



FEDERATION FRANCAISE DE SKI

FORMATION DES CADRES ALPINS

STAGE - EXAMEN DE TRACEUR NATIONAL ALPIN

SAISON 2017-2018

DOCUMENT DE FORMATION

LIVRET TRACEUR NATIONAL

EDITION 2018

Les modalités de tracés des épreuves alpines de Ski sont définies par la FEDERATION INTERNATIONALE DE SKI (FIS).

La FIS édite tous les quatre ans un règlement des concours Internationaux du Ski (R.I.S.).

Le R.I.S. précise, entre autres dispositions d'organisation et de déroulement des épreuves, les normes concernant les tracés et l'esprit dans lequel ils doivent être conçus.

S'il est facile d'apprendre des normes chiffrées, il est plus difficile de les appliquer précisément sur le terrain et encore plus difficile d'acquérir la sensibilité qui permet d'apprécier l'ensemble des facteurs à prendre en compte pour établir un bon tracé.

La lettre s'acquiert aisément, l'esprit est une conquête qui peut être longue. Le traceur est un homme de terrain.

DEFINITIONS

LA NOTION DE PORTE : la tradition, établie de longue date fait que les parcours des coureurs dans les différentes épreuves sont déterminés par le franchissement obligatoire de portes successives.

Chaque porte est matérialisée par un ou deux piquets (Slalom) ou par 2 ou 4 piquets groupés par 2, supportant 1 ou 2 banderoles (GS) ou 4 piquets groupés 2 à 2 supportant deux banderoles en Super Géant et en Descente).

La ligne de course naturelle d'un tracé est représentée par la ligne imaginaire la plus courte allant d'un piquet pivot à l'autre que le concurrent doit franchir.

Un tracé bien construit doit indiquer clairement le sens de passage des portes et ne laisser à ce propos aucune ambiguïté.

LA LIGNE DE PLUS GRANDE PENTE (L.P.) : sur un terrain en pente la ligne de plus grande pente est la ligne qui est perpendiculaire aux courbes de niveau.

Pratiquement cette ligne est imagée par la ligne de descente de l'eau ou d'une balle lâchée dans la pente. En chaque point passe une ligne de plus grande pente.

Par rapport à la L.P. on qualifie la porte d'horizontale (quand la ligne de franchissement est perpendiculaire à L.P.), de verticale (quand la ligne de franchissement se trouve dans la L.P.), d'oblique (quand la ligne de franchissement fait angle plus ou moins grand avec la L.P.). Sur le terrain il est très important pour le traceur de "voir" la L.P.

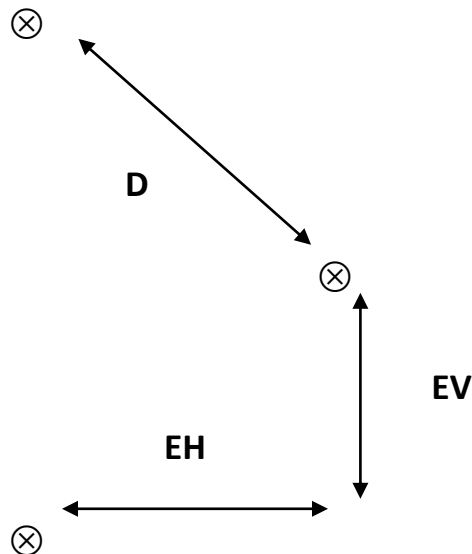
LA LIGNE DE COURSE : par la disposition des portes le traceur impose au coureur une série de virages à effectuer et à coordonner pour leur franchissement rapide. La ligne suivie dans cet enchaînement est appelée ligne de course. Afin de réduire son temps de parcours le coureur - d'une manière générale - s'efforcera de réduire le chemin parcouru par adoption d'une ligne directe.

Le traceur dessine une ligne de course, pendant la reconnaissance de l'épreuve le coureur étudiera cette ligne et décidera de sa stratégie de parcours en fonction de ses capacités et aussi de l'évolution de la piste.

LES PIQUETS PIVOTS : La ligne de course est définie par des piquets qui sont placés à l'endroit où le virage doit avoir lieu, on les appelle les piquets pivots.

PLACEMENT DES PIQUETS PIVOTS : en Slalom deux piquets pivots ne doivent pas être éloignés de plus de 13 m, (cas particulier des bananes = 12 à 18m) en Slalom Géant l'écart entre les piquets les plus rapprochés de deux portes successives ne doit pas être inférieur à 10 m.

Pour la commodité du repérage et pour la clarté du discours pédagogique, on définit de plus, sans que ceci ne figure sur aucun règlement, L'ECART HORIZONTAL et L'ECART VERTICAL.



ECART HORIZONTAL :

L'écart horizontal entre deux Piquets pivots successifs est la distance qui sépare les lignes de pente passant par la base des 2 piquets

ECART VERTICAL :

L'écart vertical entre deux piquets pivots successifs est la distance qui sépare les deux courbes de niveau sur lesquelles se trouvent placés ces piquets.

DISTANCE :

Longueur mesurée d'une porte à l'autre.

