

FIS Spécification pour les piquets articulés

(Edition mai 2008)

Texte original: allemand

1 Domaine d'application et remarques générales

Cette spécification concernant les piquets articulés est destinée à assurer le comportement identique des piquets articulés partout dans le monde lors des courses et pendant l'entraînement. La description suivante se réfère à un piquet de slalom articulé qui se compose d'une pièce de base enfoncée dans le sol, d'un dispositif à bascule au niveau de la surface de la neige et d'un tube montant. Cette spécification établit les conditions requises pour le matériel utilisé dans la construction du piquet et du dispositif à bascule, ainsi que le mode d'opération du piquet. Les règles du FIS restent valides.

Un piquet articulé qui satisfait à toutes les exigences ci-dessous doit fonctionner de manière efficace dans des situations diverses (p. ex. à des températures très basses) pendant une période de trois ans (8000 passages). Les conditions requises sont d'ailleurs établies pour prévenir des effets nuisibles pour la santé du skieur. Cependant, le fait d'avoir satisfait à ces exigences ne constitue aucune garantie, de la part de la FIS, ni contre la cassure d'un piquet ni contre des blessures lors de l'emploi du piquet. Un piquet ayant rempli toutes les conditions requises et muni d'un certificat d'épreuve (section 6) est considéré comme qualifié d'office pour toutes courses FIS.

Les conditions requises dans cette spécification sont établies numériquement en ce qui concerne le matériel, les dimensions et le mode d'opération du piquet, sans imposer aucune règle pour sa construction. N'importe quel matériel adéquat peut donc servir pour la colonne montante et pour le dispositif à bascule. Il est pourtant nécessaire de prévoir un seul dispositif à bascule au niveau de la surface de la neige, car le comportement dynamique du piquet change considérablement si l'on utilise plusieurs articulations. En principe, cependant, de nouveaux développements sont possibles.

2 Définitions

Un piquet articulé selon cette spécification consiste en une pièce de base, un dispositif à bascule et un tube montant (schéma 1).

2.1 Dispositif à bascule

Ce dispositif se trouve au niveau de la surface de la neige. Ce mécanisme permet au piquet de basculer et de se redresser soit à partir d'un point d'articulation soit au dedans d'une zone flexible.

2.2 Point d'articulation

Si le dispositif à bascule se présente sous forme de point d'articulation, le piquet bascule à partir de ce point jusqu'à la surface de la neige (schéma 2).

2.3 Zone flexible

Le piquet muni d'une zone flexible peut basculer au dedans de cette zone, de sorte que l'inférieur du tube montant en basculant se trouve au-dessus de la surface de la neige (schéma 2).

2.4 Résistance à basculer

Il s'agit ici de la force perpendiculaire à l'axe longitudinal du tube nécessaire à faire basculer le tube montant (schéma 3). Il dépend essentiellement de la rigidité à la flexion du dispositif à bascule et il est d'une importance décisive pour le fonctionnement du piquet.

2.5 Rigidité à la flexion

Sous le terme de rigidité à la flexion B, on comprend la résistance causée par chaque force appliquée à angle droit sur l'axe d'un objet (p.e. tube montant) en conséquence de flexion. Cette rigidité à la flexion est nécessaire pour définir la déformation du tube et se calcule comme le produit d'un module d'élasticité et du moment d'inertie de flexion.

$$B = EI = E \frac{(d_a^4 - d_i^4)\pi}{64} [kNm^2] \quad (\text{formule 1})$$

E module d'élasticité $[kN / m^2]$

d_a diamètre extérieur du tube montant [m]

d_i diamètre intérieur du tube montant [m]

2.6 Effet de fouettement

C'est un résultat de la très grande accélération du tube montant au moment où il est heurté par le skieur (schéma 4).

Par la suite des forces d'inertie, causée essentiellement par la masse du tube montant, le haut de celui-ci rebondit aussitôt après avoir été heurtée par le skieur. Il s'ensuivra éventuellement des blessures si le fouettement est très prononcé. L'effet de fouettement diminue proportionnellement à l'augmentation de la rigidité à la flexion et à la diminution de la masse du tube montant. D'autre part, un tube montant plus rigide ayant la même masse pourra frapper le skieur avec plus de force. La résistance à basculer n'a pratiquement aucune influence sur l'effet de fouettement.

