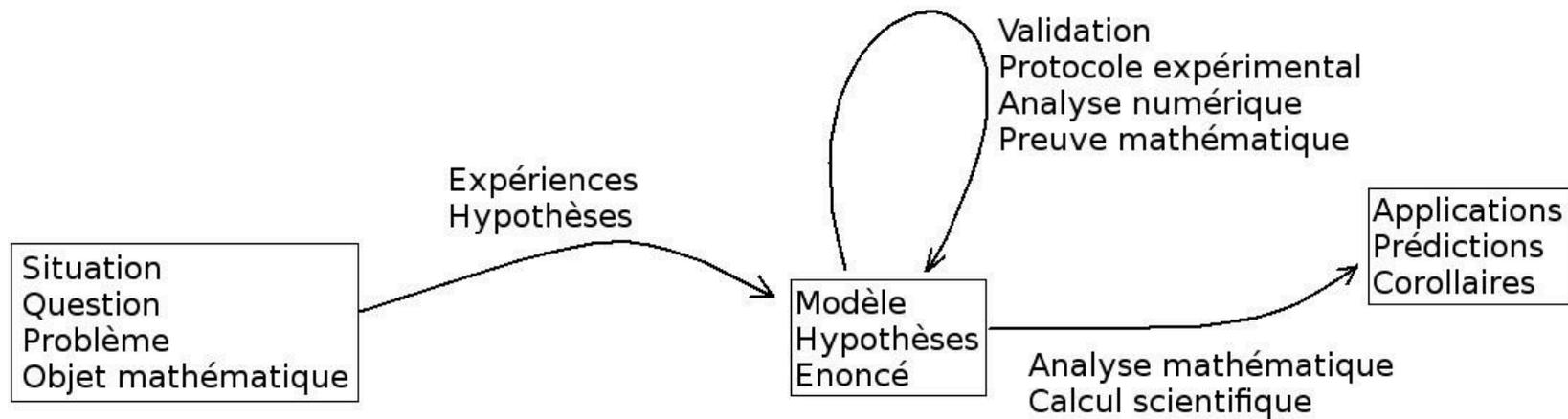


Le groupe MPS

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

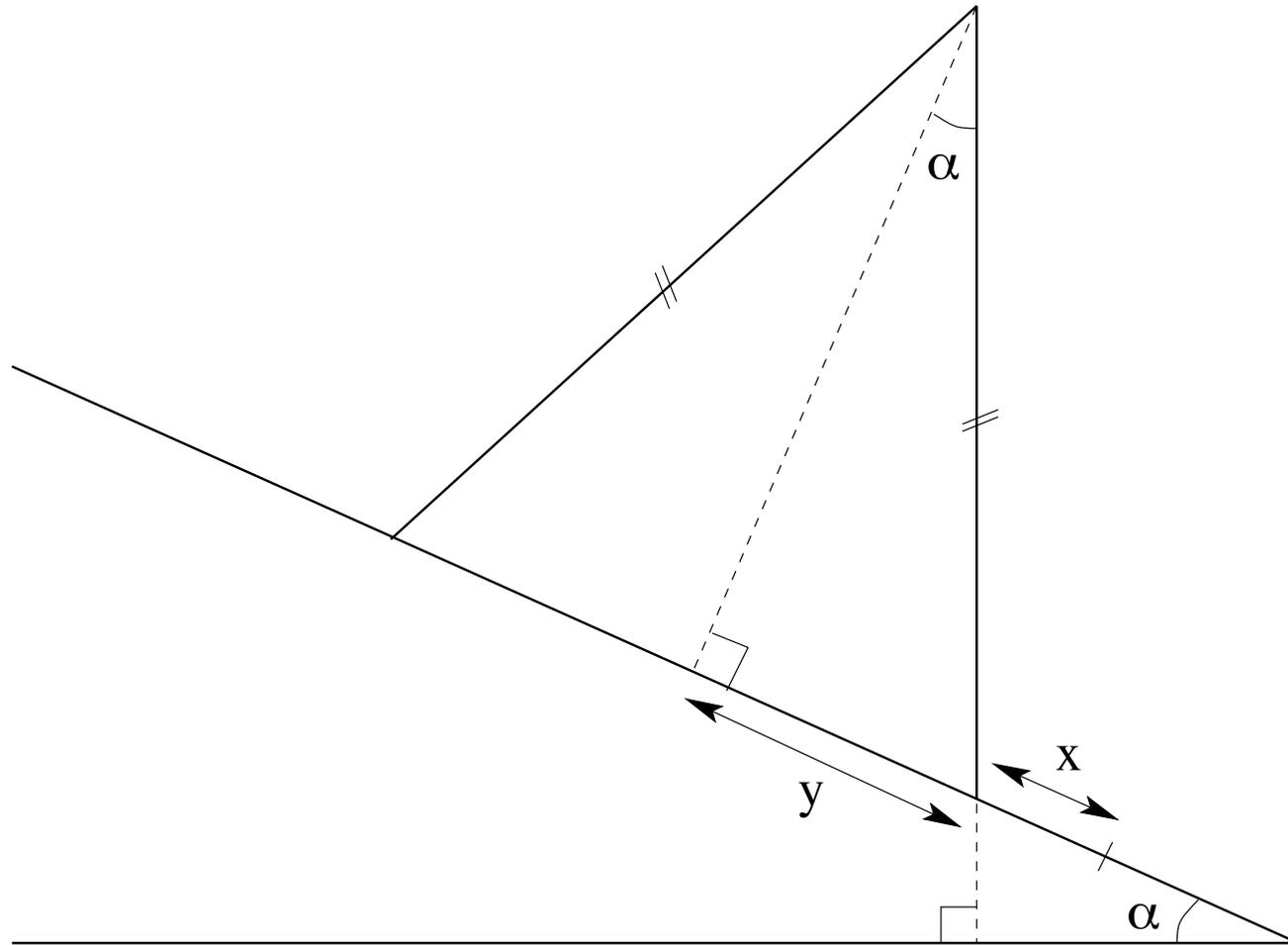