L'écart vertical est légèrement inférieur à la distance "d" qui sépare les deux piquets.

On peut définir le rapport des deux écarts EV et EH, et ce rapport définira la forme des courbes imposées.

- 1- Pour un écart vertical constant si l'écart horizontal diminue le coureur prend de la vitesse
- 2- Dans un tracé cohérent si la pente diminue l'écart horizontal doit aussi diminuer (et l'écart vertical augmenter) afin que le coureur conserve sa vitesse.
- 3- Dans un tracé cohérent si la pente augmente l'écart horizontal doit augmenter aussi pour que le coureur ne soit pas trop accéléré.
- 4- Pour une pente donnée si l'écart horizontal et l'écart vertical diminuent conjointement, la cadence augmente. Les temps de déclenchement sont plus rapprochés et les temps de conduite plus courts. On dit qu'il y a changement de rythme et de cadence.

REGLES COMMUNES AUX COMPETITIONS ALPINES

NUMEROTAGE :

Les portes doivent être numérotées à partir du départ.

Le Départ et l'Arrivée ne sont pas comptés dans le nombre de portes.

RECONNAISSANCE :

Les tracés doivent être terminés à temps pour permettre leur reconnaissance par les concurrents (R.I.S.)

C'est le Jury de compétition qui arrête toutes les dispositions concernant les reconnaissances.

PROFIL DU DEPART :

La plate-forme de départ doit être placée, éventuellement surélevée, de façon à ce que le coureur soit immédiatement en action.

ZONE D'ARRIVEE :

Elle doit être prévue suffisamment large et doit être durcie comme la piste pour permettre l'arrêt en sécurité des concurrents.

Elle doit être sécurisée pour éviter les collisions avec les coureurs précédents ou les spectateurs.

FIN DE PARCOURS :

La dernière porte (horizontale) d'un tracé doit conduire le concurrent au milieu de la ligne d'arrivée et ne pas être trop rapprochée de cette dernière.

MANQUE DE VISIBILITE :

Utilisation de colorant.

MESURE LINEAIRE DE LA PISTE :

La longueur de la piste sera mesurée en Super Géant et en Descente, il s'agit de mesurer la longueur de la ligne moyenne de course. Cette indication sera portée sur la feuille de résultat.

ARRIVEE :

L'arrivée est matérialisée par une ligne tracée au sol par du colorant. La ligne d'arrivée joint les deux poteaux d'arrivée qui doivent être protégés (matelas). Les poteaux peuvent être remplacés par deux bandes de tissu tendues verticalement et solidement arrimées.

FACTEURS DETERMINANTS DE TOUS LES TRACES :

- * Le terrain, son degré de pente, ses reliefs (le traceur doit le parcourir préalablement).
- * La nature de la neige. Si le tracé est établi la veille de l'épreuve prévoir les évolutions météorologiques possibles.
- * Les catégories d'âge et le niveau technique des participants.
- * Les impératifs de sécurité.

PIQUETS DE RESERVE :

Pour toutes les épreuves il faut prévoir des piquets et des banderoles de réserve.

APPROBATION DU TRACE :

Le Jury de compétition, peut demander une modification du tracé. Le traceur est un technicien au service du Jury de compétition.

PIQUETS ARTICULES :

- * Laisser entièrement libre l'articulation. Elle doit se trouver "au ras" de la neige (important).

REGLEMENT D'HOMOLOGATION DES PISTES :

- Toutes les compétitions doivent impérativement se dérouler sur des pistes homologuées par la FIS ou la FFS.
- La validité d'un certificat d'homologation est de 5 ans pour les pistes de D et de SG, et de 10 ans pour une piste de GS et de SL.

