



# La pression et l'altitude

publié le 05/05/2021 - mis à jour le 08/05/2021

## Descriptif :

La pression et l'altitude sont deux quantités intimement liées. Il s'agit de faire modéliser cette situation aux élèves pour prévoir une "règle" pour les alpinistes.

## Sommaire :

- [Sommaire des TraAms "modéliser"](#)
- Description de la tâche de modélisation
- Démarche de l'enseignant
- Description du déroulement de la séance
- Les élèves et la modélisation
- Prolongement
- Documents de référence
- [Retour au Sommaire des TraAM "modéliser"](#)

## ● [Sommaire des TraAms "modéliser"](#)

## ● [Description de la tâche de modélisation](#)

### ○ [Problématique](#)

La pression et l'altitude sont deux quantités intimement liées. Il s'agit de faire modéliser cette situation aux élèves pour prévoir une "règle" pour les alpinistes.

### ○ [Niveau concerné](#)

Classe de Seconde

### ○ [Modèles mathématiques utilisés](#)

Fonctions affines

### ○ [Autres compétences mathématiques mises en jeu](#)

Chercher, Calculer, Représenter

### ○ [Compétences numériques](#)

Création de contenu

### ○ [Nombre d'heures envisagées](#)

Deux heures.

## ● [Démarche de l'enseignant](#)

**Former les élèves à la modélisation** n'est pas chose facile. Il s'agit de trouver des situations permettant l'émergence de modèles accessibles surtout pour des élèves de seconde. Cette activité propose donc une

approche facilitée vers un modèle abordable : les fonctions affines.

Pour de petites altitudes, la relation entre la pression et l'altitude **se modélise par une fonction affine**. Il s'agit donc à l'aide de relevés obtenus sur le terrain de leur demander de trouver une relation qui sera exploitée pour institutionnaliser les contenus du programme autour des fonctions affines.

Cette tâche à prise d'initiative s'inspire d'un travail réalisé par **l'IREM de Poitiers** qui introduit par ailleurs son intérêt par ces éléments :

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  $1\text{cm}^2$  de base. L'unité la plus utilisée est l'hectopascal notée hPa (= 100 Pa).

Source :

 [Situations autour de l'altitude](#) (PDF de 47.1 ko)

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

### ● Description du déroulement de la séance

Afin d'impliquer les élèves dans la tâche, je les ai d'abord fait réfléchir sur ce thème "pression et altitude" avec la consigne suivante :

*"Autour du thème "pression et altitude", préparer par groupe la présentation d'une question que vous vous posez avec des éléments de réponse **sous la forme d'un oral de 60 secondes** ."*

Les élèves ont donc proposé des problématiques dans ce thème et se sont répartis par groupe selon leur intérêt. Voici quelques exemples de problématique choisies :

- Pourquoi l'altitude et la pression jouent-elles sur nos capacités physiques et physiologiques ?
- Que se passe-t-il si l'on ne respecte pas les paliers de décompression en plongée ?
- Comment la combinaison des astronautes les aide à pallier le manque de pression dans l'espace ?

Ils se sont alors appliqués à préparer avec soin leur présentation. La particularité de cette expérimentation est sa mise en œuvre dans un contexte imposant un scénario hybride : **distanciel et présentiel**.

Mon collègue et moi avons donc réuni nos deux classes de seconde lors d'une visio pour ensuite les faire travailler dans des ateliers virtuels où ils se sont réunis pour faire leur présentation. Voici un extrait des consignes données lors de la visio introductive :



#### **Vidéo illustrant la présentation des consignes lors de la visio globale** (MPEG4 de 3.9 Mo)

Cette vidéo illustre comment les deux professeurs ont animé la visio globale pour lancer les ateliers virtuels de présentation des recherches réalisées.

Voici des exemples de présentation faites lors des ateliers virtuels :



#### **Présentation élève sur l'altitude** (MPEG4 de 6.2 Mo)

Présentation élève sur les effets de l'altitude pour les randonneurs



#### **Présentation élève sur la pression** (MPEG4 de 1.5 Mo)

Présentation élève sur les effets des variations de pression sur le corps humain

Voici des exemples de présentations réalisées par des groupes d'élèves :

 [Présentation élève sur la poussée d'Archimède](#) (PDF de 346.1 ko)

Présentation réalisée par un groupe d'élève pour présenter la problématique : Comment est-ce que la poussée d'Archimède exerce-t-elle une pression sur un corps ?

