2 de base.

L'unité la plus utilisée est l'hectopascal notée hPa (= 100 Pa).

Partie 1 : des relevés faits par une classe « verte » et trouvés sur Internet¹ :

Altitude (km)	1,5	1,850	2,1	2,3	2,42	2,55	2,8	2,9
Pression (hpa)	850	810	780	762	752	740	716	707

Voici une règle utilisée par les alpinistes : « la pression diminue de 1 hPa quand on s'élève de 10m ».

Cette règle vous paraît-elle correcte au vu des données du tableau ? Justifier.

Partie 2 : cette règle s'applique-t-elle aux himalayistes ?

(source: CNES) : voici un tableau de valeurs donnant la pression en fonction de l'altitude pour des altitudes allant de 0 à 40 km.

Ces relevés ont pu être faits à l'aide de ballons-sondes.

Juger alors si la règle de la partie 1 est applicable pour les ascensions de l'Himalaya.



Altitude (km)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	35	40
Pression (hPa)	1010	896	792	699	614	538	470	409	355	306	264	194	121	55	26	12	6	3

Partie 3 :

Le physicien français Jacques Babinet (1794-1872, né à Lusignan, dans la Vienne) a proposé une formule pour évaluer la pression en fonction de l'altitude : $P = 1000 \times \frac{16,96 - a}{16,96 + a}$

Juger si cette formule est valable, et préciser pour quelles altitudes.

Quels sont les intérêts de la formule ?

¹ <http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/archives/documents/college/Pression/fichelv.htm?>

Cette fonction $P : a \mapsto \frac{16,96 - a}{16,96 + a}$ modélisant la pression en fonction de l'altitude doit être décroissante pour les altitudes positives. Peut-on prévoir une telle variation par le calcul ?

On propose pour cela d'étudier et compléter la démarche que voici :

➤ Démontrons que la fonction définie sur \mathbb{R}_+^* par $f(x) = \frac{1}{x}$ est décroissante sur $]0 ; +\infty[$.

Voici une solution. Vérifier chaque étape (calcul ou raisonnement) :

Étape 1 : Soient deux réels $x > 0$ et $x' > 0$ avec $x < x'$. La différence $\frac{1}{x} - \frac{1}{x'}$ vaut $\frac{x' - x}{x x'}$.

Étape 2 : D'après l'hypothèse selon laquelle $x < x'$, le signe de $x' - x$ est positif.

Comme le produit $x x'$ est positif également, le quotient $\frac{x' - x}{x x'}$ est positif.

Étape 3 : On a démontré que pour tous $x > 0$ et $x' > 0$ tels que $x < x'$, on avait $\frac{1}{x} > \frac{1}{x'}$.

Donc f est décroissante sur $]0 ; +\infty[$.

➤ Transformer P en démontrant que pour tout nombre $a > 0$, on a $P(a) = \frac{33,92}{16,96 + a} - 1$.

➤ En décomposant la fonction P en plusieurs fonctions et en utilisant la question 1, expliquer pourquoi P est décroissante sur $]0 ; +\infty[$.

© IREM de Poitiers, Enseigner les mathématiques en seconde : trois parcours sur les fonctions, 2011

Le baromètre à mercure

Blaise Pascal a mis en évidence en 1643 la variation de la pression en fonction de l'altitude. Il a reproduit pour cela l'expérience que Torricelli, disciple de Galilée, avait déjà réalisée pour mettre en évidence l'existence de la pression atmosphérique.

Cette expérience consiste à retourner une éprouvette de mercure dans un bac rempli de mercure ; le mercure ne se vide pas totalement dans le bac mais reste à une hauteur qui varie selon l'altitude...

On a la correspondance suivante :

Hg (mm)	720,0	724,0	727,5	731,0	735,0	739,0	742,5	746,0	750,0	754,0	757,5	761,0	765,0	769,0	772,5	776,0	780,0
Pression (hPa)	960,0	729,0	732,5	736,0	740,0	744,0	747,5	751,0	755,0	759,0	762,5	766,0	770,0	774,0	777,5	781,0	785,0

On cherche à formuler une loi qui exprime la hauteur de mercure en fonction de la pression. Justifier pourquoi on peut choisir une fonction linéaire, et préciser laquelle.