REGLES PARTICULIERES A CHAQUE DISCIPLINE

DISCIPLINE	SLALOM	GEANT	SUPER GEANT	DESCENTE
PISTE	Largeur : 40 m si les 2 manches sont tracées	Largeur : normalement 40 m mais dérogation	Largeur : 30 m mais dérogations	Largeur : 30 m minimum mais dérogations
PIQUETS	1 ou 2 piquets Piquets pivots articulés Hauteur 180 Bleus/Rouges Type A : Diamètre 29-32mm autorisés pour toutes courses FIS et FFS sauf enfants. Type B : Diamètre 25-28,9 Autorisés pour toutes courses FIS et FFS sauf CM	2 ou 4 piquets Piquets pivots articulés Bleus/Rouges	4 piquets Piquets pivots articulés Bleus/Rouges	4 piquets Pas de piquets extérieurs en cas de gêne
PORTES	Si 2 piquets : Largeur 4 à 6 m	Si 2 banderoles : Largeur 4 à 8 m	Horizontales: Largeur 6 à 8 m Verticales : 8 à 12 m	Largeur 8 m mini
DISTANCES ENTRE LES PORTES	Pour les figures : Double (2 portes) ou Chicane : Mini : 0.75 m Maxi : 1m Entre 2 portes successives : 6 à 13 m Banane : 12 à 18 m	Mini : 10 m entre les piquets les plus rapprochés de 2 portes successives	Mini : 25 m entre les piquets les plus rapprochés de 2 portes successives Peut être ramené à 15 m en cas de portes doubles ou triples ne dessinant qu'une seule courbe	
FIGURES	FIS Adultes : 1 à 3 chicanes de 3 ou 4 portes 3 doubles verticales au minimum 1 à 3 bananes Les figures doivent être tracées avec 2 piquets ainsi que la première et la dernière porte	Aucune obligation Possibilité de tracer des bananes Les figures doivent être tracées avec 2 piquets ainsi que la première et la dernière porte	Aucune obligation de figures Possibilité de tracer des bananes et des portes doubles ou triples ne dessinant qu'une seule courbe Si la configuration du terrain présente des bosses adéquates, elles devraient être utilisés pour présenter des sauts	Aucune obligation de figures Possibilité de tracer des courbes en 2/3 ou 4 portes Possibilité de sauts
BANDEROLES	Aucune	Bleues et Rouges ou Oranges H : 050 L : 0.75 1 m au dessus de la neige		
ARRIVEE	Largeur mini : 10 m	Largeur mini : 10 m	Largeur mini : 15 m	Largeur mini : 15 m
CONSEILS AU TRACEUR	- Débuter par une série de portes faciles à vitesse moyenne - Le tracé ne doit pas être une succession uniforme de portes standardisées - Ralentir les coureurs avant une rupture de pente	- Débuter par une série de portes faciles - Ne pas tracer uniquement dans la ligne de pente - Eviter les portes aveugles	- Utiliser judicieusement le terrain - Veiller à contrôler la vitesse - Veiller en cas de saut au degré d'inclinaison de la table et à la bonne	- Avoir tout d'abord à l'esprit, la sécurité des Coureurs - Rester sur des lignes qui écartent les coureurs des obstacles - Etre très attentif aux

	- Ne pas placer une porte juste sur une rupture de pente Ne pas placer une chicane sur une rupture de pente (CM) - Terminer par une série facile et une horizontale conduisant au milieu de la ligne d'arrivée	- Terminer par une horizontale conduisant au milieu de la ligne d'arrivée - La 2ème manche doit être retracée	préparation de la réception - Etre très attentif aux zones de dégagement sous les portes en cas de chute	zones de chute - Tracer en partie haute des traversées
--	--	--	---	---

APPRENDRE A TRACER SUR LE TERRAIN

1. Prendre conscience de la ligne de pente, des dévers, des contrepentes. Aligner une série de piquets dans la L.P.
2. Eduquer l'œil pour apprécier les espacements 10 m, 15 m, 25 m. Placer des piquets. Mesurer.
3. Placer des piquets pivots distants de 10 m et au rapport $\frac{EV}{EH} = 2$ et $\frac{EV}{EH} = 3$
 Prise de conscience de l'écart horizontal.
4. Sur pente moyenne uniforme placer une fraction de Slalom à un piquet (6 à 8 piquets à distance 11 m environ $\frac{EV}{EH} = 2$).
5. Apprendre à placer une double verticale
6. Même exercice et même recommandation pour le placement des chicanes à 3 ou 4 portes. Noter de plus, l'importance de la distance qui sépare la dernière porte de la chicane et la porte suivante. (Rééquilibrage du coureur qui a été accéléré au passage de la chicane).
7. Apprendre à placer une banane entre deux horizontales pour changer l'axe d'un parcours.
8. Apprendre à placer la première porte en fonction du profil de la pente.
 Apprendre à disposer les dernières portes d'un tracé.

LA SECURITE

En compétition le coureur skie à la limite supérieure de ses capacités techniques, les risques de chute ou de sortie de la piste sont ainsi augmentés.

Le traceur doit tenir compte de ce fait.

En cas de chute ou de sortie du tracé sur faute, le coureur peut être propulsé vers un obstacle. Le danger sera d'autant plus grand que l'obstacle sera plus rapproché, la vitesse plus grande, le sol dur et glacé.

Par la disposition judicieuse de son piquetage le traceur devra :

- faire aborder les parties difficiles et dangereuses de la piste à vitesse contrôlée. Il faut alors arrondir le tracé en amont.
- placer chaque porte en prenant conscience de la zone d'échappement en cas de chute ou de sortie (zone de sécurité).
- changer l'axe du tracé pour s'éloigner d'un obstacle.

Quelle que soit la maîtrise du traceur la sécurité ne sera assurée autrement que par la protection des obstacles et ce particulièrement en Descente et Super Géant.

Le placement des protections est du ressort du Directeur de l'Epreuve et du Chef de Piste sous la responsabilité du DT.

Il faut retenir à ce propos qu'un skieur lancé à 30 m/seconde soit 108 Km à l'heure va aussi vite qu'après une chute libre de 45 m (15ème étage d'un immeuble).

Pour obtenir une décélération efficace et non traumatisante le système de protection doit permettre au freinage de se réaliser sur une distance d'amortissement suffisamment longue pour que l'arrêt soit progressif. (Mise en place de plusieurs lignes de filets B 2m50 de hauteur)

➤ Veiller à avoir une largeur minimum de 2m entre les rangées de filet afin d'éviter l'effet tremplin lorsqu'une ligne de filet se couche lors d'une chute sur une autre rangée de filet.

