



ESTIMER UNE PENTE

Michèle Gandit
Groupe MPS, IREM de Grenoble

Ce document est à mettre en relation avec le thème des *Avalanches* proposé dans le diaporama en annexe. Il est destiné aux professeur(e)s. Il contient des propositions pour la classe, à développer en particulier (mais pas seulement) dans le cadre de l'option Méthodes et Pratiques Scientifiques de la classe de seconde. Avant d'aborder ce thème de l'estimation d'une pente, il nous semble important de mener avec les élèves une réflexion sur le thème des avalanches, de la pratique du ski, de la sécurité en montagne, de la recherche de victimes avec un Détecteur de Victime en Avalanche... (voir le diaporama), à défaut de laquelle les élèves pourraient ne pas comprendre les raisons des questions qui sont traitées dans ce document. Enfin il nous semble important de disposer d'un peu de matériel que les élèves puissent manipuler, ces manipulations amenant justement les questions.

I. LA MESURE DE PENTE SUR LE TERRAIN

Nous considérons la situation du skieur en montagne, qui cherche à estimer la déclivité. Afin de mettre au point sa méthode de réduction du risque d'avalanche, Werner Munter¹ a identifié, par analyse de centaines d'accidents (Moret, 2009), des conditions que le skieur doit éviter absolument s'il cherche à réduire son exposition au danger d'avalanche. Parmi ces conditions figure le fait que la pente neigeuse mesure plus de 30°. Ainsi, par risque fort, il est conseillé d'éviter absolument les pentes de 30° ou plus.



Figure 1 – Le skieur peut-il traverser cette pente neigeuse ? Comment estimer son inclinaison ?

Le skieur possède seulement son équipement de ski, comportant pelle, sonde et DVA², mais aucun autre instrument permettant la mesure d'une pente³.

Comment peut-il s'y prendre ?

Nous proposons deux méthodes utilisant seulement les bâtons de ski. En situation de classe, il est conseillé de proposer aux élèves un dispositif permettant de modéliser (matériellement) une pente neigeuse, par exemple une planche en bois (dont on peut bloquer

¹ Werner Munter, né en Suisse, est à la fois guide de haute montagne et nivologue. Il a mis au point, vers 1997, une méthode permettant de calculer le risque d'être pris dans une avalanche : le skieur, après évaluation de ce risque, peut alors « renoncer ».

² Détecteur de Victime en Avalanche.

³ Certaines boussoles, par exemple, sont équipées d'un clinomètre. De même, certains systèmes GPS permettent la mesure de la pente du terrain.

l'inclinaison dans diverses positions), ainsi que deux bâtons de même longueur représentant les bâtons de ski. Une fois les élèves mis dans le contexte de la mesure d'une pente, il est cependant essentiel de les laisser réfléchir d'abord, sans leur montrer ce matériel.

1. La méthode dite « du pendule »

Pour mesurer l'angle de la pente, on pourrait avoir envie de repérer « l'horizontale », mais comment ? Par contre, il est plus facile de repérer « la verticale ». Cette méthode, dite « du pendule » est fondée sur l'idée qu'en tout point sur la Terre, on peut repérer facilement ce qu'on appelle la « verticale » en ce point : il suffit de « laisser tomber » un objet. L'objet que nous allons utiliser ici est un des bâtons de ski.

Considérons que le skieur se trouve au pied ou dans une pente dont il cherche à évaluer l'inclinaison. Il veut savoir de combien l'angle d'inclinaison de la pente (angle avec l'horizontale) est supérieur ou inférieur à 30° . On peut proposer aux élèves un document (avec ou sans photographies ou schémas) décrivant cette méthode et leur demander de l'expliquer et de la justifier :

- Placer un bâton sur le sol dans le sens de la pente en marquant son empreinte dans la neige. Pour plus de commodité dans la réalisation du pendule, la rondelle se situe en haut et la poignée en bas [...].
- Redresser ce premier bâton en le faisant pivoter au niveau du haut de l'empreinte [...].
- Avec le deuxième bâton, effectuer un mouvement de pendule pour le placer à la verticale (comme un fil à plomb) [...].
- Si la pointe du deuxième bâton atteint l'extrémité basse de l'empreinte, la pente est de 30° (triangle équilatéral).
- Si la pointe du deuxième bâton dépasse l'empreinte de 10 cm, il faut ajouter 3° à la pente. Si la pointe dépasse de 20 cm, il faut ajouter 6° et ainsi de suite [...].
- A l'inverse, si la pointe du deuxième bâton se situe 10 cm en amont de l'extrémité de l'empreinte, il faut retrancher 3° à la pente. Dans ce cas, celle-ci ne fait plus que 27° .

La méthode, telle qu'elle est décrite, affirme ainsi que l'écart à 30° (par rapport à une pente de 30°) varie linéairement en fonction de l'écart entre les marques des deux bâtons dans la pente neigeuse (figure 3), la première marque étant celle de la pointe du bâton-pendule⁴, la seconde celle du haut de la poignée du bâton-pente (le premier bâton posé dans le sens de la pente).

On peut se questionner sur cette proportionnalité et se demander pourquoi la longueur des bâtons n'intervient pas dans cette méthode de calcul de la déclivité.

⁴ On peut aussi considérer que la marque prise en compte est celle de la rondelle. Dans ce cas, pour l'autre bâton, le bâton-pendule, il faudra l'abaisser dans la pente jusqu'à la rondelle. La longueur de bâton prise en compte sera alors celle de la rondelle au haut de la poignée.

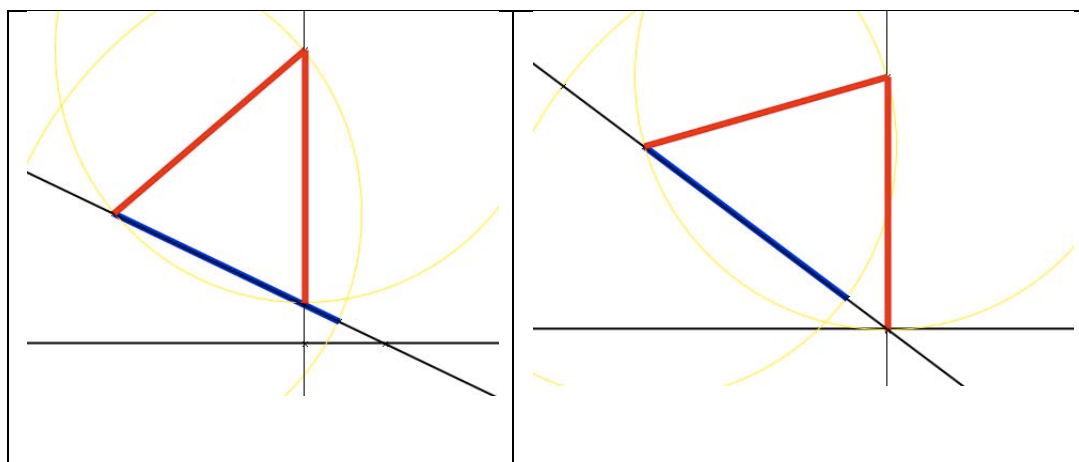


Figure 2 – Le trait bleu représente le bâton-pente, et aussi ce que la méthode décrite ci-dessus nomme l’empreinte, le trait rouge « vertical » représente le bâton-pendule, l’autre trait rouge représente le bâton-pente une fois qu’il a pivoté autour de sa pointe.

Revenons sur les deux cas de la figure 2 : dans le cas représenté à gauche, la pointe du bâton-pendule se situe en amont de l’extrémité basse de l’empreinte, donc l’angle d’inclinaison de la pente est inférieur à 30° ; par contre, à droite, la pointe du bâton-pendule dépasse l’empreinte, donc l’angle d’inclinaison de la pente est supérieur à 30° .

Les trois segments, matérialisés par des traits en gras sur la figure 2, ont la même longueur, qui est celle des bâtons du skieur.