 [Recherche sur la pression sous l'eau](#) (PDF de 78.4 ko)

Support réalisé par les élèves pour mieux comprendre la problématique : Que se passe-t-il sur notre corps quand on va trop profond dans l'eau ?

Une fois le temps d'exposé terminé, soit une vingtaine de minutes plus tard, nous avons regroupé les élèves dans la visio globale pour les orienter sur la problématique choisie : **déterminer une relation entre les valeurs de la pression et les valeurs de l'altitude**. J'ai présenté cette situation avec des relevés en situation dont voici un extrait de la vidéo introductive :



**Vidéo introductive pression et altitude** (MPEG4 de 31 Mo)

Cette vidéo permet d'introduire des relevés de valeurs pour accompagner la recherche du lien entre l'altitude et la pression.

Cette vidéo permet par ailleurs d'obtenir trois relevés supplémentaires à ceux obtenus par l'IREM de Poitiers.

Ces ateliers ont aussi permis de commencer la réflexion autour de l'étude 1 c'est à dire la mise en évidence d'une relation entre l'altitude et la pression.

Voici quelques productions réalisées pour atteindre cette relation :

 [Production élève autour de la recherche de la relation](#) (PDF de 50.9 ko)

Production d'un élève sur tableur pour obtenir une relation entre l'altitude et la pression

 [Production élève autour de la recherche de la relation](#) (PDF de 313.1 ko)

Présentation des recherches d'un élève autour des questions posées dans l'étude 1

**De retour en présentiel**, après un rapide retour sur les présentations des élèves, j'ai fait émerger par les élèves principalement deux relations :

- lorsque l'on monte de 10 m, on perd 1 hpa.
- lorsque l'on monte de 100 m, on perd 9 hpa.

Nous avons ensuite repris la production GeoGebra pour constater que les points sont alignés.

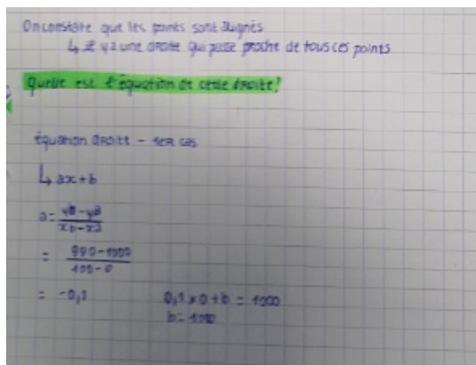
Voici la production réalisée avec GeoGebra pour effectuer la constatation :



**Fichier GeoGebra pour observer les modélisations** (Fichier GeoGebra de 12.4 ko)

Document GeoGebra qui représente graphiquement les relevés. Il permet de faire constater aux élèves l'alignement des points et donc de se diriger vers une fonction affine.

**Une droite peut donc modéliser la situation**. Observant cette représentation, les élèves ont pu déterminer l'équation des droites qui s'appuyaient sur les deux relations. Il manquait seulement un point de départ, nous avons donc choisi (0 ;1000) qui traduit le fait qu'à l'altitude 0, la pression est proche de 1000 hpa suite aux différentes recherches des élèves. Voici quelques productions d'élèves illustrant les calculs :



Production réalisée par un élève pour déterminer la fonction affine traduisant l'une des règles trouvée.

2<sup>ème</sup> cas :  $a = \frac{-9}{100} = -0,09$

$$f(x) = y = -0,09x + 1000$$

On constate que les deux droites passent par les coordonnées  $(0; 1000)$  ce qui justifie le fait que à l'altitude 0 la pression est de 1000.

$$-0,09 \times 900 + 1000 = 919$$

Production réalisée par un élève pour déterminer la fonction affine traduisant l'une des règles trouvée.

J'ai donc enrichi le document précédent des deux fonctions obtenues.

Avec l'appui de ce fichier, j'ai pu mettre en évidence une troisième fonction  $f$  telle que  $f(0) = 100$  et dont le coefficient directeur varie à l'aide d'un curseur. Cela m'a permis d'introduire **les variations des fonctions affines**.