Pour assurer la protection des coureurs, il faut éliminer :

- Les filets cannes (Filets dont les piquets sont métalliques ou en fibres de verre et cassants)
- Les bottes de paille. (Elles sont incompressibles et ne présentent pas d'élasticité. Mouillées puis gelées, elles sont aussi dures que des blocs de béton).
- Les matelas de mousse qui ne sont efficaces qu'à très faible vitesse.
- Les skis, pelles ou râpeaux des contrôleurs plantés dans la neige au bord du tracé
- La présence de personnes sous les portes et dans les zones d'échappement (Entraîneurs/contrôleurs/pisteurs/photographes/spectateurs)

Pour assurer une protection efficace on peut utiliser :

- Les « AIR FENCE » structures gonflables de 6 m de long.
- Les filets A (3.50 à 4m de hauteur) suspendus à des potences dont la base doit être complétée par une bâche prise dans la neige pour rendre impossible le passage dessous.
- Les filets B (2m/2.50m de hauteur) à mailles fines (70x70mm ou 50X50mm) suffisamment résistants et élastiques, montés sur des piquets espacés de 1.50m à 2m et à distance suffisante de l'obstacle.
- Les filets C (1m30 de hauteur) montés sur des piquets non cassants.

Pour protéger un obstacle unique (pylône de remontée) on utilisera des filets triangles ou un filet B que l'on dispose en 2 ou 3 allers/retours devant l'obstacle.

En cas de mauvaise visibilité, il faudra répandre du « colorneige » sur la piste. Ceci est aussi une mesure de sécurité.

Les Descentes et les Super Géants doivent être courus si possible à l'heure d'éclairage maximum de la piste.

PREPARATION ET ENTRETIEN DE PISTES

A – Avènement de la neige de culture

Depuis les années 1980, confrontées au problème de la raréfaction des chutes de neige et du réchauffement, la plupart des stations de Sport d'Hiver se sont équipées d'**enneigeurs**.

Le principe de la fabrication artificielle de neige consiste à pulvériser sous pression des gouttelettes d'eau dans de l'air suffisamment froid pour que celle-ci se solidifie avant d'arriver au sol. Le canon à neige

(équipé d'un ventilateur) sépare ces gouttes d'eau pour les ramener à de petite taille et facilite ainsi leur transformation en glace. **La fabrication de 2m³ de neige nécessite l'utilisation de 1m³ d'eau liquide.**

La neige de culture se différencie de la neige naturelle par des différences de forme (grains de formes diverses pour la neige naturelle et grains ronds pour la neige de culture). La masse volumique de la neige artificielle est beaucoup plus élevée que celle de la neige naturelle (330 kg/m³ pour la neige artificielle contre 70 à 200 kg/m³ pour la neige fraîchement déposée au sol ; la densité dépendant beaucoup des conditions météorologiques lors de la chute de neige).

Masse volumique de la glace= 917 Kg/m³ à 0°.

Densité de la neige par m ³	
Neige naturelle	70 - 200 kg/m ³
Neige de culture	350 - 400 kg/m ³
Neige injectée	500 - 700 kg/m ³
Glace	917 kg/m ³
Eau	1.000 kg/m ³

Pour les Coupes du Monde, les densités suivantes sont recherchées:

Slalom : Dames 550 kg/m³; Hommes 650 kg/m³

Slalom Géant: ladies 500 kg/m³; men 550 kg/m³

Parmi les avancées technologiques de ces dernières années, une méthode permet de produire plus de neige et de meilleure qualité. Un additif, une protéine cryogène, permet ainsi de fabriquer de la neige même s'il ne fait pas assez froid pour utiliser les canons à neige. La protéine est extraite de cultures de bactéries : *Pseudomonas syringae* et concentrée dans le produit appelé « **Snomax** ». Elle permet d'accélérer la cristallisation de l'eau. Elle démarre alors 2 à 3°C au-dessus de la température habituelle. En outre, cette protéine permet de réduire les quantités d'eau et d'énergie nécessaires pour fabriquer la neige artificielle.

Pourtant, utiliser cette protéine dans le milieu naturel suscite des polémiques car elle provient d'une bactérie.

Elle est autorisée dans certains pays mais interdite ou réglementée dans d'autres (Autriche/France par exemple). Deux équipes de recherche du CEMAGREF à Grenoble et de l'université de Turin en Italie se sont associées afin d'étudier les impacts de ce produit sur l'environnement.

Les techniques classiques, basées sur une pulvérisation d'eau dans l'air froid, trouvent cependant leurs limites dans le nombre d'heures de froid disponible. Force est de constater que ces systèmes, inefficaces

en températures marginales (c'est à dire au-dessus de $- 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), ne suffisent pas toujours à garantir l'enneigement.