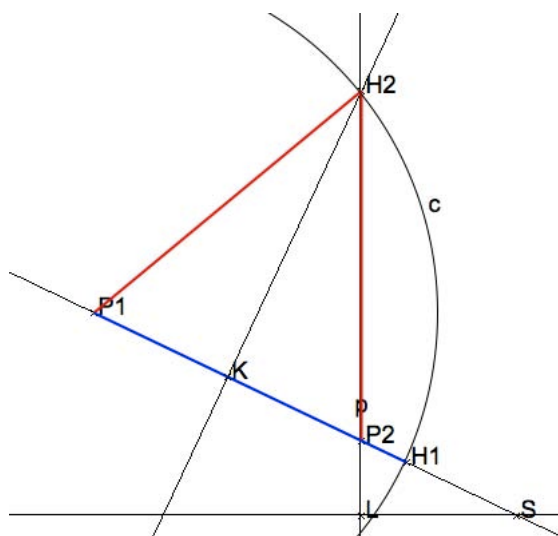


Figure 3 – La figure dans le cas où la pointe du deuxième bâton (P_2) se situe en amont de l’extrémité basse de l’empreinte (H_1) : le triangle $P_1H_2P_2$ est isocèle, de sommet principal H_2 ; (H_2K) est la médiatrice de $[P_1P_2]$; P_1H_1 est égale à la longueur commune des deux côtés égaux du triangle $P_1H_2P_2$; (H_2P_2) est perpendiculaire à « l’horizontale » (SL).

Traitons le cas où la pointe du deuxième bâton (P_2) se situe en amont de l’extrémité basse de l’empreinte (H_1) (voir figure 4). L’angle d’inclinaison de la pente, désigné par α , est égal à l’angle géométrique KH_2P_2 (angles à côtés perpendiculaires), ceci est d’ailleurs valable dans tous les cas.

On cherche à exprimer α en fonction de P_2H_1 , qu’on désigne par x ($x \geq 0$) (il s’agit de ce que nous avons désigné plus haut par *écart entre les deux marques de bâtons dans la pente neigeuse*).

La longueur des bâtons intervient, on la désigne par l .

On a : $2 KP_2 + x = l$ et $\sin(\alpha) = \frac{KP_2}{l}$ (On peut aussi utiliser le cosinus de l'angle géométrique KP_2H_2).

Ainsi $x = l(1 - 2\sin(\alpha))$. D'où la condition nécessaire que α est compris entre 0° (exclu, car le bâton-pendule est « confondu » avec l'autre bâton, ils sont tous les deux à la verticale) et 30° (valeur pour laquelle on retrouve que $x = 0$, la pointe du bâton-pendule est confondue avec l'empreinte basse dans la pente, le triangle $P_1H_2P_2$ étant équilatéral).

On a alors, pour la mesure de l'angle en radians, $\alpha = \arcsin\left(\left(\frac{1}{2}\right)\left(1 - \frac{x}{l}\right)\right)$ ou, en degrés, $\alpha_d = \frac{180}{\pi} \alpha$.

On trouve bien que la valeur de l'angle dépend de la longueur des bâtons. La méthode décrite plus haut correspond en fait à des bâtons de longueur 1,20 m, mais on se rend compte que, même si les bâtons mesurent un peu plus ou un peu moins de 1,20 m, l'accroissement de x de 10 cm correspond toujours à peu près à une diminution de l'angle de 3° , au moins pour les valeurs de x pas trop grandes (figure 4). On peut facilement le vérifier, à l'aide d'un logiciel, en introduisant un curseur qui permette de faire varier le paramètre *longueur de bâton*.

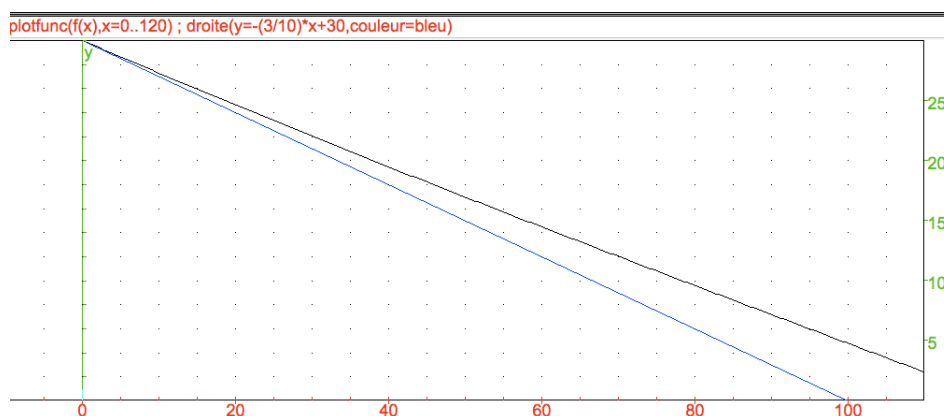


Figure 4 – La courbe en noir représente la fonction qui à tout écart x strictement compris entre 0 et 120 associe l'angle en degrés de la pente, pour une longueur de bâton de 1,20 m ; la droite en bleu représente la fonction affine qui à chaque écart x associe la pente en degrés telle qu'elle est donnée dans la méthode au départ. Le logiciel utilisé est *xcas*.

Il ne s'agit pas d'amener les élèves à cette expression de α en fonction de x , mais ils peuvent, à partir de $x = l(1 - 2\sin(\alpha))$, se donner différentes valeurs de x et calculer les valeurs correspondantes de α , voire construire la courbe point par point. La figure 5 donne ce qu'on obtient pour une longueur de bâton de 1,20 m, avec le logiciel *xcas*. Il est intéressant de faire varier la longueur de bâton (contenu de la cellule A0) et de voir les modifications apportées au calcul de l'angle de la pente.

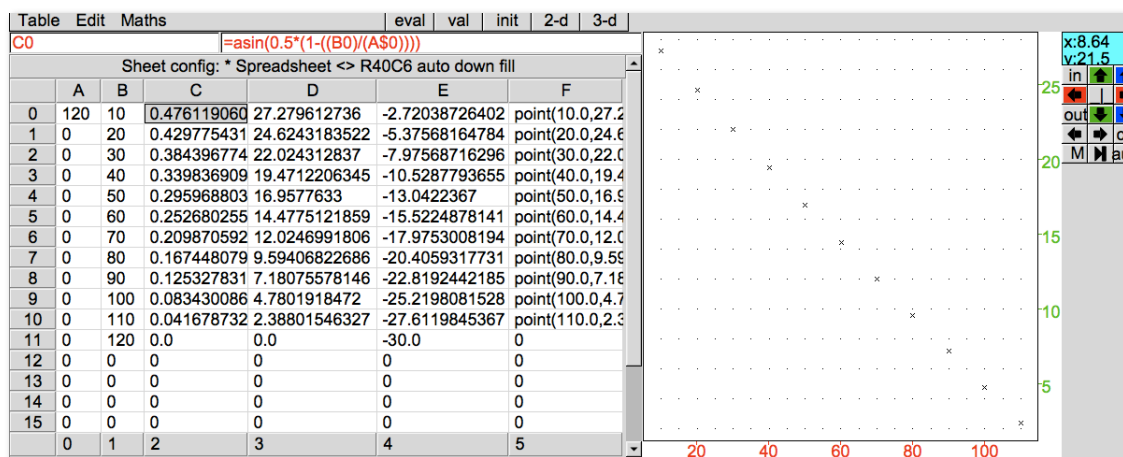


Figure 5 – La cellule A0 contient la longueur de bâton en centimètres ; la colonne B contient différentes valeurs de x (écart lu dans la neige), la colonne C les valeurs des angles, en radians, correspondant aux valeurs des écarts x ; la colonne D les valeurs des angles en degrés, la colonne E les écarts de celles-ci par rapport à 30° et la colonne F les instructions permettant de placer les points sur le graphique.

Il reste à traiter le cas où la pointe du deuxième bâton (P_2) se situe en aval de l'extrémité basse de l'empreinte (H_1) (voir cas de droite de la figure 3). La démarche est la même. Avec les mêmes notations que ci-dessus (voir figure 6), la fonction qui donne la valeur de l'angle de la pente en degrés pour tout dépassement x de l'empreinte est celle qui à tout nombre réel x , compris entre 0 et l , associe $\frac{180}{\pi} \arcsin\left(\left(\frac{1}{2}\right)\left(1 + \frac{x}{l}\right)\right)$.

