

HORS-SÉRIE neige et avalanches

Mesurer l'inclinaison d'une pente

L'inclinaison d'une pente est une information précieuse sur la difficulté et le danger d'une course, particulièrement sur la neige. Dans la mise en œuvre des méthodes de réduction du risque d'avalanche, il faut apprendre à l'évaluer. Plusieurs outils et techniques permettent de le faire avec une assez grande précision sur la carte comme sur le terrain.

L'inclinaison d'une pente se mesure relativement au plan de l'horizon. Cette mesure peut être exprimée en pourcentages (habituellement pour les routes), en grades ou en degrés d'angle. En montagne, on utilise par commodité la mesure de l'angle que la pente forme avec l'horizon, exprimée en degrés.

Pour réduire le risque, il faut connaître l'inclinaison des pentes que l'on convoite. Pour appliquer la méthode de réduction professionnelle du risque d'avalanche, on peut appliquer des facteurs de réduction en connaissant le plus précisément possible cette inclinaison.

1 SUR LA CARTE

Évaluation du passage le plus raide

La plupart des topo-guides de ski de montagne récemment parus renseignent sur l'inclinaison et la longueur de la partie la plus raide de la pente, dans le passage le plus difficile de la course. Toutefois, pour estimer un risque d'avalanche, il faut aussi connaître l'inclinaison des pentes qui dominent l'itinéraire. Quand on ne possède pas cette information, il est possible de l'estimer sur la carte à l'aide d'une règle graduée spéciale en mesurant le degré d'inclinaison correspondant au plus petit espace entre deux courbes de niveau, comme celle fournie avec ce magazine, ou en reproduisant sur un transparent celle de la fiche pratique n° 1.

Évaluation du passage le plus raide d'une pente à l'aide d'un inclinomètre sur une carte suisse au 1 : 25 000.



On procède comme suit :

- Repérer sur la légende de la carte l'équidistance des courbes de niveau : 10 mètres (la plupart des cartes françaises au 1 : 25 000) ou 20 mètres (IGN Top 25 Meije-Pelvoux ainsi que les cartes suisses au 1 : 25 000).

- Repérer sur l'ensemble de la pente l'espace le plus réduit entre deux courbes de niveau. Cet espace doit être mesuré perpendiculairement aux courbes de niveau, c'est-à-dire dans la ligne de la pente.

- Déplacer le clinomètre (appelé aussi inclinomètre) du plus grand chiffre vers le plus petit (ex : 35°, 34°, 33°...) jusqu'à faire coïncider l'espace de la règle avec celui qui sépare les deux courbes de niveau sur la carte. Attention ! Utiliser le côté de la règle adaptée à l'échelle de la carte.

- Lire la valeur la plus élevée à laquelle on ajoute 1° par précaution.

On obtient une estimation brute de l'inclinaison qu'il faudra vérifier sur le terrain. Si la pente présente un profil en S, l'inclinaison réelle de la pente sera supérieure à celle estimée sur la carte (voir ci-contre).

Évaluation de l'inclinaison moyenne d'une pente

- Avec une règle sur une carte au 1 : 25 000

Il est possible d'estimer l'inclinaison moyenne d'une pente sur une distance de 100 mètres à 1 000 mètres (avec des intervalles de 100 mètres sur l'abscisse) grâce à la seconde règle proposée dans la fiche détachable n° 1 (à photocopier sur un transparent).

- Vérifier l'échelle de la carte et l'équidistance des courbes qui doivent être de 1 : 25 000 et de 10 mètres pour le modèle que nous proposons.

- Déterminer sur la carte la taille de la pente dont on veut connaître l'inclinaison moyenne. Si, par exemple, on veut estimer la pente sur une longueur de 200 mètres, on ne travaille que sur la zone de la règle marquée « 200 mètres ».

- Faire glisser la règle jusqu'à faire coïncider les marques de la règle avec la zone dont on veut connaître l'inclinaison (photo ci-dessous à gauche).