Un nouveau système, baptisé **Canon à Neige Tout Temps**, répond maintenant à ce besoin. Equipé d'un groupe de froid, il permet la production de neige quelle que soit la température extérieure. Son principe de fonctionnement repose sur la production de glace en écaille. (Ice Crasching System)

Depuis le début des années quatre-vingt-dix, cette technologie s'est développée tant en plein air qu'en intérieur (Snow dômes)

B - La préparation d'une piste pour la compétition ou l'entraînement

- Travailler la neige avec des machines équipées de fraises les jours précédents les entraînements et la course.

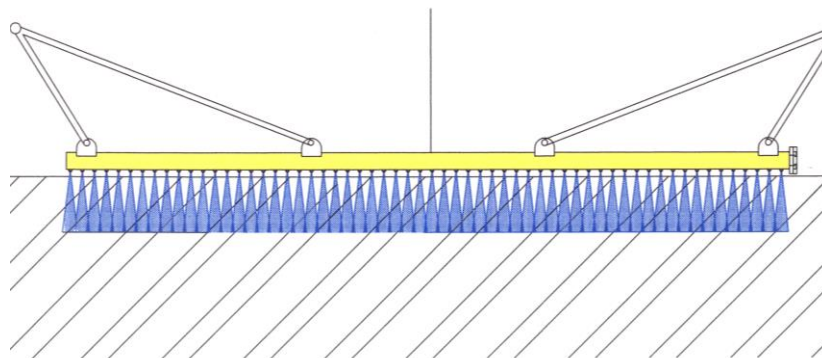
- Ne pas oublier que les à-côtés de la piste doivent être damés suffisamment larges et que les zones de sécurité (en aval des virages, dévers, etc.) ainsi que l'aire d'arrivée doivent être damées et entretenues comme la piste elle-même.

- Veiller spécialement à tasser la neige en profondeur dans les zones de réception de saut, les crêtes, les dévers, les compressions, le dernier tiers des virages, les parties exposées au soleil.

- Dans le cas où il y a nécessité de rapporter de la neige ou de durcir celle-ci dans un passage peu enneigé et dont le revêtement se dégrade rapidement, arroser la neige (en cas de température diurne en dessous de 0°) puis adoucir le revêtement soit en "râtelant" fortement soit par l'apport de sel : chlorure de sodium (effet inverse sur la glace).

- Depuis les années 1990, est apparue également une technique de préparation des pistes de compétition qui consiste à injecter de l'eau sous pression dans le manteau neigeux à l'aide d'une barre à injection.

Ce procédé a été développé par un autrichien qui lui a donné son nom « Christian STEINBACH »



- En cas de neige très humide et de redoux important, il est possible de durcir toute la piste en utilisant du sel de route ou du durci neige comme suit :

- 1) Equipe de dameurs à pied.
- 2) Equipe de saleurs.
- 3) Equipe de lisseurs
- 4) Prévoir un laps de temps lié à l'action du sel de 15 à 20 mn avant de faire partir la course.

C - Entretien d'une piste pendant les entraînements et les courses

- Il faut distinguer le travail sur la piste en raison d'une dégradation du manteau neigeux lié aux surpressions qu'exercent les coureurs sur la ligne de course et l'entretien courant réalisé par le lissage de la piste.
- Le travail sur la piste durant les épreuves de vitesse nécessite des interruptions de course.
- Prévoir des équipes d'entretien mobiles ou fixes munies de pelles ou râtaux afin d'écrêter les reliefs nés du passage successif des coureurs, supprimer les bourrelets (chasse neige ou pelle ou râteau.) Il faut tasser la neige en entrée et en sortie du trou (dos de la pelle) et abaisser le dévers qui se forme à l'intérieur le long de la courbe.
- Ne pas oublier d'entretenir les zones de sécurité et l'aire d'arrivée.

D - Préparation d'une piste en cas de chute de neige peu importante (maximum 2 à 7 cm)

- Enlever la neige en dérapant, puis la sortir soit à la pelle soit en la damant avec une machine, en enlevant les piquets extérieurs des portes. (GS/SG)
- Veiller à sortir la neige loin à l'extérieur de la courbe lors des lissages afin d'éviter qu'un coureur ayant une trajectoire trop large ne vienne se bloquer dans le bourrelet formé par les passages répétés des lisseurs.
- Ne pas hésiter à stopper en cas de dégradation grave et accumulation de bourrelets, pour remettre en état le parcours.

E - Préparation d'une piste en cas de chute de neige importante

- Possibilité en cas de températures négatives, d'ouvrir la piste avec les machines sans fraiser de façon à permettre au froid de pénétrer dans le manteau neigeux. Ne pas laisser ouvert plus de 2 à 3 heures afin d'éviter la formation de gobelets de givre.
- Puis damer plusieurs fois la piste complètement avec les machines munies de fraises,
- Mettre une équipe de lisseurs avant le départ des ouvreurs.
- Neutraliser la piste durant un certain temps (action de durcissement),
- Dans certains cas, par temps humide et froid, attendre quelques heures (durcissement de la surface).

Cas de vent violent

En cas de vent violent, seul le jury est habilité à décider de l'exécution de la course ou de son annulation, quelques astuces cependant dans ce cas :

- N'utiliser qu'un seul piquet articulé sur la banderole intérieure en GS et en SG.
- Mettre les banderoles en croix pour limiter la prise au vent.