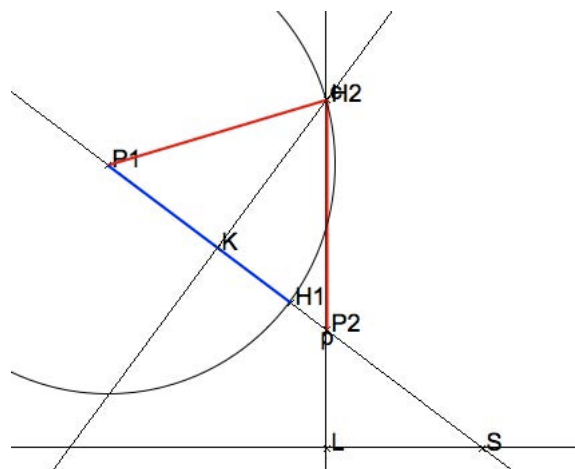


Figure 6 - La figure dans le cas où la pointe du deuxième bâton (P_2) se situe en aval de l'extrémité basse de l'empreinte (H_1) : le triangle $P_1H_2P_2$ est isocèle, de sommet principal H_2 ; (H_2K) est la médiatrice de $[P_1P_2]$; P_1H_1 est égale à la longueur commune des deux côtés égaux du triangle $P_1H_2P_2$; (H_2P_2) est perpendiculaire à « l'horizontale » (SL). On désigne par α l'angle de la pente et par x la longueur H_1P_2 .

Rien que la construction de la figure (avec ou sans logiciel de géométrie) est une activité intéressante à proposer aux élèves.

2. La méthode dite « du bâton gradué »

Comme son nom l'indique, cette méthode nécessite une préparation matérielle préalable (avant la randonnée à ski, bien sûr). Un des bâtons porte des marques de graduation, nous allons voir comment il est gradué. Il est planté dans la neige « à la verticale ». La méthode repose sur l'idée de la « fabrication » d'un triangle rectangle, dont l'un des côtés de l'angle

droit est porté par le bâton gradué, le second côté de l'angle droit est constitué du second bâton, dont une extrémité est dans la pente neigeuse, l'hypoténuse étant le segment dont les extrémités sont les marques des bâtons dans la neige. Matériellement, l'angle droit peut être réalisé à l'aide d'une carte, par exemple.

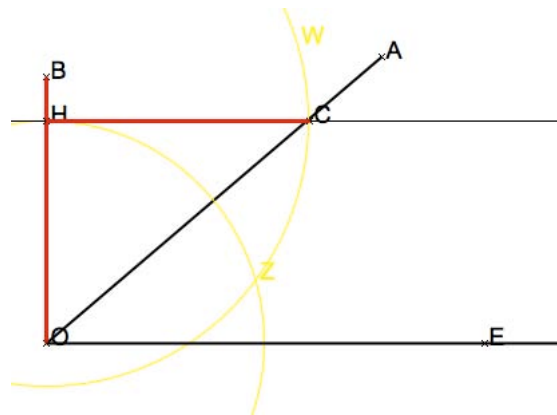


Figure 7 – Le segment [BO] représente le bâton gradué, « à la verticale », le segment [HC] représente le deuxième bâton qui réalise la marque C dans la pente neigeuse et réalise, au point H, un angle droit avec le bâton gradué. On a $OB = HC = l$, la longueur de bâton. L'angle dont on cherche à estimer une mesure est l'angle géométrique EOA.

En désignant toujours par α la mesure en radian de l'angle cherché, on a $\tan(\alpha) = \frac{HO}{HC}$, donc $HO = l \tan(\alpha)$. On peut ainsi déterminer comment graduer (avec de la bande adhésive) son bâton pour pouvoir mesurer la déclivité (figure 8).

	A	B	C	D
0	18	0.324919696233	120	81.0096364521
1	21	0.383864035035	0	73.9363157958
2	24	0.445228685309	0	66.572557763
3	27	0.509525449494	0	58.8569460607
4	30	0.57735026919	0	50.7179676973
5	33	0.649407593197	0	42.0710888163
6	36	0.726542528005	0	32.8148966394
7	39	0.809784033195	0	22.8259160166
8	42	0.900404044298	0	11.9515146843
9	45	1.0	0	0.0

Figure 8 – La colonne A contient différentes valeurs de l'angle, en degrés, la colonne B donne des valeurs approchées de la tangente de ces angles, la cellule C0 contient une longueur de bâton et la colonne D donne la place de la graduation à partir du haut de la poignée : on voit ainsi que pour à peu près une demi-longueur de bâton (D3), on a une pente à 27° et que pour à peu près un quart de longueur (en partant du haut), on a une pente à 36° .

Nous venons de voir deux méthodes de mesure de la pente, applicables sur le terrain. Mais avant de faire une randonnée à ski, il est indispensable de préparer sa course, avec topo-guides, cartes..., et peut-être des réglettes comme nous allons le voir dans la suite. Cette préparation passe nécessairement par le repérage des parties les plus raides des pentes neigeuses. Les descriptifs de randonnée renseignent souvent sur la longueur et l'inclinaison des parties raides des courses, mais ne donnent pas toujours les estimations des pentes qui dominent l'itinéraire.

II. MESURER L'INCLINAISON D'UNE PENTE SUR UNE CARTE

Comment, à partir d'une carte, propre à la randonnée, estimer la déclivité des pentes neigeuses qui dominent l'itinéraire qu'on a choisi ?

On peut faire deux types de mesure, d'une part, celles qui conduisent à l'évaluation de la pente moyenne sur une certaine distance, d'autre part, celles qui permettent l'évaluation du passage le plus raide.

Le magazine *Montagne magazine, Hors série Neige et Avalanches, n°349, hiver 2009*, propose une fiche pratique pour mesurer cette inclinaison, qui comporte deux réglottes (figure 9).

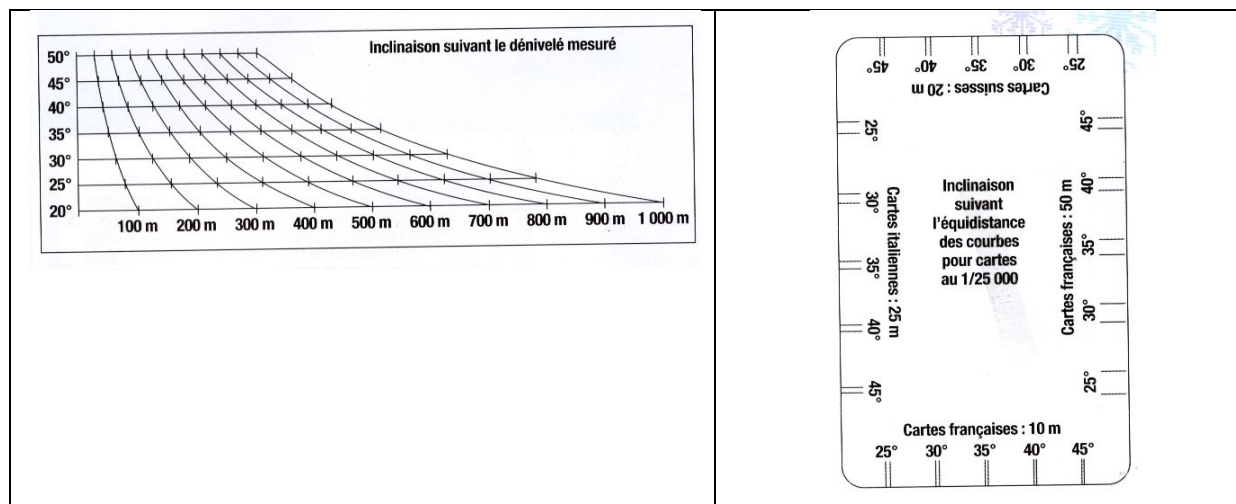


Figure 9 – Réglotte et abaque, en format réduit, permettant de mesurer des pentes à partir de cartes

Comment sont fabriqués ces outils ?

1. Evaluation, sur une carte, du passage le plus raide

On dispose d'une carte à l'échelle 1 / 25 000. Il s'agit d'abord de repérer, sur la légende de la carte, l'équidistance des courbes de niveau, soit la différence d'altitude qu'on peut associer à deux courbes de niveaux équidistantes. Considérons qu'elle est égale à 10 mètres.

On repère alors sur l'ensemble de la pente – celle qui est située au dessus de l'itinéraire ou bien celle qu'on doit traverser – l'espace où la distance entre deux lignes de niveau consécutive est la plus petite. Cette distance est évidemment mesurée perpendiculairement aux lignes de niveaux.

