

Le ski : rapports physiques et techniques des différentes disciplines

Stéphane Bulle

PLAN DU CHAPITRE

- **Présentation des disciplines du ski**
 - Les disciplines olympiques
 - Les disciplines non olympiques
- **Caractéristiques des disciplines du ski**
- **Les paramètres étudiés**
 - Le poids
 - La taille
 - La force
 - Coordination, rapidité d'exécution
 - Endurance/récupération
 - Représentation spatiale

Les instances fédérales nationales (FFS) et internationales (FIS) s'occupent de nombreuses disciplines réunies sous l'item ski.

Dans une même fédération, nous allons prendre en charge le skieur alpin, le skieur nordique, mais aussi le sauteur et le freestyleur, tous les sports sur neige. Toutes ses disciplines regroupent son lot de pathologies. Et ces disciplines sont à haut potentiel de lésions traumatiques [1].

Cette pluralité entraîne aussi des particularités tant au niveau des aptitudes demandées que des pathologies induites ou accidentelles.

Le propos de ce chapitre sera de présenter certaines particularités cliniques à une discipline de neige. À chaque discipline correspond des exigences et donc un profil plus adapté [2]. Au préalable, nous présenterons les différentes disciplines du ski.

Présentation des disciplines du ski

Selon la définition du dictionnaire sport-santé, le ski est un sport permettant de se déplacer sur la neige à l'aide d'un matériel spécifique et adapté. Chacune de ses disciplines se pratique dans des environnements naturels, aménagés ou pas. On distingue les disciplines dites « olympiques » et « non olympiques ».

Les disciplines olympiques

■ **Ski alpin** : sur des domaines skiables sur pistes damées ou en hors piste. Il est possible de pratiquer dans des tracés (descente, super-géant, slalom géant ou slalom spécial). Le ski alpin est une discipline caractérisée comme technique (figure 3.1).

■ **Ski de fond** : sur des domaines skiables, sur piste damée ou hors piste, en ski classique (alternatif) ou skating (pas de patineur). C'est la discipline d'endurance par excellence, même si en compétition est apparu récemment un format de « sprint », beaucoup plus court, qui requiert donc des qualités d'endurance et de force (figure 3.2).



Figure 3.1. Ski alpin.

Source : Agence zoom.



Figure 3.2. Ski de fond.

Source : Agence zoom.

- **Biathlon** : ski de fond (avec exclusivement la technique des pas de patineurs), sur pistes damées, sur des domaines skiables équipés d'un « stade de tir » réglementé (tir à la carabine 22 long rifle à une distance de 50 m dans deux positions différentes : couché et debout). La carabine est portée dans un fourreau pendant la course. Des tirs au laser sont pratiqués lors des entraînements (figure 3.3).
- **Snowboard** : planche équipée d'une paire de fixations (il en existe plusieurs types) et d'une paire de bottes adaptées, utilisée sans bâtons. La position sur la planche est inspirée de celle du surfeur de profil, les pieds en travers l'un derrière l'autre. Plusieurs types de pratiques existent : snowboard-cross avec départ simultané à plusieurs concurrents, freestyle ou half-pipe, sur parcours et ateliers aménagés (figure 3.4).



Figure 3.3. Biathlon.

Source : Agence zoom.



Figure 3.4. Snowboard ; snowboardcross.

Source : Agence zoom.

■ **Ski freestyle** : groupe de disciplines utilisant des skis alpins, basées sur la réalisation de figures acrobatiques ou de parcours aménagés incluant des sauts. Les disciplines sont : ski de bosses (figure 3.5), skicross, freestyle,



Figure 3.5. Ski freestyle ; ski de bosses.

Source : Agence zoom.



Figure 3.6. Le slopestyle = activité gymnique.

Source : Agence zoom.

half-pipe. À noter, le skicross fait désormais partie des disciplines alpines, slopestyle (figure 3.6).

■ **Saut à ski** : discipline se pratiquant sur des tremplins aménagés. Une progressivité des équipements permet de pratiquer à des niveaux d'engagement variés (figure 3.7).