F - Préparation en cas de chute de neige, les tracés étant piquetés

Couche peu importante : (maximum 2 à 7 cm de neige fraîche)

- Dérapier et chasser la neige, enlever la neige à la pelle notamment dans les virages,
- Damer les parties plates.
- Dégager à la pelle la neige accumulée autour des piquets pivots pour :

- => Permettre au coureur de skier sur une ligne de course la plus proche possible du piquet.
- => Eviter que cette accumulation de neige présente un danger pour le coureur (effet tremplin ou risque de planter la spatule dedans)

Couche importante : 2 possibilités :

1) Faire lisser les coureurs puis passer un engin de damage pour lisser le bourrelet qui s'est constitué après le lissage en évitant de passer sur la ligne de course.

Un skieur devance la machine en descendant pour enlever les portes extérieures.

2) Retracer après avoir fait passer 2 ou 3 fois les engins de damage.

G - Entretien de la piste durant une épreuve

Si la piste se creuse, trous ronds, neige assez douce :

- * adoucir les trous en passant en chasse-neige, (ne pas remettre de la neige).
- * abaisser à la pelle l'entrée et le rebord intérieur de la partie inférieure du trou.

Si la piste se creuse, neige assez dure en surface :

- * adoucir les rebords du trou en passant en chasse-neige,
- * couper l'arête du trou à la pelle dans sa partie aval,
- * élargir si nécessaire le trou,
- * ne pas remettre de la neige dans le trou.

Si la piste se creuse en "escalier", neige durcie par le sel :

- * effectuer des "râtelages" soit avec les griffes, soit avec la lame (râteau double emploi).

Si la piste se creuse en "escalier", neige durcie par l'action de l'humidité puis du froid :

- * râtelage des bourrelets, casser à la pelle si nécessaire la partie aiguë de ceux-ci.

Si plaques de glace :

- * râtelage, adoucir avec du sel.

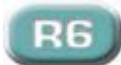

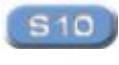








Trucs et astuces :

Dans tous les cas où le traceur a un doute sur le tenu du manteau neigeux lors d'une course ou d'un entraînement, il est impératif d'éviter des tracés trop rapides car :

- En cas de neige fraîche, le trou qui va se former va devenir au fil des passages de plus en plus dangereux pour les coureurs
- En cas de neige seulement dure en surface, avec la vitesse, deux trous se forment dans les portes : un premier trou au niveau de l'appui des coureurs, et un second sous la porte lié à l'effet tremplin du premier trou.

EN SAVOIR PLUS

➤ Les nouveaux enneigeurs

				
		Rubis	Borax6 double tête	Safyr
	débit d'eau	2,3 à 17 m ³ /h 21 à 40 Nm ³ /h	8 à 25 m ³ /h	3 à 47 m ³ /h 52 à 92 Nm ³ /h
	Plage de production optimum	-2 / -15°C	-2 / -15°C	-3 / -20°C
	rapport air/eau	4 à -4°C 2 à -10°C	33 à -4° 15 à -10°	8 à -4°C 2,5 à -10°C
	projection	10 à 40 m	10 à 40 m	10 à 50 m
	mobilité	Fixe sur perche	Fixe sur perche	Fixe sur perche
	pression d'eau	18 à 70 bar	7 à 11 bar	25 à 80 bar
	poids	400 Kg	98 Kg	110 Kg
	émissions sonores	68 DbA à 50 m de côté		62 DbA à 50 m de côté

➤ Propriétés mécaniques de la neige

- ✓ La neige résiste mieux à la compression qu'à la traction.

La compression qui rapproche les cristaux favorise la création de liens solides entre eux (les dendrites s'entremêlent et des ponts de glace se forment au point de contact entre deux grains). A l'inverse, si on étire une couche de neige la solidité des liens diminue.

- ✓ La neige présente différents types de cohésions.

Au moment de la chute et aussitôt après, les dendrites des cristaux enchevêtrés permettent à la neige d'adhérer sur des pentes très raides. C'est la cohésion dite de feutrage.

Les cristaux réduits en grains fins (par effet du vent, des chocs...) acquièrent un autre type de cohésion dite de frittage ; dans ce cas, la cohésion est due à des ponts de glace qui soudent les cristaux les uns aux autres. Ces ponts de glace entre les grains se forment au niveau de leurs points de contact. Ces zones de forte concavité sont le lieu privilégié de condensation solide.

Lorsque la neige est humide, elle peut rester en équilibre sur la pente, les grains étant liés entre eux par une mince pellicule d'eau. C'est la cohésion capillaire. En outre, le manteau neigeux gèle généralement la nuit, ce qui soude les grains par des ponts de glace. C'est la cohésion de regel.

✓ La neige est un "fluide visqueux".

Malgré sa cohésion, la neige s'écoule lentement vers le bas de la pente. Ce mouvement lent et continu (la reptation) est de l'ordre de quelques mm par jour. En présence d'eau à l'état liquide, la viscosité diminue, le mouvement s'accélère, la neige coule littéralement sur la pente.

