

## TraAM - Quand la pente devient critique, laissez la géométrie vous sauver

### Niveau

Seconde

### Durée

Une séance et un prolongement numérique (30min)

### Présentation

L'activité proposée aux élèves de seconde explore l'importance de la pente en milieu montagneux. En mobilisant la géométrie, la trigonométrie, des outils numériques (smartphone, Géogebra) et des méthodes pratiques (comme la méthode du bâton), les élèves analysent différents moyens de mesurer une pente et en évaluent la fiabilité. L'objectif est de développer leur esprit critique et leur capacité à raisonner avec rigueur à partir d'une situation authentique en analysant la méthode du bâton. Cette activité peut se prolonger par activité numérique, Géoportail, visant à choisir un itinéraire en amont, afin de limiter les risques d'avalanches.

### Déroulement

La séance débute par une discussion sur les risques d'avalanche et des facteurs de déclenchement puis la visualisation d'une partie de la vidéo qui laisse place à une phase d'expérimentation directe de la méthode du bâton, suivie de sa modélisation. Les élèves :

- réalisent des mesures dans des conditions proches du réel (ou simulées) à l'aide d'une planche et d'un rapporteur et à des mesures numériques (inclinomètre via smartphone).
- confrontent leurs observations à des calculs théoriques après la modélisation (trigonométrie).

### Objectifs

- Développer des compétences d'analyse critique en mathématiques à travers l'étude géométrique de situations concrètes.
- Mettre en œuvre une méthode pratique d'estimation de pente en contexte montagneux, en la modélisant mathématiquement et en portant un regard critique sur sa fiabilité.
- En prolongement, fournir aux élèves des outils pour évaluer la sécurité d'un itinéraire en montagne, en amont d'une sortie, à partir de l'analyse de l'inclinaison des pentes à l'aide de Géoportail (plages critiques entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$ ).

## Compétences travaillées : esprit critique

Compétence d'esprit critique	Mobilisée ?	Justification dans le scénario
Évaluer la qualité des preuves et leurs fiabilités	Oui	Les élèves comparent les résultats issus de plusieurs méthodes (bâton, calculs trigonométriques, mesures à l'aide d'un rapporteur) et jugent de leur fiabilité.
Évaluer la plausibilité d'un contenu	Oui	Confrontation entre résultats intuitifs (méthode du bâton) et calculs théoriques/scientifiques ; évaluation de la cohérence des résultats.
Évaluer la qualité des arguments	Oui	Les élèves formulent des arguments sur la validité et les paramètres de la méthode du bâton.
Évaluer la fiabilité de son propre jugement	Non	

TABLE 1 – Analyse des compétences d'esprit critique

## Compétences du CRCN et apports de l'usage du numérique pour apprendre et enseigner

Compétences du CRCN mobilisées
2.4 – S'insérer dans le monde numérique
5.2 – Évoluer dans un environnement numérique

TABLE 2 – Compétences du CRCN mobilisées

Apport du numérique	Justification dans le scénario
Rechercher de l'information	Utilisation de Géoportail pour identifier les pentes, les dénivelés, les itinéraires.
Présenter de l'information	Vidéo, Restitution possible via tableau de valeurs (emulateur Casio), outils numériques (GeoGebra), profil altimétrique(Géoportail).
Résoudre des problèmes et calculer	Calcul de pentes à partir de données mesurées et de formules trigonométriques.
Faciliter l'apprentissage des élèves à besoins éducatifs particuliers	Approche visuelle, expérimentale et concrète facilitant la compréhension.
Expérimenter – apprendre à faire avec des outils numériques	Utilisation directe d'outils numériques (GeoGebra, smartphone, Géoportail) pour simuler et mesurer.

TABLE 3 – Apports de l'usage du numérique

## Sources

- Vidéo explicative sur la méthode du bâton
- Anticiper le risque d'avalanche avec la carte des pentes — Géoportail
- Image d'illustration — Wikipédia
- Estimer une pente — Document IREM Grenoble