Figure 3.7. Saut à ski.

Source : Agence zoom.

- **Combiné nordique** : discipline combinant la pratique du ski de fond et du saut à ski sur terrain aménagé (pistes de ski de fond et tremplin de saut à ski).

Les disciplines non olympiques

- **Télémark** : c'est un sport de glisse sur neige qui, de par le fait que les talons sont libres sur des skis de type alpin, permet de descendre, sauter et monter sur tous types de terrain et aussi bien sur piste que hors piste.
- **Ski de vitesse** : discipline se pratiquant avec des skis de type alpin sur des pistes aménagées sécurisées et sans obstacle où le but est d'atteindre la plus grande vitesse en ligne droite. Cette discipline est plus particulièrement dédiée aux adolescents, encadrés avec conseils techniques et sécuritaires.
- **Ski de randonnée** : discipline qui consiste à parcourir la montagne avec un matériel de glisse permettant de monter et de descendre. Cette discipline allie les qualités de fond et de ski alpin.

Caractéristiques des disciplines du ski

Les caractéristiques de chaque discipline sont décrites au [chapitre 6 \(tableau 6.1\)](#).

Les paramètres étudiés

Chaque athlète de la fédération est vu en consultation au centre de médecine du sport deux fois par an. Lors de cette consultation, le patient est examiné et nous recueillons un ensemble de données cliniques dans le cadre de la surveillance médicale réglementaire. L'ensemble de ces données récoltées dans le cadre de ce suivi nous permet un profilage de nos athlètes en fonction des disciplines.

La littérature du ski nous permet aussi de décortiquer la pratique et de rapprocher certaines aptitudes physiques de la performance.

Nous analyserons successivement les paramètres : poids, taille, force, vitesse, endurance, représentation spatiale.

Le poids

Une des premières mesures collectées lors de l'examen clinique est évidemment la masse de l'athlète. Celle-ci nous permettra de voir son évolution tout au long de la carrière de l'athlète et nous sert aussi de profilage dans certaines disciplines. Si on prend une discipline comme le saut spécial ([figure 3.7](#)), la performance est liée à bon nombre de paramètres, les skis, la combinaison, et les capacités de l'athlète [3].

Mais le poids est un déterminant majeur de la performance plus l'athlète est léger plus il atterrira loin [4]. Le recrutement des athlètes performants dans ces

disciplines passe donc évidemment par une mesure de poids en continu. Ceux ayant une difficulté à stabiliser un poids le plus bas possible ne sont pas retenus. La problématique est quasi inverse en ski alpin. Sur les disciplines de vitesses, pour performer, il faut des skieurs massifs (figure 3.1). Le constat est rapidement fait en empirisme pur.

« Les gros vont vite ». Sur un podium de coupe du monde de descente, la moyenne des poids des athlètes avoisine les 100 kg. Cette donnée n'est pas retrouvée dans les disciplines techniques. Les contraintes de la pratique sélectionnent les athlètes en fonction de leur gabarit. C'est un constat [5].

Le poids peut aussi être un facteur de contre-performance. Le ski nordique en est un exemple particulier, là où il est important d'« emmener » le moins de masse possible. Comme tous les sports d'endurance la logique est la même, puisque le skieur se déplace à la force de ses bras et de ses jambes [6], il faut être le plus « rentable » possible, optimiser le rapport masse maigre/masse grasse. Les pathologies microtraumatiques induites par la pratique intensive dépendent aussi de ce rapport poids/puissance [7].

La taille

Lors de ces dernières années, le monde du ski a vu arriver un nouveau profil d'athlète. Les slalomeurs, qui pendant longtemps ont été des gabarits plutôt petits deviennent au fil des années des athlètes beaucoup plus grands. La technique développée par ces derniers permet de raccourcir le chemin entre deux portes et donc de diminuer le temps de parcours. En effet les grands segments permettent de laisser le buste sur une ligne plutôt rectiligne et de ne faire se déplacer que les jambes.