Photo extraite de *Montagne magazine*, Hors série Neige et avalanches, 2009

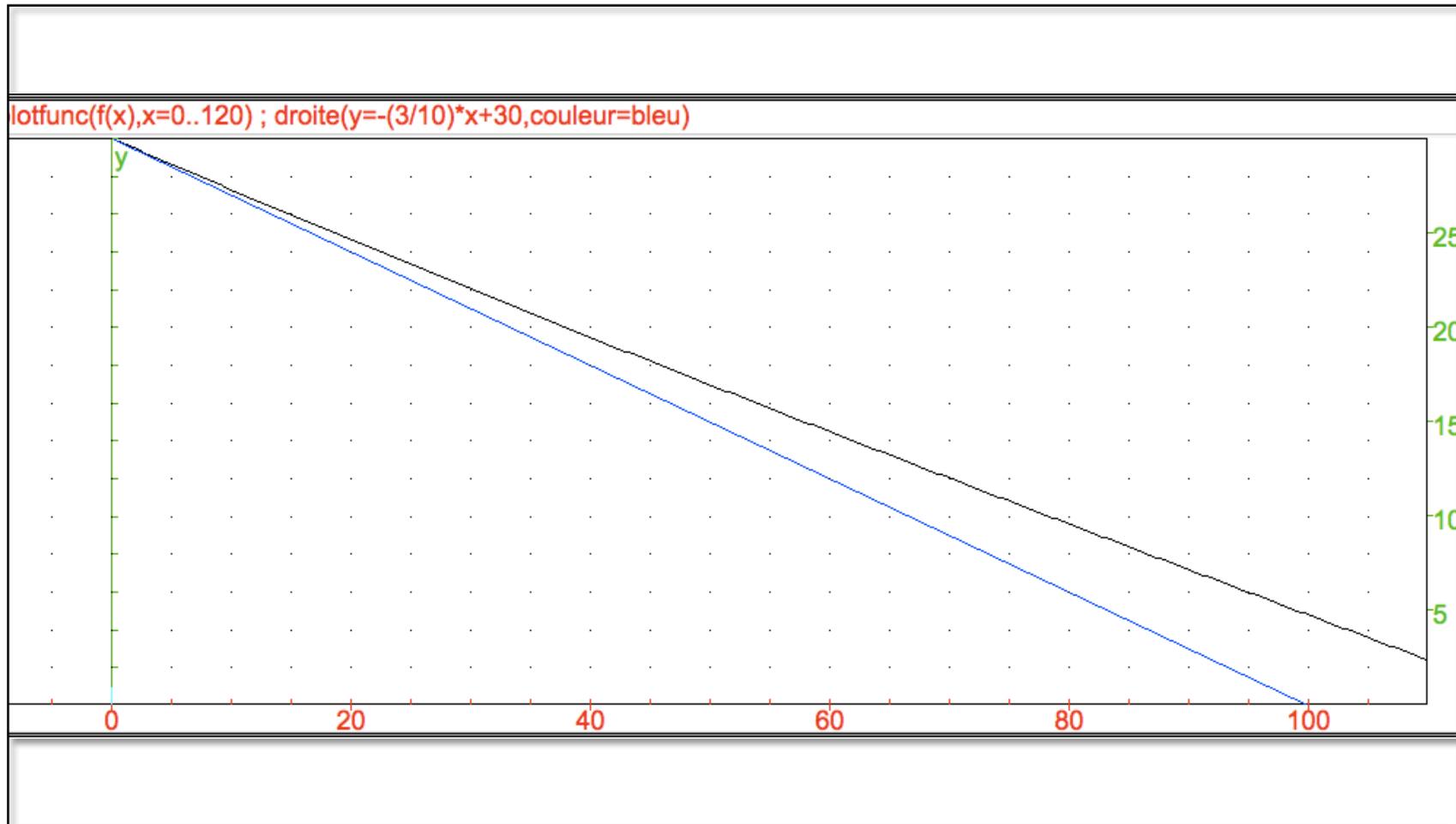
3- Mesure de pente (maths)