# Séance 1 - Présentation de la méthode du bâton - Modélisation des situations possibles

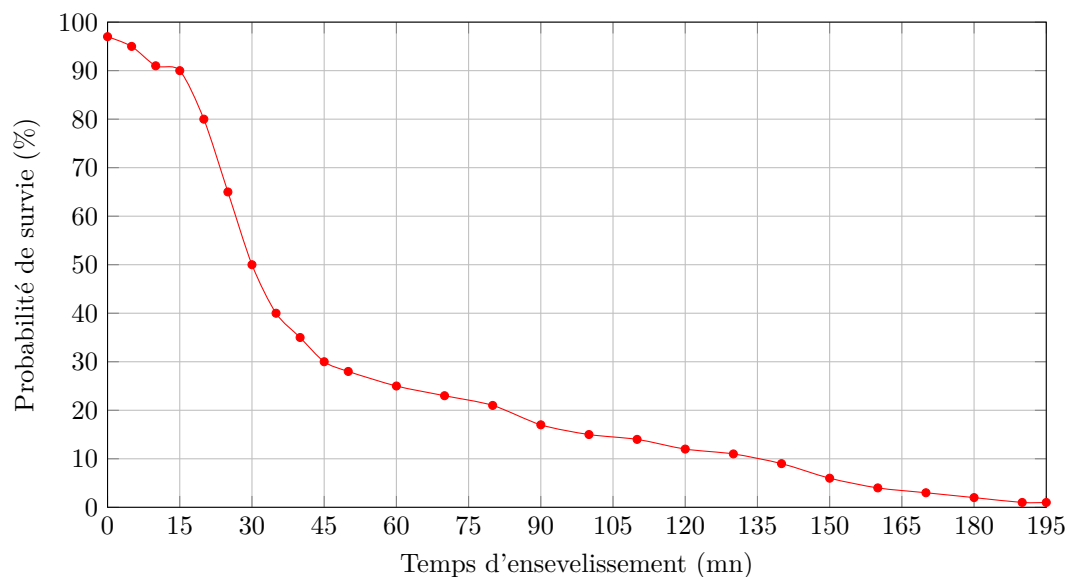
## Présentation et expérimentation de la méthode du bâton

La méthode du bâton est une technique simple et efficace pour estimer la pente d'un terrain enneigé. Elle est particulièrement utile dans des contextes de ski alpin ou ski de randonnée. Cette méthode consiste à utiliser un bâton de ski comme référence visuelle pour mesurer l'angle d'inclinaison du terrain. Elle offre une manière intuitive de calculer ou d'estimer l'angle de la pente. Bien que rudimentaire, elle reste largement utilisée par les skieurs et les guides en montagne pour une évaluation de terrain rapide et fiable, (*du moins on l'espère*).

## Pourquoi cette méthode est-elle importante dans le cadre d'une sortie en montagne ?

- **Précaution en terrain avalancheux** : La connaissance de la pente est essentielle pour évaluer le risque d'avalanche, souvent plus élevé dans des pentes comprises entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$ . *A titre informatif, voici la courbe de survie des victimes d'avalanche en fonction du temps d'ensevelissement.*

Courbe de survie des victimes d'avalanche



- **Simplicité d'utilisation** : Contrairement à des outils plus complexes (inclinomètre, GPS), un bâton est souvent disponible et permet une estimation rapide, même en conditions difficiles.

## Application de la méthode du bâton

1. Placer un bâton dans le sens de la pente et marquer son empreinte dans la neige.
2. Redresser le bâton à partir de l'extrémité supérieure de l'empreinte.
3. Utiliser un second bâton comme pendule/fil de plomb pour mesurer l'angle :
  - Si la pointe atteint l'extrémité basse de l'empreinte : pente de  $30^\circ$
  - Si la pointe est en amont ou en aval de l'empreinte : ajuster à raison de  $\pm 3^\circ$  pour chaque 10 cm d'écart (*moins si en amont et plus si en aval*).

Vidéo explicative sur la méthode du bâton



## Activité mathématique - Modélisation de la méthode du bâton

Soit  $(AB)$  la droite représentant la pente,  $[AB]$  représente l'empreinte du bâton dans la neige,  $[AC]$  le premier bâton et  $[CD]$  le seconde bâton utilisé comme bâton pendule.