2.7 Résilience au choc

La résilience au choc est une propriété importante du matériel utilisé pour le tube montant. Il s'agit de la résistance du matériel soumis à un choc à grande vitesse. Dans les polymères, elle dépend de la température et, en général, elle diminue au fur et à mesure que la température baisse. En déterminant une résilience au choc minimum, on peut garantir que le tube montant ne se fendra ni se cassera quand il frappera le sol ou quand un skieur le heurtera. La résilience au choc se définit par le travail effectué avec un mouton-pendule Charpy afin de casser le piquet d'essai.

2.8 Résilience au choc à l'entaille

La résilience au choc à l'entaille est la résilience d'un barreau entaillé, et donne des renseignements sur la sensibilité du matériel à l'effet d'entaille.

2.9 Limite proportionnelle

La déformabilité du tube montant est déterminée en établissant la limite proportionnelle dans l'essai de traction ou de flexion. Il s'agit du point de

tension jusqu'où un matériel garde son élasticité ou sa dilatation linéaire, c'est-à-dire le point jusqu'où la tension augment proportionnellement à l'allongement.

3 Unités de mesure

Les dimensions, les masses et les valeurs mécanique sont exprimées en unités-SI dans ce mémoire descriptif.

<i>valeur</i>	<i>unité</i>
effort de rupture ou résistance, limite proportionnelle	N/mm ²
module d'élasticité	N/mm ²
résilience au choc à l'entaille, résilience au choc	kJ/m ²
rigidité à la flexion	kNm ²

4 Conditions requises

4.1 Remarques générales

Les conditions requises concernant les valeurs mécaniques doivent être assurées au moyen d'une exploitation statistique. Il faut éprouver chaque fois 5 morceaux d'essai. A partir de là, il faut calculer la moyenne \bar{x} et l'écart type s avec pondération (n-1) (voir également DIN 53398, 1ère partie) de chaque valeur éprouvée. Les exigences établies dans la spécification seront considérées comme remplies lorsque la limite de fiabilité A de 95% de la moyenne, calculée selon la formule 2, est supérieure ou inférieure à la valeur établie dans les conditions requises. La limite de fiabilité A de 95% de la moyenne résulte de 5 morceaux d'essai avec

$$A = \bar{x} \pm 1.24 \cdot s \quad \text{(formule 2)}$$

Sauf indication contraire, il faut satisfaire à toutes les conditions requises au sujet de valeurs mécaniques dans la limite de température de -20°C à +20°C. Il faut de plus garantir la résistance du matériel utilisé aux radiations ultraviolettes.

4.2 Conditions générales

4.2.1 *Forme du piquet articulé*

Le tube du piquet articulé doit avoir un diamètre et une épaisseur de paroi constants. Le fléchissement maximale du tube montant ne doit pas dépasser 1 cm dans la position verticale. Une protection du dispositif d'articulation n'est pas admise. Au cas où le dispositif à bascule est plus large que le tube, on doit installer un tube d'adaptation conique sans débordements ni arrêtes.

4.2.2 *Surface du tube montant*

Le tube montant doit avoir une surface uniformément lisse.

4.2.3 *Dispositif à bascule*

La localité d'articulation du tube peut être un point ou une zone. La longueur max. du dispositif à bascule y compris l'adaptateur de diamètre est défini au point 4.3.5. Un piquet articulé avec un point ou une zone articulée doit avoir les mêmes caractéristiques relatives à la résistance à bascu-

ler et doit absolument se redresser après avoir été basculé de 120 degrés (point 4.6.1).

Le mécanisme d'articulation doit être construit d'une telle façon que sa fonction ne soit pas empêchée par des mauvaises conditions atmosphériques (neige, glace, basses températures). Toutes les parties métalliques du dispositif à bascule doivent être construites en matière anticorrosion.