- 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](#)

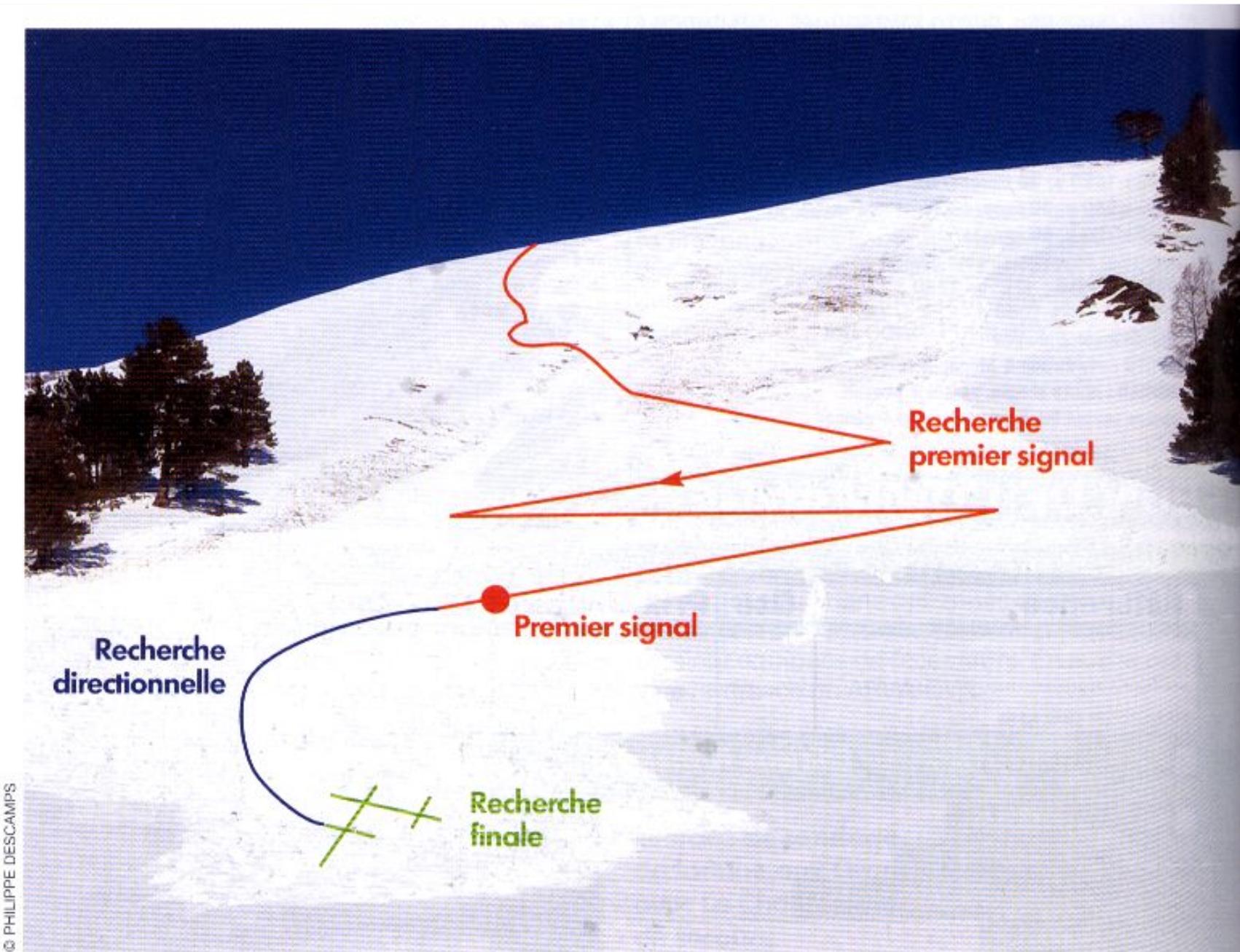
5 – Recherche de victimes par DVA (ARVA)