Etant donnée l'échelle de la carte, si cette distance est égale à 1 mm, cela signifie que les deux points considérés sur chacune des deux lignes de niveau consécutives – ces deux points sont désignés par *A* et *B* sur la figure 11 – sont distants de 25 m.

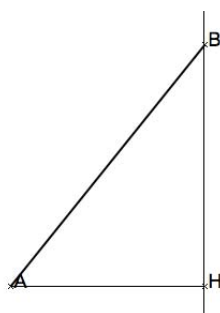


Figure 10 – Deux points, correspondant aux points *A* et *B* sur le terrain, sont repérés chacun sur deux lignes de niveau consécutives et sont distants, sur la carte, de 1 mm ; la distance sur le terrain entre les points *A* et *B* est alors égale à 25 m, soit l'hypoténuse du triangle rectangle *ABH* ci-dessus ; l'équidistance des lignes de niveau correspondant à une différence d'altitude de 10 m, on a $BH = 10$ m.

L'angle α qu'on veut évaluer est l'angle BAH (figure 11). On a ainsi $\sin(\alpha) = \frac{10}{25}$, d'où une pente approximativement égale à 24° . Il est conseillé de considérer une approximation de la pente à un degré près par excès pour prendre la décision concernant l'itinéraire.

2. Evaluation sur une carte de l'inclinaison moyenne d'une pente

Les conditions matérielles sont identiques à celles du paragraphe précédent : on dispose d'une carte à l'échelle 1 / 25 000, sur laquelle les courbes de niveau sont équidistantes de 10 mètres.

Plaçons-nous dans le cas où l'on cherche l'inclinaison moyenne d'une pente sur une distance. On repère sur la carte un point H (le point le plus haut) et un point B (le point le plus bas). On mesure, avec une règle graduée, $HB=d_C$, par exemple, 2,3 cm. D'après l'échelle de la carte, on obtient la distance sur le terrain d_T , égale, dans l'exemple, à 575 m. On mesure le dénivelé a_T entre les points H et B , en comptant le nombre de lignes de niveaux qui séparent les deux points. Dans notre exemple, on obtient 15 lignes de niveau, soit 150 m. On en conclut que l'angle α (en radians) qu'on veut évaluer vérifie : $\tan(\alpha) = a_T/d_T$, soit 150 / 575 dans notre exemple. La formule qui donne α , en degrés, est : $\arctan(a_T/d_T) * 180 / \pi$; ce qui nous donne, dans notre exemple, un angle α environ égal à 15 degrés.

En prolongement, on peut envisager d'expliquer l'obtention de l'abaque de la figure 11. Il est constitué de lignes de niveaux de la fonction des deux variables α et d_C , $a_T = f(\alpha, d_C) = \tan(\alpha) \times d_C \times 250$ (ce qui est égal à $\tan(\alpha) \times d_T$). Les lignes tracées correspondent aux lignes de niveaux $a_T = 100$ m, 200 m, etc.

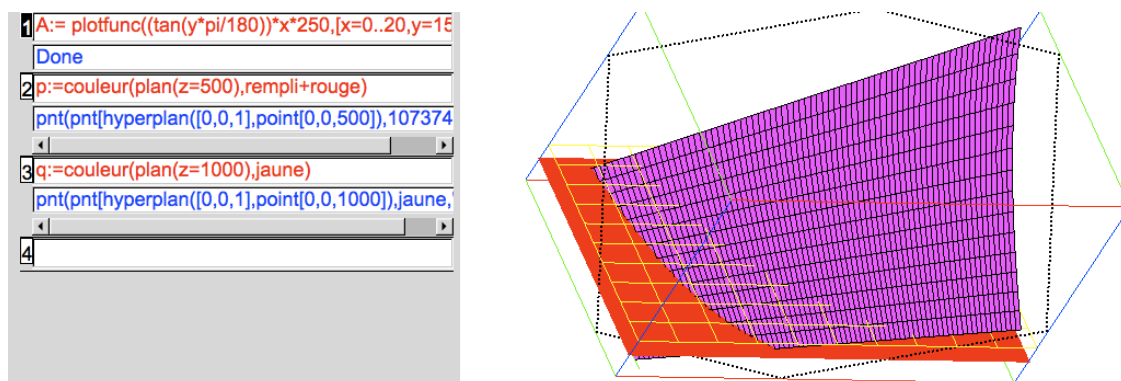


Figure 11 – Représentation grâce au logiciel xcas de la fonction a_T (en violet) et de deux lignes de niveaux (500 m et 1000 m) qui sont les intersections des plans rouge et jaune (grillage) et de la surface.

BIBLIOGRAPHIE

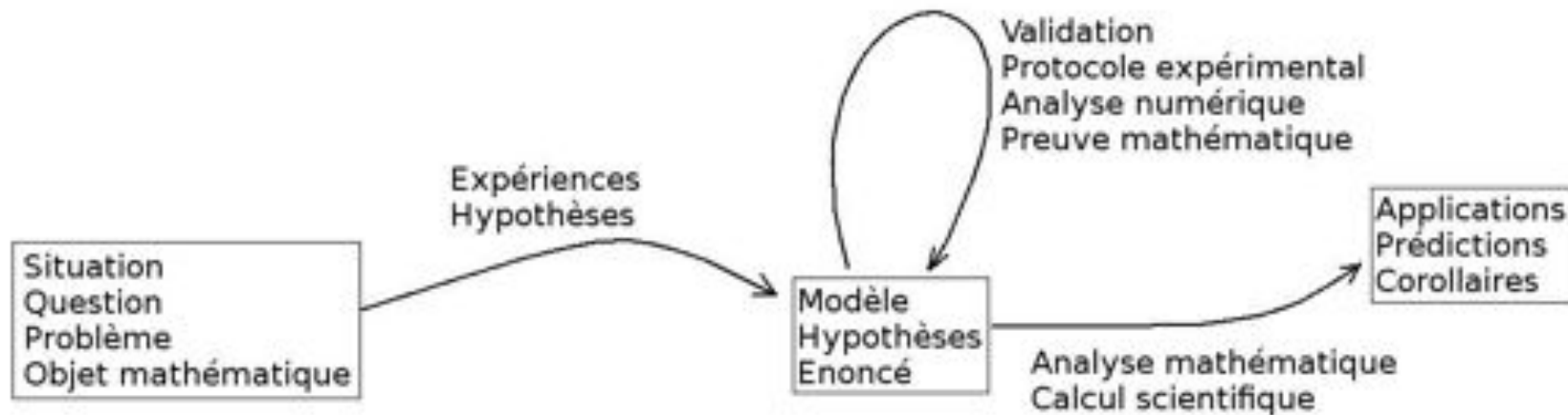
- Moret, O. (2009). Comment limiter les accidents. La méthode de réduction. *Hors série Neige et avalanches de Montagne magazine*.
- Munter, W. (2006). *3 x 3 avalanches, la gestion du risque dans les sports d'hiver*, éd. Du Club alpin suisse.
- Montagne magazine, Hors série Neige et Avalanches, n°349, hiver 2009.*

Le groupe MPS

Michèle Gandit - Romain Joly -
Christine Kazantsev - Fernand Malonga -
Eric Martinet

EPISTEMOLOGIE

La pratique scientifique



Réflexion préalable

Mettre en avant la démarche :

- 1) on cherche à comprendre un objet, un phénomène...,
- 2) on le modélise sous la forme d'un objet mathématique,
- 3) cet effort d'abstraction permet de comprendre, en les utilisant, des outils mathématiques venant d'autres domaines,
- 4) éventuellement on repasse des mathématiques au concret pour obtenir des applications pratiques.

Réflexion au lycée,
s'interroger sur la science et les compétences à travailler

Les méthodes de la science

Les données et leurs limites.

Etablir un lien causal.

Modéliser et tester la validité d'un phénomène par
expérimentation.

Validation par la communauté scientifique.

Science et société

La science versus la croyance.

Evaluer les risques en situation d'incertitude.

Communication envers la société.

Couleur

Avalanches

DEUX THÈMES

COULEUR

Physique : décomposition de la lumière, spectre.

Biologie : perception de la couleur chez l'homme.

Mathématiques :

une couleur peut être représentée par 3 valeurs (un point de l'espace),
codage RVB des écrans.