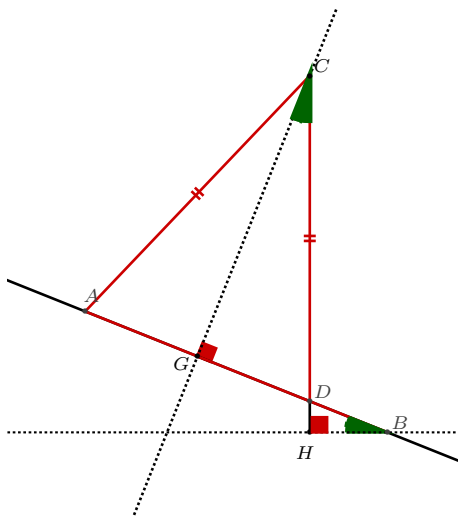


FIGURE 1 – Pente inférieure à  $30^\circ$

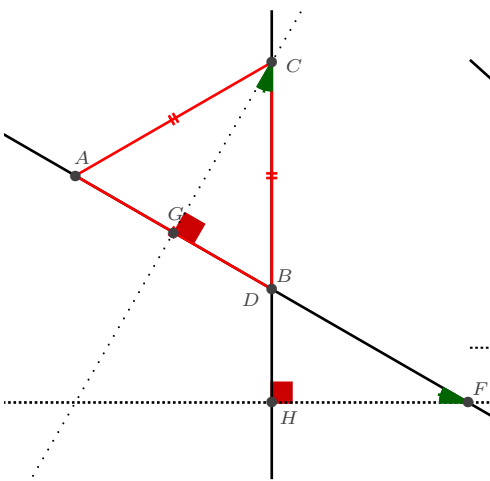


FIGURE 2 – Pente de  $30^\circ$

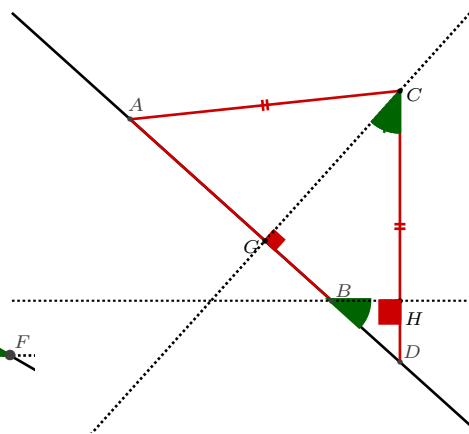


FIGURE 3 – Pente supérieure à  $30^\circ$

1. Démontrer que l'angle de la pente est égal à la moitié de l'angle formé par les bâtons. Remarquer que ce raisonnement reste valable pour les trois configurations possibles.

**Rappel :** Lorsque deux droites se coupent, elles forment deux paires d'angles opposés par le sommet qui sont égaux.

2. On note  $\alpha$  l'angle de la pente. Dans le triangle rectangle CGD, exprimer  $\sin(\alpha)$  en fonction de la longueur du bâton  $L$  et l'écart sous forme de longueur algébrique entre la marque de l'empreinte du bâton et l'extrémité du bâton pendule, noté  $x$  (Il s'agit de  $AB - AD$ ).

3. Quels sont les paramètres dont dépend la mesure de l'angle ? Chaque paramètre est-il pris en compte dans la méthode du bâton ?

4. Par groupe, on propose de construire trois tableaux de valeurs de la pente  $\alpha$  pour des longueurs de bâtons variant de 140 cm à 160 cm par exemple 140 cm pour le premier groupe, 150 cm pour le second et 160 cm pour le dernier, en fonction des écarts algébriques suivants :  $-30, -20, -10, +10, +20, +30$  (dont l'unité est le cm). Vous pouvez vous aider de la calculatrice (*Attention, il faut que votre calculatrice soit réglée en degré et non en radian*). Les résultats devront être arrondis aux centièmes.

Ecart algébrique $x$	Pente ( $^{\circ}$ )
-50	
-40	
-30	
-20	
-10	
10	
20	
30	
40	
50	

TABLE 4 – Bâton de 140 cm

Ecart algébrique $x$	Pente ( $^{\circ}$ )
-50	
-40	
-30	
-20	
-10	
10	
20	
30	
40	
50	

TABLE 5 – Bâton de 150 cm

Ecart algébrique $x$	Pente ( $^{\circ}$ )
-50	
-40	
-30	
-20	
-10	
10	
20	
30	
40	
50	

TABLE 6 – Bâton de 160 cm

5. Selon vous, les résultats obtenus remettent-ils en question la validité de la méthode du bâton ? Argumenter votre réponse.

# Prolongement numérique - Pente moyenne et pente instantanée à partir d'une carte IGN numérique (Institut Géographique National)

## Méthode pour déterminer une pente moyenne à l'aide de arctan

1. Identifier deux points sur une carte IGN et relever :
  - Le dénivelé  $\Delta h$  entre les deux points.
  - La distance horizontale  $d$  entre les deux points (*aussi appelée la distance à vol d'oiseau*).
2. Calculer la pente moyenne  $\alpha$  avec la formule :

$$\tan(\alpha) = \frac{\Delta h}{d}, \quad \text{où} \quad \alpha = \arctan\left(\frac{\Delta h}{d}\right).$$

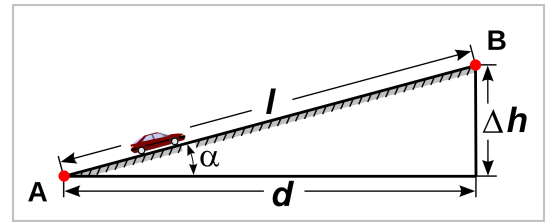


Illustration de la formule  $\tan(\alpha) = \frac{\Delta h}{d}$

## Question

1. Aller sur le site [Géoportail](https://www.geoportail.gouv.fr/) puis rechercher Flaine (74300), Arâches-la-Frasse. Avec le fond de **carte topographique IGN**, déterminer la pente moyenne entre **le bas du téléski du bois** et **le haut du télésiège de Lindars Nord** à l'aide des outils **Mesurer une distance** et **Afficher les coordonnées** (*utilisez les outils symbolisés par une clé plate qui se trouve sur le bord droit de l'écran*). Justifier votre résultat.

2. On conserve le même point de départ et d'arrivée de la question précédente auquel on rajoute un point intermédiaire à savoir **le haut des télécabine de Aup de Véran**. Tracer l'itinéraire à l'aide de l'outil **"Etablir un profil altimétrique"**. L'itinéraire est-il praticable ou non sans prendre trop de risque ? Justifier.

3. A l'aide du fond de carte "Carte des pentes" (*Données thématiques -> Développement durable, énergie -> Risque*) sur Géoportail, déterminer si l'itinéraire comporte ou non des passages à risques. Modifier au besoin l'itinéraire afin qu'il ne comporte pas de pente instantanée comprise entre  $30^\circ$  et  $45^\circ$ .