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



© PHILIPPE DESCAMPS

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^{nde} 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 avec des skis bien tartés ? C'est cette question qui nous a lancé sur notre sujet : quelles sont les forces qui agissent sur un solide positionné sur un plan incliné ? Comment expliquer qu'un objet ne se met en mouvement sur un plan incliné qu'à partir d'un certain angle ? Faut-il prendre en compte la masse du solide ?

Pour répondre à toutes ces questions, nous avons réalisé une expérience : nous avons pris un solide de $2,0 \times 10^2$ g et avons cherché l'angle pour lequel l'objet commence à se mettre en mouvement, en fonction de quatre matériaux (plexiglass, papier de verre, moquette, et bois). Plusieurs mesures ont été nécessaires, car la précision n'était pas parfaite (incertitude de 1° pour chaque angle) : les angles donnés ci-contre sont la moyenne de trois mesures différentes. Puis nous avons recommencé l'expérience en changeant la masse du solide ($4,1 \times 10^2$ g). Nous obtenons donc le graphique ci-contre (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. De plus, on remarque que la masse n'a globalement aucun effet sur cet angle. Cependant, cette affirmation paraît incorrecte au vu des mesures pour le plexiglass, où l'angle augmente significativement de 39%.

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

- le poids (\vec{P}), qui vaut 2N, et qu'on peut décomposer en une force perpendiculaire au plan (nommée force d'enfoncement, et notée \vec{P}_z), et en une force parallèle (nommée force de glissement et notée \vec{P}_y) ;
- la force du plan sur le solide (\vec{P}_y), qui vaut aussi 2N (car le solide est immobile), et qu'on peut également décomposer en une force perpendiculaire au plan et orientée vers le haut (réaction, nommée \vec{R}), et en une force parallèle (force de friction, nommée \vec{F}_f).

On obtient ainsi le bilan des forces ci-contre (fig. 3).

Fig. 1 : L'angle de décrochage (en degré), en fonction du matériau et de la masse du solide.