Physique : comment fonctionne un écran cathodique/numérique.

Biologie : le daltonisme (fonctionnement, transmission...).

Mathématiques : le daltonisme = projection orthogonale de \mathbb{R}^3 sur \mathbb{R}^2 .

Physique : mélange additif/soustractif des couleurs, couleurs primaires.

Mathématiques : pourquoi trois couleurs permettent de composer toutes les autres en additif et en soustractif, deux couleurs pourraient-elles suffire ? Comment choisir les couleurs primaires ?

Biologie/Physique : utilité des pigments chez les animaux/plantes. Pourquoi le ciel est bleu et le soleil jaune...

Notre choix

Codage informatique des couleurs et transformations mathématiques liées aux commandes d'un logiciel de traitement des photos numériques telles que :
transformer l'image en noir et blanc,
augmenter la vivacité des couleurs...

Codage informatique des couleurs.

Géométrie dans l'espace : projections, changement de coordonnées...

Puissance de la démarche mathématique en partant d'objets *a priori* très loin des mathématiques (les couleurs), en codant ces objets par des objets mathématiques (le codage RVB dans \mathbb{R}^3), puis en déduisant des transformations intéressantes sur les objets initiaux.

Les élèves doivent réaliser un projet et présenter un poster

Méthodes & Pratiques scientifiques

Thème n°1 : Science, arts et représentation du monde
Sous-thème : Images de sciences ; arts des images ; formes & couleurs

Comment le scientifique ou l'artiste utilisent-ils les formes et les couleurs pour transmettre un message ou coder une information ?

La problématique ci-dessus nous a permis de croiser les regards des mathématiciens, des biologistes, géologues, physiciens et chimistes, à travers quelques sujets d'études. Ces travaux vous ont amenés à construire une expertise méthodologique & pratique. A vous maintenant de réaliser **votre mini-projet** (par groupes de 3 ou 4 élèves) **pluridisciplinaire** (en faisant appel à au moins deux des trois disciplines) s'inscrivant dans la problématique générale, que vous finaliserez par la **production d'un poster**.

La démarche et le poster seront évalués les 20 et 27 janvier.

Les notions qu'on peut aborder dans les trois disciplines

	SVT	SPC	maths
Etudes de cas	<ul style="list-style-type: none"> •La couleur en cartographie. •La couleur des végétaux. •La couleur des images satellitales. 	<ul style="list-style-type: none"> •Colorants ou pigments ? •Qu'est-ce qu'une peinture ? •« Mélanges » de couleurs. 	<ul style="list-style-type: none"> •Coloration de cartes et de graphes. •Modèle RVB. •Lien entre modèles RVB et TSL.
Notions abordées	<ul style="list-style-type: none"> •Cartes géologiques, •cartes botaniques, •codage des informations par la couleur, •chloroplastes, •pigments chlorophylliens, •spectre d'absorption, •réflectance, albédo, •images numériques, •composition colorée, • biosphère. 	<ul style="list-style-type: none"> •Précipitation, solubilité, filtration, •les couleurs du peintre, •les couleurs des écrans, •couleurs primaires, synthèse additive, synthèse soustractive, •mélanges ou réactions chimiques, •un modèle de peinture ; liant / pigment / charge. 	<ul style="list-style-type: none"> •Synthèse additive des couleurs, •différentes représentations des couleurs, •utilisation d'<i>open office draw</i> pour visualiser les coordonnées des couleurs.

Des pistes pour prolonger le travail

- Les peintures rupestres,
- les ocres,
- les pigments naturels des végétaux,
- les couleurs indiquant le danger,
- les encres et leurs traces,
- LCD, plasma ou écrans cathodiques,
- vieillissement des peintures et influence du milieu,
- la couleur chez les pointillistes, Van Gogh...
- intensité, saturation, reflets, éclat : comment jouer avec la matière,
- lien entre récepteurs sensoriels de l'œil et modèle RVB,
- différences entre synthèses additive et soustractive des couleurs (Dans quels cas la synthèse est-elle additive ? soustractive ?),
- Etude d'un mode de synthèse des couleurs pour un appareil (TV, téléphone...) ou dans un domaine précis (peinture).

Les avalanches constituent le risque le plus important de l'hiver en montagne.

La compréhension de ce phénomène naturel entre en jeu pour la sécurisation des stations de ski, la pratique du ski de randonnée et des raquettes ou simplement pour la gestion de l'urbanisme.

AVALANCHES

Initier les élèves à la notion de **facteur de risque**

Un risque se décompose en :

- une exposition : quelle est la probabilité que l'événement arrive ?
- un danger : quel va être le dommage subi si l'événement arrive ?

Réduire un risque peut se faire en agissant sur :

- l'exposition (prévention)
- sur le danger (protection et secours)

Initier les élèves à la démarche scientifique

On observe le risque.

On classe et organise les phénomènes.

On identifie les paramètres utiles en jeu.

On extrait et modélise les différentes situations.

On étudie/raisonne afin de réduire le facteur de risque.

Initier les élèves à la communication scientifique

Les groupes travaillent sur des questions différentes.

Ils communiquent ensuite leurs conclusions aux autres groupes.

Initier les élèves aux dangers du ski hors-piste

A mettre en parallèle avec le travail des
professeurs d'EPS.

Certains ont été abordés par les groupes MPS du lycée Europole de Grenoble

DES IDÉES DE SUJETS D'ÉTUDE

1-Transformation de la neige et types d'avalanches (SVT, SPC)

- Recherche bibliographique sur les 3 types d'avalanches (aérosol, neige lourde, plaques).
Peut-on classer le comportement d'une avalanche dans les solides, les gaz, les liquides ?
- Transformations de la neige (états de l'eau, notion de température et de chaleur, sublimation, cristaux...) et propriétés mécaniques associées (cohésion plus ou moins importante entre les cristaux...)

Deux types d'avalanches



Photos extraites de *Montagne magazine*, Hors série Neige et avalanches, 2009

1-Transformation de la neige et types d'avalanches (SPC, maths)

- Etude du déclenchement de l'avalanche suivant son type :
 - mesure d'angle de décrochage sur des modèles réduits
 - notion de vecteur force pour le poids
 - projection sur le plan de glissement

2 – Notion de facteur de risque (culture scientifique générale, maths, SPC, EPS)

- Comprendre la différence entre danger et exposition, étude statistique du risque
- Comprendre l'influence de différents éléments : la météo, la pente, le nombre de personnes... sur ces deux paramètres
- Classer les actions de réduction du facteur de risque entre prévention et protection