4.2.4 *Protection du tube montant*

Le tube montant doit être fermé en haut pour empêcher que la neige et la pluie s'y introduisent. Ce bouchon doit être arrondi et doit protéger la pointe du tube contre les chocs au sol. Il ne doit pas dépasser le diamètre du tube montant. La protection doit être suffisamment légère pour que le comportement dynamique du tube montant ne soit pas influencé.

Au cas où la longueur du dispositif d'articulation est inférieure comme décrit au point 4.3.5, on peut mettre une protection du tube au-dessus du dispositif à bascule jusqu'à une hauteur de 30 cm au-dessus de la surface de la neige.

La surface de la protection doit avoir les mêmes caractéristiques que le tube montant. La dite protection doit rester fixe. Le diamètre de cette protection ne doit pas dépasser 35 mm, et doit rejoindre le tube montant sans débordement ni arrête coupante.

4.2.5 *Interchangeabilité de toutes pièces*

Il faut pouvoir utiliser des outils standards pour démonter le raccord entre la pièce de base et le dispositif à bascule et celui entre le dispositif à bascule et le tube montant, afin d'assurer l'interchangeabilité de ces pièces pour un produit.

4.2.6 *Construction d'ancrage dans le sol*

Un ancrage sûr et durable du piquet articulé sur la piste est prérequis pour assurer le fonctionnement du piquet articulé pendant la course.

4.3 Conditions requises pour mesurage et masse du piquet articulé

4.3.1 *Longueur du tube montant à partir de la surface de neige* min. 1800 mm

4.3.2 *Diamètre du tube montant*

Type A (admis dans toutes courses de FIS) 29-32 mm

Type B (admis dans courses de FIS à l'exception des courses du coupe du monde) 25-28,9 mm

4.3.3 *Épaisseur de paroi du tube montant* min. 2 mm

4.3.4 *Diamètre à l'endroit du dispositif à bascule* max. 35 mm

4.3.5 *Longueur de la zone flexible adaptateur inclus* max. 300 mm

4.3.6 *Masse du tube montant*

Type A (admis dans toutes courses de FIS) max. 300 g/m

Type B (admis dans courses de FIS à l'exception des courses du coupe du monde) max. 250 g/m

4.4 Conditions requises pour la matière de base du tube montant

Les conditions requises pour la matière de base utilisée pour le tube montant et pour la pièce de base ont été établies en fonction du choix d'une matière appropriée. Le fabricant des piquets articulés n'est pas tenu à

contrôler ces conditions au moyen des essais. C'est le fournisseur de la matière de base pour les tubes montants qui peut donner la preuve qu'elle répond à ces conditions. Si l'on utilise des matières ayant une structure orientée (p. ex. des composés de fibres et de matière plastique), il faut prouver les conditions requises respectant l'orientation prévue de la matière parallèle et perpendiculaire à l'axe du tube montant. S'il s'agit de matières thermoplastiques, il faut réaliser des essais pour les exigences indiquées ci-dessous sur des morceaux d'essai pris dans la matière à mouler au cours du processus de fabrication. S'il s'agit de composés de fibres et de matière plastique, il est possible d'éprouver les propriétés sur des plaques d'essai fabriquées pendant le processus de fabrication. Il faut satisfaire aux exigences minimum suivantes:

4.4.1	<i>Résistance à la traction (courte durée)</i>	<i>min. 55 N/mm²</i>
4.4.2	<i>Module d'élasticité, traction</i>	<i>min. 1900 N/mm²</i>
4.4.3	<i>Limite proportionnelle, traction</i>	<i>min. 45 N/mm²</i>
4.4.4	<i>Résilience au choc à la flexion à l'entaille</i>	
	- à température ambiante	<i>min. 30 kJ/m²</i>
	- à -20° C	<i>min. 12 kJ/m²</i>

4.5 Condition requises pour le tube montant (produit semi-ouvré)

Les spécifications définies comme suit, sont valables pour la version achevée du tube montant et serviront de base de test pour tout ou partie du tube.