- Lire la mesure de l'inclinaison de la pente (sur l'ordonnée).

- Avec un tableau de conversion
- Repérer le point haut et le point bas de la pente dont on veut connaître l'inclinaison et mesurer le dénivelé entre ces deux points. Exemple : point haut 3 250 mètres, point bas 2 950 mètres. Le dénivelé est de 300 mètres.
- Mesurer avec un double décimètre la distance séparant ces deux points. Exemple : 15 mm.

Grâce au tableau de conversion présenté sur la fiche pratique n° 1, évaluer l'inclinaison de la pente. Pour notre exemple, cela donne 39°.

NB : pour ceux qui ne rechignent pas devant une formule mathématique et qui voudraient faire leur propre tableau de conversion sur leur ordinateur, il faut appliquer la formule suivante :

Inclinaison en degrés = arc tangente (x-distance en mètre ; y-dénivelé en mètre) x 180/π

Sur un tableur, on notera :
inclinaison en degrés = ATAN2 (x ; y) * 180/PI ()

2 SUR LE TERRAIN

Mesurer la pente « à l'œil »

L'appréciation d'une pente n'est pas toujours facile car, vue de face, une pente peut paraître beaucoup plus raide que vue de profil. Il existe toutefois des méthodes à connaître. L'avantage de ces méthodes est de pouvoir apprécier à distance la raideur d'une pente sans avoir à s'y aventurer. Évaluer correctement l'inclinaison d'une pente sans outil est un art qui demande de l'expérience et une pratique régulière. Des indices permettent de se faire une idée assez précise.

- Dans les pentes parsemées de rochers, la partie la plus raide de la pente dépasse souvent 40°. Il en est de même pour les flancs de moraine dépourvus de végétation ainsi que les zones de déclenchement spontané de neige sèche et poudreuse (sans cohésion).

- Les parties de pente situées en dessous de grandes parois rocheuses sont généralement à 35°.

- Les pentes dans lesquelles on peut progresser à skis sans faire de conversions sont normalement inférieures à 30°.

Il est plus délicat d'estimer sans trop d'erreurs des pentes comprises entre 30° et 39°. Heureusement, les skieurs possèdent des bâtons ou une boussole pourvue d'un clinomètre !

À l'aide des bâtons

Deux méthodes sont utilisées pour mesurer la pente avec les bâtons : « le pendule » et « le bâton gradué ». On effectuera ces mesures sur un terrain sans danger.

Attention aux bâtons télescopiques dont la longueur peut varier et fausser la mesure.

• Le pendule

C'est la méthode la plus simple car elle ne nécessite ni calcul complexe, ni outil spécifique.

- 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 (photo 1).

- Redresser ce premier bâton en le faisant pivoter au niveau du haut de l'empreinte (photo 2).

- Avec le deuxième bâton, effectuer un mouvement de pendule pour le placer à la verticale (comme un fil à plomb) (photo 3).

- 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 (photo 4).

À 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°.

Le pendule



• Le bâton gradué

Cette méthode consiste à réaliser un triangle rectangle pour lire l'inclinaison sur le bâton vertical gradué avec du ruban adhésif. On considère le bâton de la rondelle au sommet de la poignée. Une demi-longueur de bâton (50 % ou 0,5) correspond à 27°.

- 58 % (ou 0,58 x taille du bâton) correspondent à 30°.

- 70 % (ou 0,7 x taille du bâton) correspondent à 35°.

- 84 % (ou 0,84 x taille du bâton) correspondent à 40°.

Exemple : si votre bâton mesure 120 centimètres de la rondelle au sommet de la poignée, cela donne : à 60 centimètres de la rondelle, placer une marque indiquant 27°.

- À 69,6 centimètres de la rondelle, placer une marque indiquant 30°.

- À 84 centimètres de la rondelle, placer une marque indiquant 35°.

- À 100,8 cm de la rondelle, placer une marque indiquant 40°.