3 – Mesure de pente

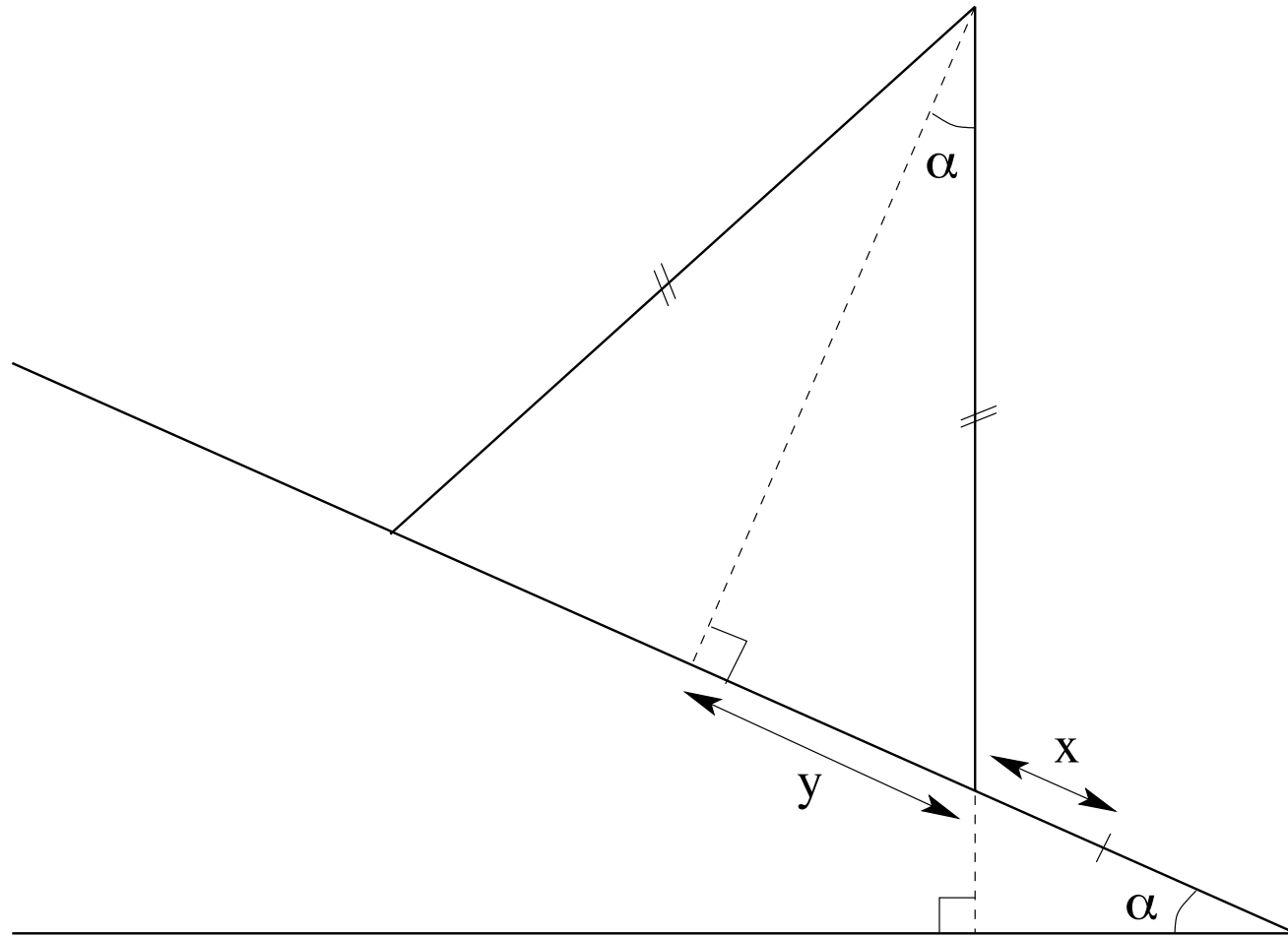


Photo extraite de *Montagne magazine*, Hors série Neige et avalanches, 2009

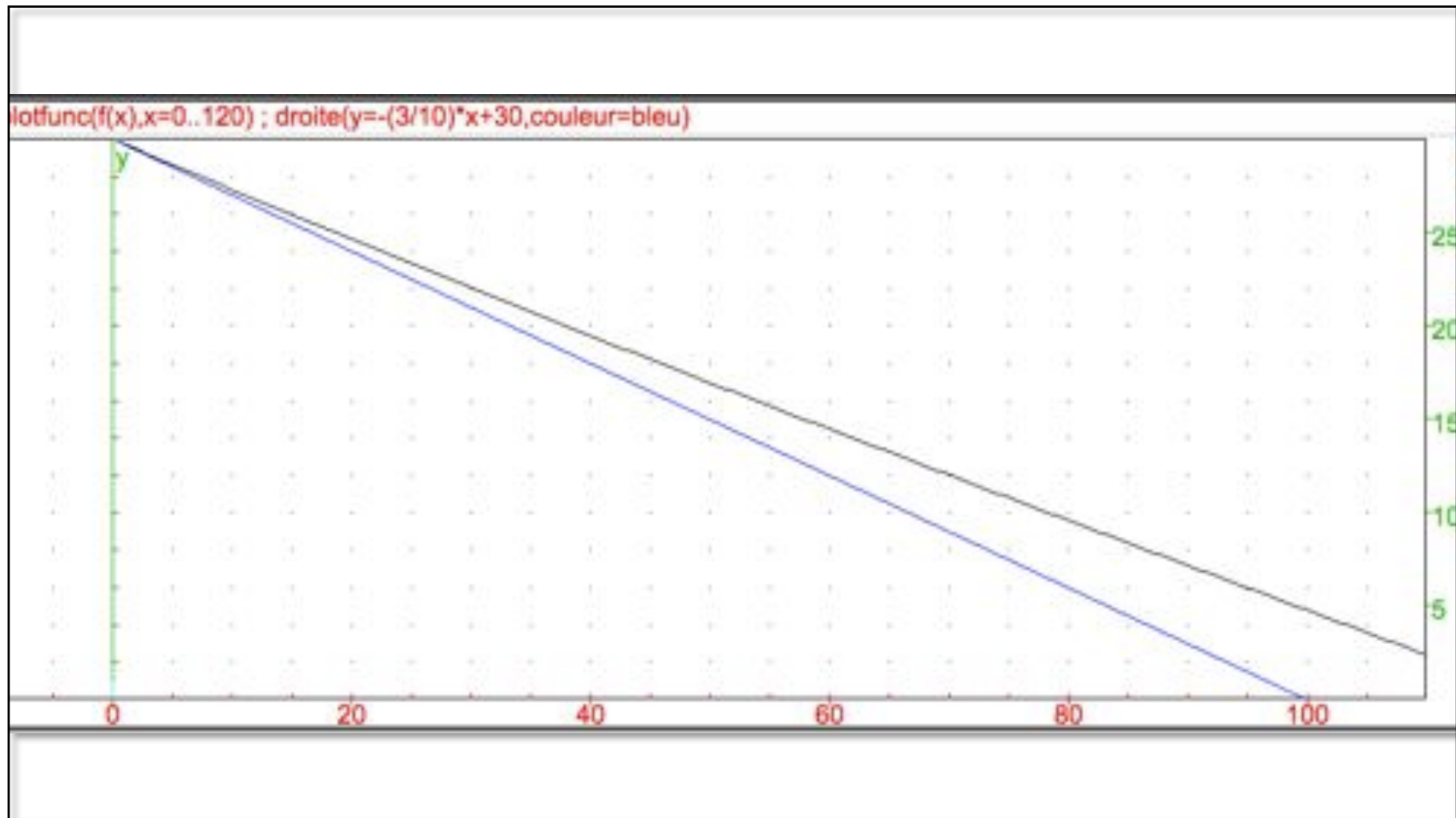
3- Mesure de pente (maths)

- Savoir mesurer une pente sur une carte : notion de ligne de niveau, d'échelle et fonction tangente...
- Comprendre comment mesurer une pente en situation à l'aide de deux bâtons, en particulier pour la comparer avec la pente critique de 30° : géométrie, trigonométrie, linéarisation.

3- Mesure de pente (maths)



La courbe en noir représente la fonction qui à tout écart x (lu dans la neige, en cm) associe l'angle en degrés de la pente, pour une longueur de bâton de 1,20 m ; la droite en bleu représente la fonction affine qui à chaque écart x associe la pente en degrés telle qu'elle est donnée dans la méthode connue des skieurs.



Pourquoi la courbe noire serait-elle une droite ?

4 – Traumatologie de l'avalanche

- Dangers des différents types d'avalanches : noyade, étouffement, traumatisme, refroidissement, temps de survie... [SVT](#)
- Refroidissement : équation différentielle ou suite discrète pour l'évolution de la chaleur, métabolisme du corps, réaction face au refroidissement, isolation thermique, couverture de survie [maths](#), [SPC](#), [SVT](#)
- Conséquences sur l'écologie et les paysages de montagne [SVT](#)

5 – Recherche de victimes par DVA (ARVA)



Photo extraite de *Montagne magazine*, Hors série Neige et avalanches, 2009

5- Recherche de victimes par DVA (SPC, maths, EPS)

- Fonctionnement d'un DVA : champ magnétique, émission et réception d'ondes, notion de champ de vecteurs
- Etude des perturbations du fonctionnement d'un DVA : téléphone portable, pylône métallique, rocher...
- Algorithmes de recherche
- Influence des facteurs émotionnels et du stress