Le saut est également une autre discipline où la taille est très importante [4]. La taille des skis est calculée en fonction de la taille des athlètes. La prise de mesure se fait debout jambes écartées. On mesure la distance du vertex à l'entrejambe. Depuis de nombreuses années, cette méthode change et elle est encore amenée à changer. Plus le sauteur est grand plus ses skis sont grands donc plus ses « ailes sont grandes » [8]. Ce qui souvent entraîne des tentatives de manipulations des règles pour se grandir. En effet, l'enjeu est majeur. La détermination de la longueur des skis et donc de la portance en l'air joue un rôle très important dans la qualité du vol ainsi que la longueur du vol. Chaque athlète et chaque équipe a donc tout intérêt à ne pas perdre quelques millimètres sur la taille, ce qui engendrerait la perte de quelques mètres sur la longueur du saut.

La force

La force ou plutôt l'optimisation du rapport poids/puissance est un enjeu majeur dans diverses disciplines. C'est donc un moyen de sélection des meilleurs athlètes. En ski de fond, biathlon la force musculaire de l'athlète est un facteur essentiel de

sa performance [6]. Le poids joue un rôle de frein mais il est important de garder une certaine puissance, donc une masse musculaire pour avancer vite et longtemps. Le muscle pèse mais il permet de pousser. L'optimisation se fera donc au détriment de la masse grasse. Finalement, cela revient non pas à jouer sur le poids mais plutôt sur le rapport masse grasse/masse maigre.

La problématique du combiné nordique est différente. Il faut être très léger pour le saut mais suffisamment puissant pour le ski de fond. L'apport du ski dans cette discipline oblige les athlètes à modérer la perte de poids en augmentant la masse musculaire.

En ski alpin aussi, la problématique est différente. La force musculaire sert essentiellement à réaliser des appuis sur les changements de direction et à résister aux forces d'écrasement lors de ces phénomènes de surpression [9]. La phase excentrique de l'appui en ski alpin impose une force musculaire très importante.

Coordination, rapidité d'exécution

À l'instar de la gymnastique, le freestyle (figure 3.6) nécessite coordination et vitesse de réalisation des mouvements. Si la phase de ski peut paraître peu technique, l'impulsion et les phases aériennes requièrent de réelles aptitudes de coordination. Le tempo et l'intensité mise en route conditionne la réalisation du geste parfait et donc de la réception. Celle-ci se doit d'être le plus juste possible pour conditionner la note finale.

Dans le monde du freestyle, il existe un monde encore à part : le ski de bosses. La diffusion télévisuelle régulière a permis de largement diffuser des images impressionnantes de ce sport. Il suffit de voir une seule descente pour comprendre que la coordination et la rapidité d'exécution du geste sont deux facteurs indispensables pour arriver en bas de la piste. Le skieur pratique une piste relativement pentue parsemée de bosses et doit réaliser deux sauts lors de son *run*. La vitesse d'exécution et la réalisation du geste parfait conditionnent le résultat à l'arrivée.

En ski alpin, nous pouvons catégoriser l'ensemble des disciplines en deux sous-disciplines : la vitesse et la technique. Nous mettrons la descente et le super-géant dans les disciplines de vitesse, le géant et le slalom dans les disciplines techniques. Moins le skieur va vite (discipline technique) et plus les vitesses angulaires mesurées lors de la course sont importantes [2]. La vitesse angulaire mesurée en descente correspond à peu près à celle de la marche alors que les vitesses angulaires mesurées lors du slalom correspondent à un sprint. Il est donc aisé de comprendre que pour les disciplines techniques, le facteur rapidité d'exécution et coordination est très important. L'enchaînement très rapide des portes très rapprochées nécessite une coordination dans le mouvement absolu, le tout réalisé avec un tempo que le skieur doit moduler tout au long de son *run*.



Figure 3.8. Analyse de la performance aérobie chez une skieuse alpine.