✓ La neige se tasse au cours de l'hiver

Le poids des couches successives accumulées au sol, la transformation des cristaux étoilés en grain qui occupent moins de place, l'action du vent et de la pluie, font que les 30 cm d'une chute de neige de Décembre ne représentent plus qu'une strate de 8 cm en Mars.

➤ **Propriétés thermiques de la neige**

- La neige est un très bon isolant thermique : grâce à l'air qu'elle contient, même par une température de -20°C , si le manteau neigeux est assez épais (son épaisseur doit dépasser les 50 cm), la température près du sol reste voisine de 0°C . Ceci est lié au flux géothermique qui réchauffe en permanence la base du manteau neigeux par rediffusion d'une chaleur emmagasinée tout au long des saisons précédentes d'une part et d'autre part par diffusion de la chaleur émise par le noyau terrestre.

- La neige étant blanche, elle renvoie une grande partie des radiations solaires visibles dans un rapport, appelé *albédo*, qui varie de 0,90 à 0,45 suivant que la neige est fraîche ou vieille, alors que l'albédo moyen du sol déneigé est 0,16 et celui de l'océan 0,07.

- La capacité calorifique définit la quantité de chaleur nécessaire à un corps pour élever sa température, elle s'exprime en calorie / gramme / $^{\circ}\text{C}$. La capacité calorifique de la neige est celle de la glace, la masse d'air étant négligeable ; elle dépend de la température de la neige (à 0°C elle vaut $0,5 \text{ cal / g / }^{\circ}\text{C}$).

➤ Evolution de la neige

Définition du gradient

Un gradient de température exprime un taux de variation de température par unité de longueur.

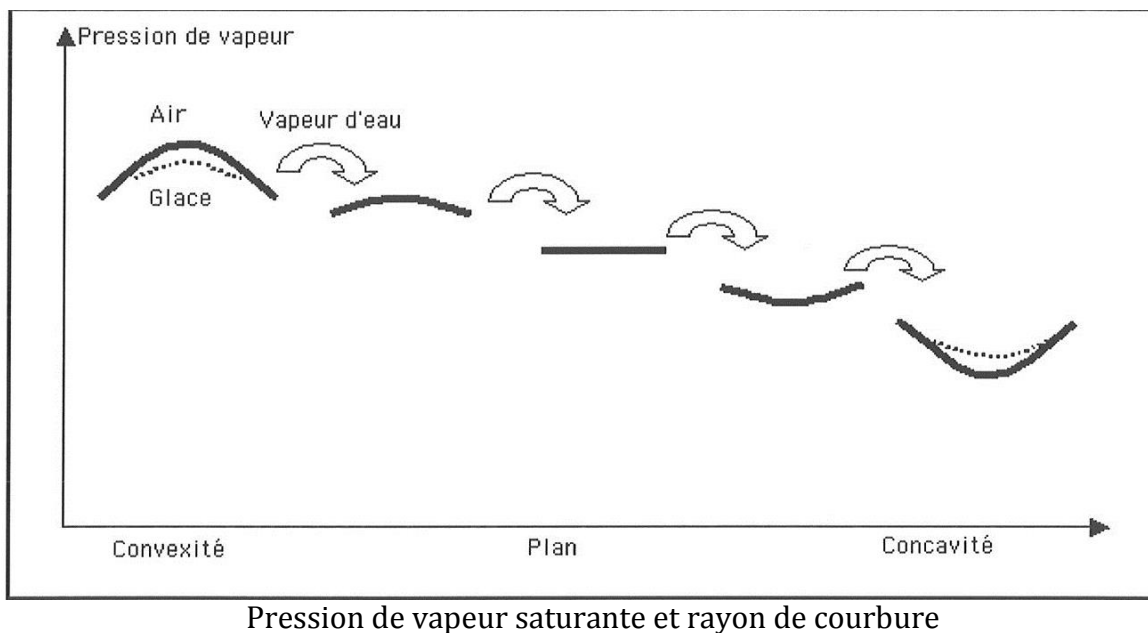
➤ La métamorphose isotherme

La tension de vapeur étant fonction du rayon de courbure et de la courbure (convexité ou concavité), sur une surface de glace irrégulière, elle ne peut être en équilibre au-dessus des pointes et des creux. Cette tension de vapeur tend alors vers une pression moyenne, inférieure à la tension saturante au-dessus des convexités et supérieure à la tension saturante au-dessus des concavités. Les pointes deviennent donc des zones de sublimation et s'estompent. Les parties creuses deviennent des zones d'accumulation où la vapeur se condense directement sous forme de glace.

Donc "l'autodestruction" de la forme originale du cristal de glace résulte en fait d'une recherche d'équilibre entre les différentes tensions de vapeur et s'accompagne d'un transfert de matière des zones sous saturées (les convexités) vers les zones sursaturées (les concavités).

Les cristaux de glace tendent donc vers une uniformisation. Les grains les plus petits vont disparaître au profit des plus gros qui grossiront.

Le schéma suivant montre l'évolution des pointes et des creux.