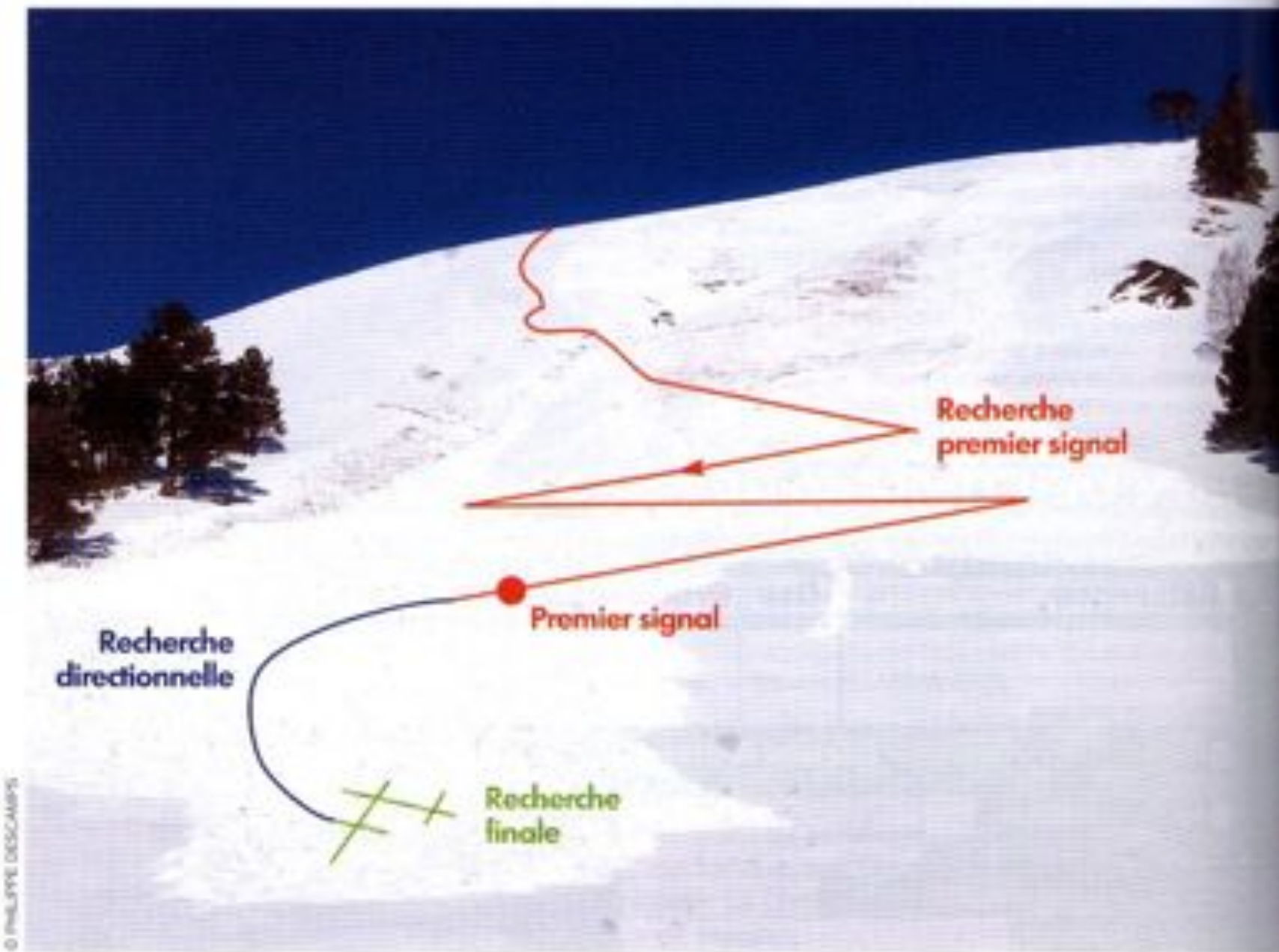


Photo extraite de *Montagne magazine*, Hors série Neige et avalanches, 2009

6- Secours (SVT, EPS)

Survie et gestes de premier secours

Les mathématiques des avalanches

- Refroidissement : équation de la chaleur
- Recherche des victimes :
 - DVA-ARVA : champ vectoriel
 - méthode de recherche : algorithmique
- Avalanches :
 - lectures de cartes : topographie
 - pente & bâtons : triangles, trigonométrie,

Des difficultés repérées et...

Enseignements tirés d'une première expérimentation :

Il apparaît important de

- réfléchir à l'épistémologie des disciplines quand on propose des thèmes en MPS
- voir en quoi elles apportent des regards complémentaires (le cas sur le thème des avalanches)
- pointer les savoirs transversaux propres à la démarche scientifique, les élèves ne peuvent pas en prendre conscience d'eux-mêmes. Cela ne va pas de soi.

On peut proposer aux élèves

- l'étude d'articles scientifiques, dont il s'agit de repérer la structure,
- l'étude d'un exemple de référence, vécu par les élèves, dont le professeur pointe les étapes successives et les savoirs transversaux :
 - on formule une problématique
 - on simplifie en faisant des hypothèses
 - on étudie un modèle...

D'autres propositions pour la classe : communiquer les objectifs notionnels et **méthodologiques**

Thème n°1 : Risques, neige et avalanches
Sciences-Physiques Séance 2

Méthodes & Pratiques Scientifiques

Evaluer un risque : modélisation d'une avalanche

Comprendre

Objectifs notionnels :

- Caractéristiques des systèmes solides, liquides ou gazeux
- Décrire un mouvement, une action sur un système, une condition d'équilibre, une mise en mouvement

Objectifs méthodologiques :

- **Modéliser** : construire un modèle analogique simplifié pour un phénomène physique
- **Expérimenter** : observer à différente échelle, mesurer une « grandeur caractéristique » à l'aide d'un « instrument » ; mesurer une grandeur caractéristique d'un phénomène physique et réaliser une série de mesures pour tester l'influence ou non d'un paramètre d'influence
- **Utiliser des outils scientifiques** : éléments statistiques, vecteurs-forces
- **Communiquer** : identifier les caractéristiques de la démarche d'investigation dans une publication scientifique



Ressources : manuel Physique-chimie 2^{ème} BORDAS :

- Démarche d'investigation p. 9
- Modèles et modélisation p. 312
- Rédiger un compte-rendu p.313
- exemples de publications scientifiques

D'autres propositions pour la classe en lien avec la maîtrise de compétences

1. Etudier le déclenchement d'une avalanche



Quels sont les 3 types d'avalanches que vous avez identifiées lors des séances précédentes ?

Comment étudier les modalités de déclenchement d'une telle avalanche en laboratoire ?

Organisez un programme d'étude du déclenchement d'un certain type d'avalanches (démarche d'investigation). Mettez en œuvre les objectifs notionnels et méthodologiques de la séance.

C1 : Savoir utiliser et compléter ses connaissances ;

C3 : Pratiquer une démarche scientifique

D'autres propositions pour la classe en lien avec la maîtrise de compétences : **écrire un article scientifique**

Un exemple de consigne donnée aux élèves :

Les scientifiques mettent en forme et publient leurs découvertes (modèles, résultats expérimentaux...) dans des journaux spécialisés.

Pourquoi les scientifiques communiquent-ils leurs résultats ?

Quels sont les « ingrédients » d'un article scientifique ?

En vous inspirant de la forme des publications qui vous sont proposées, mettez en forme les résultats de votre recherche et envoyez-les à l'éditeur du *journal MPS-International Letters* à l'adresse suivante pour le ...

C2 : Organiser l'information utile (écrite, orale, observable, numérique) ;

C4 : Communiquer à l'aide d'un langage et d'outils adaptés

Un exemple d'article scientifique rédigé par des élèves

ATTENTION, SKIEURS !!!

Pourquoi un skieur avance-t-il plus vite sur des skis sans talon ? C'est cette question qui nous a conduit sur notre sujet : quelles sont les forces qui agissent sur un skideau glissant sur un plan incliné ? Comment expliquer alors l'arrêt de ce skideau en mouvement sur un plan incliné ou le fait d'un skideau glisse ? Il faut prendre en compte le frottement de contact.

Pour répondre à toutes ces questions, nous avons réalisé une expérience : nous avons pris un skideau de 1,1 x 10⁻² kg et avons cherché l'angle pour lequel celui-ci commence à se mettre en mouvement, en fonction de quatre matériaux différents, papier de verre, moquette, et bois. Plusieurs mesures ont été réalisées, car la précision n'est pas parfaite (incertitude de 1° sur chaque angle) : les angles obtenus (contre-poids de l'équilibre de trois mesures différentes). Par la suite, nous avons notamment insisté sur en changeant la masse du skideau (1,1 x 10⁻² kg), nous obtenons dans le graphique ci-dessous (Fig. 1).