Endurance/récupération

Les qualités physiologiques des skieurs ne sont pas à démontrer (figure 3.8). Chaque discipline nécessite d'optimiser le travail de fond et la récupération. La récupération est d'une importance majeure dans les disciplines nordiques – le ski de fond et le biathlon – mais aussi dans les disciplines alpines et le freestyle.

On comprend aisément la nécessité d'avoir un terrain endurant pour les disciplines de ski de fond [10], pour le biathlon, il est capital d'avoir une capacité de récupération très importante. En effet, l'arrivée sur le pas de tir nécessite une récupération très rapide pour pouvoir tirer dans de bonnes conditions.

C'est différent pour les disciplines techniques alpines. Celles-ci se courent en deux manches généralement espacées d'une heure et demie et elles nécessitent une fraîcheur absolue pour prendre le départ. Cela oblige les coureurs à avoir une récupération optimale entre les deux manches [5]. Cette qualité est également nécessaire en freestyle où très souvent les athlètes ont à réaliser plusieurs manches dans la journée.

Dans une discipline comme le skicross, les manches de finales se courent en fin de journée ; compte tenu de l'enjeu il est important de garder une certaine fraîcheur et donc d'optimiser sa récupération entre chaque manche. Tout donner en finale nécessite d'être en forme...

Représentation spatiale

S'il est très difficile de trouver des références bibliographiques scientifiques sur les disciplines de freestyle, elles n'en restent pas moins de plus en plus disputées et spectaculaires.

Le niveau du « plateau » étant de plus en plus relevé, les doubles, voire triples rotations s'enchaînent lors de manches de plus en plus intenses. La représentation spatiale du corps et donc le système vestibulaire sont mis à rude épreuve dans ces disciplines.

Mais rien n'étant absolu, il peut y avoir des exceptions à certaines règles admises. Le Centre national d'entraînement de ski et de snowboard (CNSS) s'est doté de trampolines et de tremplins avec des bacs à mousse en réception. Ces acquisitions permettent de développer ces facultés à se mouvoir dans l'espace. Sans risque les athlètes peuvent multiplier les sauts et peaufiner leur position dans l'espace en trois dimensions.

Le ski et le snowboard en compétition sont des sports complets avec de vraies exigences spécifiques. L'exigence de la compétition demande une détection des talents et une préparation optimums.

Pourtant, rien n'est absolu, il peut y avoir des exceptions à certaines règles admises. Et c'est là la beauté de nos sports.

Références

- [1] Koehle MS, Lloyd-Smith R, Taunton JE. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med* 2002 ; 32(12) : 785-93.
- [2] Hébert-Losier K, Supej M, Holmberg HC. Biomechanical factors influencing the performance of elite Alpine ski racers. *Sports Med* 2014 ; 44(4) : 519-33.
- [3] Schwameder H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006. *Sports Biomech* 2008 ; 7(1) : 114-36.
- [4] Müller W. Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness. *Sports Med* 2009 ; 39(2) : 85-106.
- [5] Andersen RE, Montgomery DL. Physiology of Alpine skiing. *Sports Med* 1988 ; 6(4) : 210-21.
- [6] Göpfert C, Lindinger SJ, Ohtonen O, et al. The effect of swinging the arms on muscle activation and production of leg force during ski skating at different skiing speeds. *Hum Mov Sci* 2016 ; 47 : 209-19.
- [7] Ristolainen L, Kettunen JA, Waller B, Heinonen A, Kujala UM. Training-related risk factors in the etiology of overuse injuries in endurance sports. *J Sports Med Phys Fitness* 2014 ; 54(1) : 78-87.
- [8] Jung A, Staat M, Müller W. Flight style optimization in ski jumping on normal, large, and ski flying hills. *J Biomech* 2014 ; 47(3) : 716-22.
- [9] Berg HE, Eiken O, Tesch PA. Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Med Sci Sports Exerc* 1995 ; 27(12) : 1666-70.
- [10] Hébert-Losier K, Zinner C, Platt S, Stöggl T, Holmberg HC. Factors that influence the performance of elite sprint cross-country skiers. *Sports Med* 2017 ; 47(2) : 319-42.