© IREM de Poitiers, Enseigner les mathématiques en seconde : trois parcours sur les fonctions, 2011

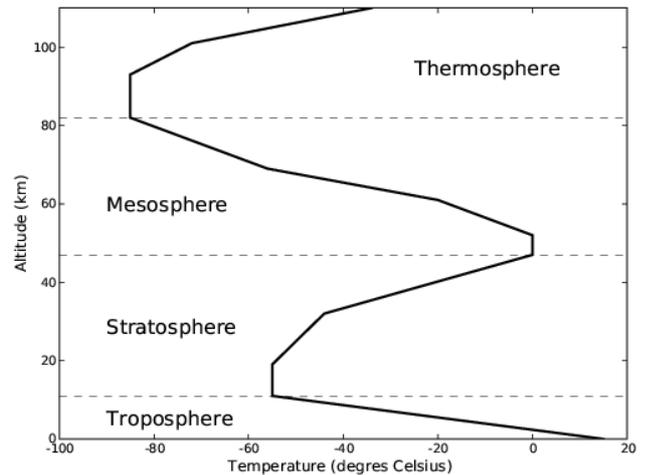
Altitude et Température

Le graphique ci-contre donne un lien entre l'altitude et la température moyenne d'un lieu.

Peut-on dire que l'altitude est fonction de la température ?

Peut-on dire que la température est fonction de l'altitude ?

Expliquer.



© IREM de Poitiers, Enseigner les mathématiques en seconde : trois parcours sur les fonctions, 2011

Exploiter les données d'un ballon-sonde

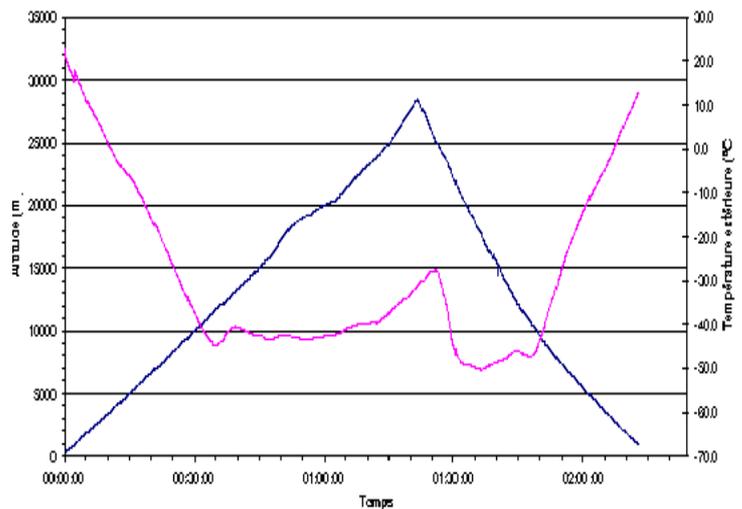
Voici un graphique représentant les mesures de l'altitude et de la température de l'air au cours de l'ascension et de la descente d'un ballon sonde.

Arrivé à une certaine altitude, le ballon sonde éclate.

Alors, il chute, mais les données scientifiques (température, altitude, ...) sont toujours enregistrées et transmises à un ordinateur qui donne ces courbes.

Rechercher à l'aide de ces courbes :

- le temps au bout duquel le ballon éclate
- l'altitude maximale qu'il atteint
- la durée de la descente
- si le ballon descend plus vite qu'il ne monte
- la température maximale entre 30 min et 1h30min de vol
- la manière dont varie la température en fonction de la durée de vol.
- Peut-on savoir à quelle altitude la température est la plus froide ?
- Tracer, sur un nouveau graphique, la courbe qui représente la température en fonction de l'altitude. Que permet-elle de déduire sur les variations de la température de l'atmosphère en fonction de l'altitude ?



© IREM de Poitiers, Enseigner les mathématiques en seconde : trois parcours sur les fonctions, 2011