Pour mesurer la pente, on procède de la manière suivante :

- Placer le bâton gradué verticalement (fil à plomb) (**photo 1**).

- Placer l'autre bâton perpendiculairement au premier (**photo 2**).

- Faire glisser le bâton non gradué du haut vers le bas jusqu'à ce que la poignée touche la pente. Veiller à maintenir l'angle droit entre les deux bâtons en s'aidant de la carte ou d'un bouquin (**photo 3**).

- Lire la mesure d'inclinaison sur le bâton gradué.

➤ Mesurer la pente avec un clinomètre

Certaines boussoles sont équipées d'un clinomètre permettant de

mesurer au degré près l'inclinaison d'une pente. Son utilisation est très simple :

- Placer un ski ou un bâton dans le sens de la pente (**photo 1**).

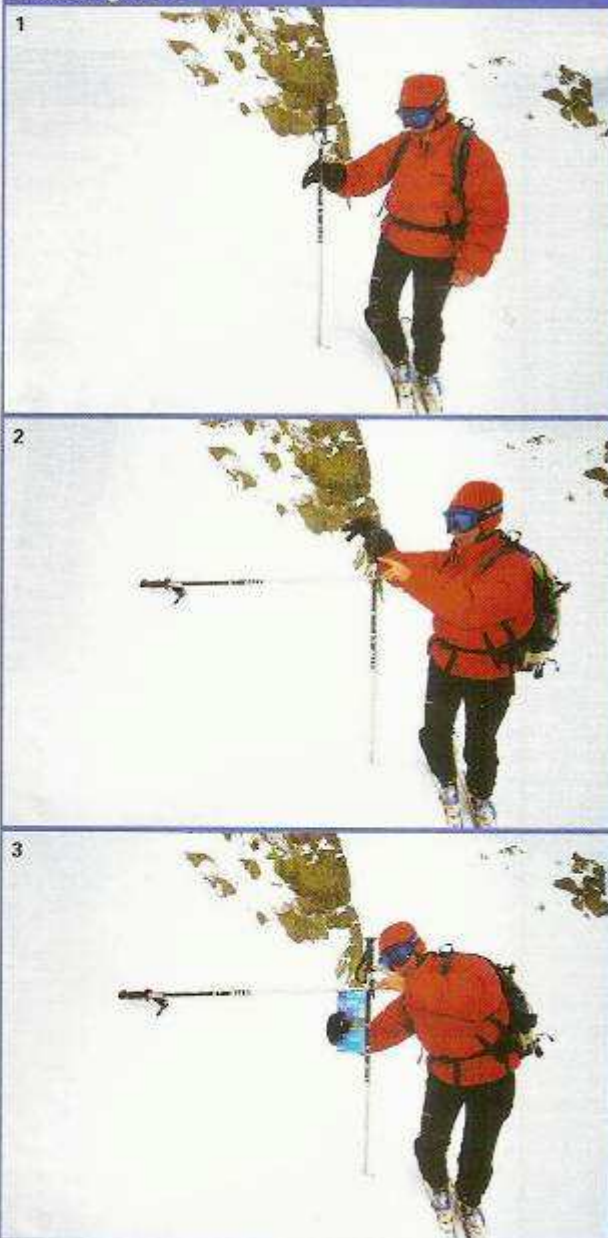
- Ajuster le cadran de la boussole afin que le clinomètre se place sur 0° à l'horizontale et 90° à la verticale (**photo 2**).

- Placer le clinomètre sur le ski ou le bâton et lire la valeur indiquée par la flèche (**photo 3**).

Cet outil peut être utilisé pour mesurer à distance l'inclinaison d'une pente, si celle-ci est visible de profil. Prendre un bâton et le placer à hauteur des yeux en le faisant coïncider avec le profil de la pente. Placer le clinomètre sur le bâton et lire la valeur indiquée par la flèche.