➤ ***La métamorphose de gradient***

La présence d'un fort gradient de température dans la neige va activer des transferts de vapeur par diffusion et même par convection. Ces mécanismes provoquent une ascendance de l'air et donc de vapeur inclus dans le manteau neigeux. Au contact de grains plus froids, généralement les grains situés juste au-dessus des grains se sublimant, il se produit une condensation solide de la vapeur. Ce dépôt provoque un grossissement des grains par la base, dont la taille peut atteindre plusieurs mm.

Le premier stade visible de cette métamorphose est la formation de facettes sur les cristaux. Puis, au cours du grossissement, des stries apparaissent sur les facettes (dont l'apparition est encore mal expliquée).

Elles peuvent se développer en gradins et deviennent de plus en plus nombreuses. Les grains deviennent alors plus volumineux. Leurs formes sont très variées : pyramides creuses à base hexagonale, bâtonnets allongés.

Quelle que soit leur forme, ces cristaux ont en commun un manque total de cohésion entre eux : c'est la neige en gobelets, encore appelée "neige pourrie".

C'est une métamorphose constructive.

Mais, alors que dans la métamorphose d'isothermie, la diffusion de vapeur se fait dans toutes les directions, cette diffusion de vapeur se fait selon une direction privilégiée (l'axe vertical) privilégiant ainsi l'accroissement de la base du grain par rapport à son sommet.

➤ ***La métamorphose de fonte***

Cette transformation est observable l'hiver lors d'un redoux sensible ou plus tard en saison avec le réchauffement printanier. C'est la phase ultime d'évolution du manteau neigeux avant sa disparition. Lorsque le manteau neigeux contient de l'eau liquide, les plus petits grains fondent et par capillarité, l'eau de fonte entoure certains cristaux qui deviennent des grains bien arrondis. Quand il fait froid, ils sont parfaitement soudés mais ils perdent leur cohésion dès que les ponts de glace qui les relient dégèlent.

➤ ***Les échanges de la neige avec l'atmosphère***

La neige subit enfin une dernière métamorphose liée à son pouvoir d'émission (rapport entre l'énergie rayonnée et la valeur d'un corps noir qui lui est sensé absorber la totalité des rayonnements et émettre en permanence un rayonnement en puisant son énergie dans son stock de calories abaissant ainsi sa température). On voit donc que la neige puisant continuellement dans son stock de calories émettra en permanence de jour comme de nuit un rayonnement infrarouge et qu'en l'absence de compensation sa température subira une baisse continue, c'est surtout la nuit par temps clair que cette baisse est notable alors que durant la journée, surtout par ciel couvert le rayonnement solaire compensera cette perte.

L'air et la neige tendent toujours à un équilibre thermique, il y aura donc des échanges de calories, le vent peut activer ces échanges et conditionne ce flux sensible. L'humidité dans un air non saturé provoque la sublimation de la neige de surface, ce changement de phase s'accompagne aussi d'une perte de calories liée à la chaleur latente de sublimation (678 cal / g) c'est donc un refroidissement de la neige ; d'autre part la vapeur d'eau contenue dans l'air absorbe le rayonnement infrarouge émis par la neige et le réémet, un air très humide freine donc le refroidissement de la neige de surface. La pluie peut, elle aussi, apporter des calories au manteau neigeux, sans provoquer une fusion significative (10mm de pluie à +5° ne font pas fondre plus d'un centimètre de neige à 0°), par contre la pluie crée des chemins de percolation.

Au moment de se déposer au sol, le grain de neige de culture ressemble donc à un grain de forme sphérique et de diamètre variable, conditions de ses paramètres de fabrication et de la technologie utilisée.

Dans le cas de neige sèche, c'est à dire avec une température négative au sein du manteau, les échanges thermiques dirigeront le cristal de neige constitué vers une structure s'apparentant au grain fin. Ses évolutions et métamorphoses rejoindront les cas de figure enregistrés pour la neige naturelle, représentant un atout de pérennité du manteau de neige constitué.

Dans le cas d'une neige humide dont la température est le point d'équilibre entre les 3 états de l'eau, soit 0°C, et pour des températures d'air extérieur, équivalentes ou supérieures à 0°C, si dans un premier temps le regel de l'eau interstitielle donne une cohésion importante, sa fonte en créant des chemins de percolation est un acteur privilégié d'altération, ouvrant la possibilité d'une transformation en grain rond rapide et d'un faible albédo générant un réchauffement plus actif des différentes strates de surface.

Finalement si le mécanisme de production de cette neige est bel et bien artificiel parce que, instantané et intensif, la neige de culture reste naturelle, répondant à des règles physiques similaires tant pour sa formation que pour son évolution. Nous ne pouvons donc que bannir à tout jamais le terme de neige artificiel de nos langages et y préférer celui de neige de culture.



TABLEAUX RECAPITULATIFS DES DENIVELEES ET NOMBRE DE PORTES

⇒ **Epreuves Internationales – Fédérales**

Suivre le lien ci-après :

<http://www.ffs.fr/pdf/reglements/REGALPIN/FFSreg-alp1e.pdf>