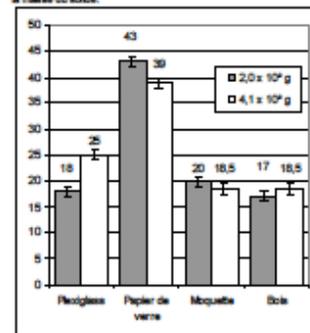


Fig. 2 : diagramme objet-interaction

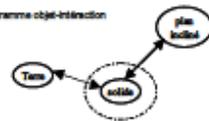
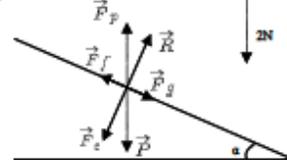


Fig. 3 : représentation vectorielle des forces (solide immobile de poids 2N)



Mais pourquoi le solide se met-il en mouvement à partir d'un certain angle α ?

Si le solide se met en mouvement, c'est que toutes les forces ne se compensent plus. Pour obtenir ce mouvement, il faut donc que la force de friction devienne inférieure à la force de glissement. Plus l'angle α est grand, plus la force de glissement l'est aussi : on en déduit qu'il arrive un moment où la force de friction ne peut plus grandir 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 déduire que cette limite de grandeur du vecteur de la force de friction varie pour chaque matériau.

On peut calculer la valeur maximale de la force de friction grâce à la relation suivante (fig. 5) :

$$d\sin\alpha = \frac{F_f}{P}$$

$$\Leftrightarrow F_f \cdot d\sin\alpha = P \cdot F_y$$

De plus, on a la relation suivante :

$$F_y = \mu \cdot P$$

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

$$F_f \cdot d\sin\alpha = \mu \cdot P$$

$$\Leftrightarrow \sin\alpha = \mu$$

Ainsi, on peut établir un tableau (fig. 6), contenant les coefficients de friction de chaque matériau que nous avons étudié. Le coefficient de friction donné correspond à la moyenne des deux obtenus avec les différents angles α (mesurés avec les deux solides de masses différentes).

Voilà donc pourquoi le solide se met en mouvement. Cependant, il nous est toujours impossible de déterminer pourquoi nous avons trouvé tant de différence entre les angles mesurés pour le plexiglass (il y a sans doute là dedans un problème de mesure)...

Il est donc essentiel pour notre skieur de bien tarté ses skis, afin de diminuer leur coefficient de friction, et donc avoir une meilleur glisse sur la neige !

Pierre Monchaln
Hugo Rodrigues
Maximilian McCluskey
Maxime Richard

(le dimanche 18 octobre 2009)

Fig. 4 : représentation vectorielle des forces (solide en mouvement de poids 2N)

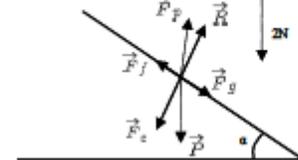


Fig. 5 : schéma de la méthode pour calculer le coefficient de friction



Fig. 6 : le coefficient de friction pour chaque matériau

Matériau	Coefficient de friction
Plexiglass	0,37
Papier de verre	0,66
Moquette	0,33
Bois	0,30

Bibliographie :

- Physique 1^{ère} S (dans la collection Sibus de Nathan)

2011-2012

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

Une production d'élève de seconde en 2011-2012

MATHS

ligne de niveau = 50 m

declivité = $\sin \alpha = \frac{4}{15}$

Evolution de la température à l'intérieur du doigt.
⇒ Equation de la chaleur

peute = $\tan \alpha = \frac{4}{x}$

PHYSIQUE

3 types d'avalanches

- plaque (solide.)
- poudreuse (gaz)
- humide (liquide)

Prévention

Danger ≠ Risque

Risque = Exposition + Danger
Niveau " = Danger + Exposition

The diagram shows a right-angled triangle representing a mountain slope. The vertical side is labeled '15' and the horizontal side is labeled 'x'. The angle at the bottom right is labeled 'α'. A horizontal line segment of length '50 m' is drawn at the top of the slope, labeled 'ligne de niveau'. Inside the slope, there are wavy contour lines. A stick figure is drawn at the bottom right of the slope. A pink arrow points from a box on the right to a point on the slope. The notes are written in blue and pink ink on a grid background.

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