OLIVIER MORET

Le bâton gradué



Le clinomètre

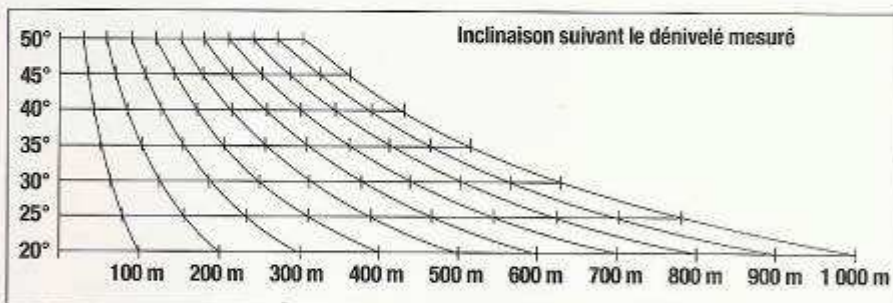


© OLIVIER MORET

La règle collée sur cette fiche et ces outils permettent d'évaluer l'inclinaison d'une pente sur une carte topographique. Pour utiliser les deux règles du haut, les photocopier à 100% sur une feuille transparente.

Attention, cette règlette n'est pas forcément à l'échelle, donc imprécise

mesurer l'inclinaison d'une pente



Carte au 1 : 25 000	Carte au 1 : 50 000	Équivalent en m sur le terrain	Dénivelé (en m) mesuré sur la carte															Carte au 1 : 10 000
Distance (en mm) sur la carte	20		40	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	mm sur la carte	
1	0,5	25	39	58	63	76												2,5
2	1	50	22	39	45	63	72											5
3	1,5	75		28	34	53	63	69										7,5
4	2	100		22	27	45	56	63	68									10
5	2,5	125			22	39	50	58	63	67								12,5
6	3	150				34	45	53	59	63								15
7	3,5	175				30	41	49	55	60	66							17,5
8	4	200				27	37	45	51	56	63							20
9	4,5	225				24	34	42	48	53	61	66						22,5
10	5	250				22	31	39	45	50	58	63						25
11	5,5	275				20	29	36	42	47	55	61	65					27,5
12	6	300					27	34	40	45	53	59	63					30
13	6,5	325					25	32	38	43	51	57	62	65				32,5
14	7	350					23	30	36	41	49	55	60	63				35
15	7,5	375					22	28	34	39	47	53	58	62	65			37,5
16	8	400					21	27	32	37	45	51	56	60	63			40
17	8,5	425						25	30	35	43	50	55	59	62	65		42,5
18	9	450						24	29	34	42	48	53	57	61	63		45
19	9,5	475						23	28	32	40	46	52	56	59	62	65	47,5
20	10	500						22	27	31	39	45	50	54	58	61	63	50
21	10,5	525						21	25	30	37	44	49	53	57	60	62	52,5
22	11	550						20	24	29	36	42	47	52	55	59	61	55
23	11,5	575							23	28	35	41	46	51	54	57	60	57,5
24	12	600							23	27	34	40	45	49	53	56	59	60
25	12,5	625							22	26	33	39	44	48	52	55	58	62,5
26	13	650							21	25	32	38	43	47	51	54	57	65
27	13,5	675							20	24	31	37	42	46	50	53	56	67,5
28	14	700							20	23	30	36	41	45	49	52	55	70
29	14,5	725								22	29	35	40	44	48	51	54	72,5
30	15	750								22	28	34	39	43	47	50	53	75
31	15,5	775								21	27	33	38	42	46	49	52	77,5
32	16	800								21	27	32	37	41	45	48	51	80
33	16,5	825								20	26	31	36	40	44	47	50	82,5
34	17	850									25	30	35	39	43	47	50	85
35	17,5	875									25	30	34	39	42	46	49	87,5
36	18	900									24	29	34	38	42	45	48	90
37	18,5	925									23	28	33	37	41	44	47	92,5
38	19	950									23	28	32	36	40	43	46	95
39	19,5	975									22	27	32	36	39	43	46	97,5
40	20	1000									22	27	31	35	39	42	45	100