Dans un deuxième temps, nous avons réfléchi collectivement à la **validité du modèle**. Pour de hautes altitudes, ce modèle ne peut fonctionner. Si l'on prend cette fonction affine  $f(x) = -0,1x + 1000$ , on constate qu'à partir de 10 km, l'altitude est nulle. Cela signifie même qu'au-delà la pression devient négative. Ce modèle ne peut donc s'utiliser pour les alpinistes. Cette réflexion m'a permis d'aboutir au **signe d'une fonction affine**.

### ● Les élèves et la modélisation

La vidéo introductive me mettant en scène a contribué à l'implication des élèves. Des vidéos déclenchantes permettent d'engager les élèves dans la tâche mais le fait de voir leur enseignant en action a souvent plus d'**impact sur la motivation**.

La recherche établie lors des ateliers virtuels a été essentielle. Elle a permis aux élèves de s'appropriier la problématique mais aussi de **construire des groupes de besoins**. Elle s'est déroulée à distance mais il convient de rappeler que si cette enquête se déroule en classe, elle peut être **chronophage**. En effet, il convient de recentrer les élèves sur l'étude mathématique de cette situation et le fait de faire de la recherche peut largement rogner sur la séance.

Les élèves n'ont pas toujours le réflexe de représenter les points sur **un tableur ou sur GeoGebra**. L'utilisation des logiciels reste importante en particulier pour arriver à faire émerger les notions de signe et de variation d'une fonction affine.

On distingue bien ici deux temps :

- **former à la modélisation** : il s'agit de faire émerger auprès des élèves une démarche. Dans ce cas, représenter les points, observer l'alignement des points, trouver une relation, faire des prévisions et questionner le modèle.
- **former par la modélisation** : cette modélisation permet de comprendre les fonctions affines, le signe et les variations.

Pour les élèves, ce type de tâche est fondamental pour mieux comprendre **l'intérêt et le sens des Mathématiques**. Ils comprennent l'importance des modèles étudiés en seconde. Cela permet d'explorer leur utilité et de sortir du caractère souvent calculatoire des Mathématiques parfois nécessaire au collège.

**L'observation des limites du modèle** est encore plus significatif pour eux : ils se représentent la frontière entre le monde réel et le monde mathématique.

### ● Prolongement

La manière de modéliser dans cette tâche est à retravailler avec les élèves. Comme pour des exercices plus techniques, il est nécessaire que les élèves s'entraînent sur d'autres situations pour **mieux appréhender comment**

## modéliser.

Dans ce thème, il est par exemple possible de recommencer avec la longueur d'un ressort en fonction de la masse comme décrit dans cette [activité de l'IREM d'Aix-Marseille](#) ou encore leur faire étudier la relation entre les Celsius et les Fahrenheit.

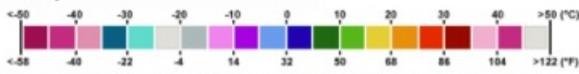
L'échelle Kelvin utilisée par les chimistes et physiciens.  
L'échelle Celsius universellement utilisée sauf chez les anglo-saxons (Angleterre, USA).  
L'échelle Fahrenheit utilisée chez les anglo-saxons.

Echelle Celsius créée par Anders Celsius (1701-1744) : Echelle Fahrenheit créée par Gabriel Fahrenheit (1686-1736):

0°C	Température de la glace fondante	0°F	Température du mélange réfrigérant composé de neige et de chlorure d'ammonium
100°C	Température de l'eau bouillante	100°F	Température du corps humain mesurée par Fahrenheit sur lui-même

1. Voici un bandeau qui se trouve au-dessus des cartes météo sur internet (comme <http://uk.weather.com>)

a) La conversion des degrés Celsius vers les degrés Fahrenheit se fait par une fonction affine. A l'aide des données du bandeau, exprimer cette fonction à l'aide d'une formule.



b) En déduire une formule permettant la conversion des degrés Fahrenheit vers les degrés Celsius.  
Est-ce aussi la formule d'une fonction affine ?

Exercice sur la relation entre les degrés Celsius et Fahrenheit qui peut illustrer le type de tâche de modélisation.

## ● Documents de référence

 [Document élève modéliser pression et altitude](#) (PDF de 124.3 ko)  
Document élève sur la modélisation du lien entre l'altitude et la pression

 [Document professeur.e modéliser pression et altitude](#) (PDF de 186.6 ko)  
Document professeur.e sur la modélisation du lien entre l'altitude et la pression

## ● [Retour au Sommaire des TraAM "modéliser"](#)



Académie  
de Poitiers

Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.

Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.