On peut observer que le papier de verre se distingue très nettement des autres matériaux : on a un angle supérieur de 100% par rapport aux trois autres. En plus, on remarque que le frottement ne dépend pas de la masse du skideau. Cependant, cette affirmation peut être vérifiée en faisant des mesures pour le papier, on trouve également approximativement de 30%.

Multiplions maintenant cette expérience (on prend un skideau qui a 2N comme poids). Deux objets interagissent avec notre skideau : la Terre et le plan incliné (Fig. 2) : il y a donc deux forces qui agissent :

- la pesanteur \vec{P} , qui vaut 2N, et qui est perpendiculaire au plan incliné (force d'attraction, et note \vec{P}_1), et une force parallèle (force de glissement) et note \vec{P}_2 ;
- la force du plan sur le skideau \vec{F} , qui vaut aussi 2N (car le skideau est immobile), et qui est également décomposée en une force perpendiculaire au plan et opposée vers le haut (réaction, normale \vec{N}), et en une force parallèle (force de frottement, normale \vec{F}_f).

On obtient ainsi le bilan des forces ci-dessous (Fig. 3).

Fig. 1 : l'angle de démarrage en degré, en fonction de quatre matériaux différents.

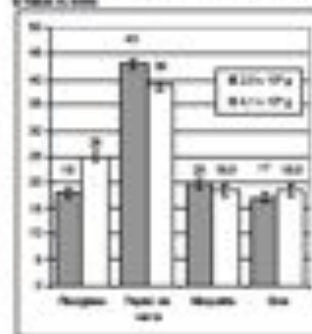


Fig. 2 : schéma des interactions.

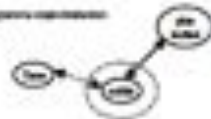


Fig. 3 : schéma des forces agissant sur le skideau.



Voilà pourquoi le skideau se met en mouvement à partir d'un certain angle α ? Si le skideau se met en mouvement, cela signifie que les forces ne se compensent plus. Pour obtenir le mouvement, il faut donc que la force de frottement devienne inférieure à la force de glissement. Plus l'angle α est grand, plus la force de glissement est grande : on se déplace sur un skideau en mouvement sur la force de frottement plus vite, grand et ne compense plus la force de glissement (Fig. 4).

Quand on regarde les mesures, on voit que α est différent pour chaque matériau. On peut donc obtenir une table (ordre de grandeur du vecteur de la force de frottement vers pour chaque matériau).

On peut calculer le valeur maximum de la force de frottement grâce à la relation suivante (Fig. 5) :

$$\vec{F}_f = \mu \vec{P}_1$$

On peut, on a la relation suivante :

$$\vec{F}_f = \mu \vec{P}$$

On appelle μ le coefficient de frottement. On peut donc trouver le coefficient de frottement de chaque matériau avec la formule suivante :

$$\vec{F}_f = \mu \vec{P}$$

Ainsi, on peut établir un tableau (Fig. 6), contenant les coefficients de frottement de chaque matériau que nous avons étudié. Le coefficient de frottement obtenu correspond à la moyenne des deux données avec les données prises à l'équilibre avec les deux skideaux de masses différentes.

Voilà donc pourquoi le skideau se met en mouvement. Cependant, il nous est toujours impossible de déterminer pourquoi nous avons trouvé une différence entre les angles mesurés pour le papier (il y a sans doute la présence d'un problème de mesure)...

Il est donc essentiel pour notre travail de bien noter ces données, afin de pouvoir trouver le coefficient de frottement, et donc avoir une valeur grand sur le papier.

Faire connaître
Hugo Rodriguez
Stéphane Gallotier
Marina Roman
le dimanche 17 janvier 2006

Fig. 4 : schéma des forces agissant sur le skideau en mouvement.



Fig. 5 : schéma des forces agissant sur le skideau à l'équilibre.

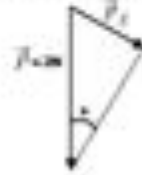


Fig. 6 : le coefficient de frottement pour chaque matériau.

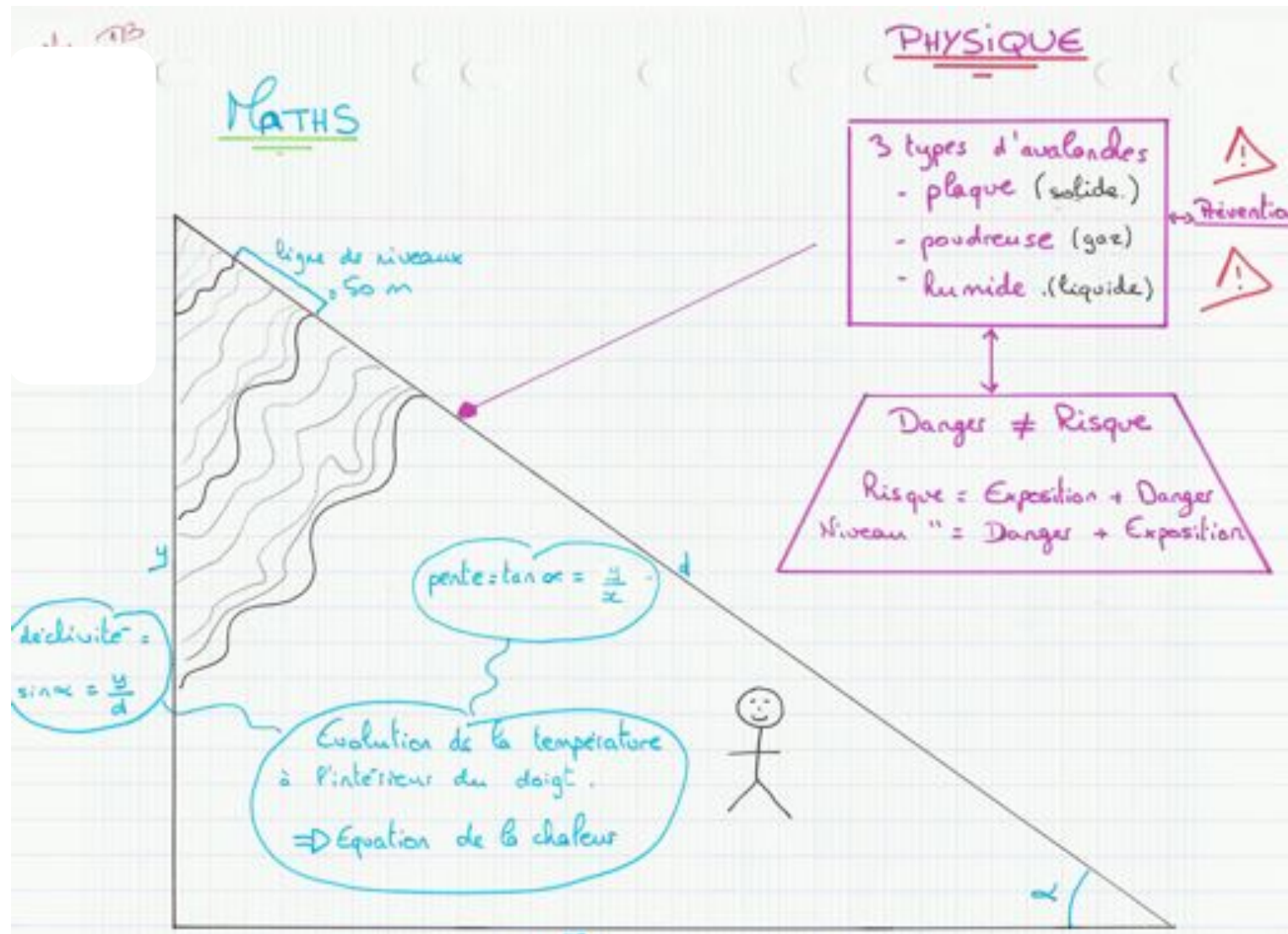
Matériau	Coefficient de frottement
Papier de verre	0,37
Papier de verre	0,38
Moquette	0,30
Bois	0,30

Remarque :
- l'angle α (dans le tableau) est en degrés.

2011-2012

**ET POUR CONCLURE :
DES PRODUCTIONS D'ÉLÈVES**

Une production d'élève de seconde en 2011-2012



Une autre production d'élève de seconde en 2011-2012