4.5.1 Limite proportionnelle à l'essai à la flexion (courte durée)

La limite proportionnelle est à établir dans un essai à la flexion de courte durée et doit atteindre au moins 40 N/mm². Des déviations minimales sont admises dans la ligne montante du diagramme force-déformation, si le comportement du tube montant ou de la section de celle-ci est purement élastique à la détente, c'est-à-dire la courbe de détente (force-déformation) passe par l'origine. L'observation de la limite d'élasticité proportionnelle assure un rebondissement parfait du tube montant, quand elle est soumise à de grandes déformations par flexion, telles que par exemple le choc provoqué par un skieur. Cela évite une déformation permanente (fléchissement) du tube montant.

4.5.2 Comportement du tube montant à l'essai de rupture au choc

Il faut choisir une épaisseur de paroi suffisante du tube montant afin d'éviter une rupture du tube montant pendant les contraintes normales par suite de choc du skieur. Cette condition doit être satisfaite surtout pour le haut du tube montant. Un tube montant soumis à l'essai de rupture au choc ne doit pas montrer une cassure esquilleuse ni une rupture de fragilité (rupture ductile) dans la limite des températures demandées. Cela représente un teste de qualité pour la résilience au choc du tube montant. Pour éviter le danger de blessure, il faut de plus s'assurer que le piquet ne se cassera pas en deux morceaux mais se pliera à la rupture seulement.

4.5.3 Rigidité à la flexion du tube montant

La rigidité à la flexion du tube montant se calcule selon la formule 1 (point 2.5) comme produit d'un module d'élasticité et du moment d'inertie de

flexion. Le module d'élasticité du tube montant est défini selon point 5.2. La rigidité à la flexion du tube montant doit se monter à:

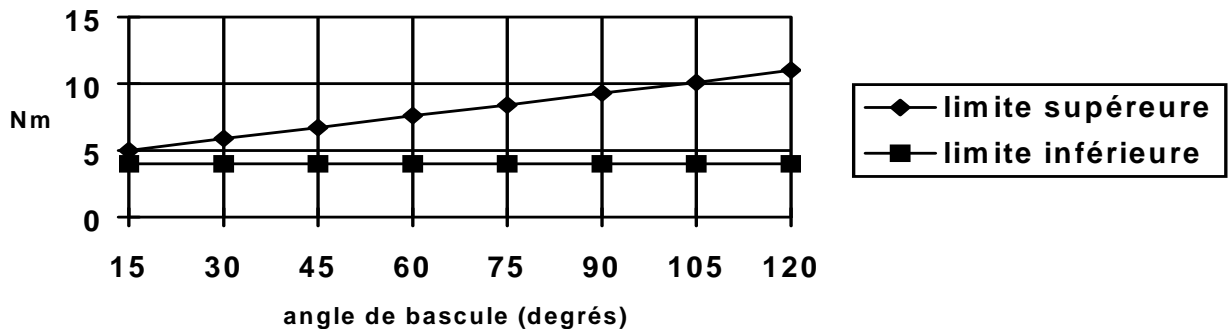
min. 0,022 kNm²
max. 0,055 kNm²

4.6 Conditions requises pour le système de piquets articulés

Les conditions suivantes sont destinées notamment à garantir le fonctionnement efficace du piquet articulé en tant que système complet.

4.6.1 Résistance à basculer

La résistance à basculer est définie comme une force mesurée à angle droit, et à une hauteur de 1 m à partir du point central du dispositif d'articulation, avec un dynamomètre. Le redressement du piquet après une flexion de 120 degrés doit être assurée dans tous les sens. La résistance à basculer doit atteindre au moins 4 Nm dans la limite de l'angle de bascule entre 15 et 120 degrés. La limite supérieure de la résistance à basculer est citée dans ce qui suit.



angle de bascule (degrés)	limite supérieure de la résistance à basculer (Nm)
15	5,0
30	5,9
45	6,7
60	7,6
75	8,4
90	9,3
105	10,1
120	11,0

4.6.2 Résistance à la flexion alternée du dispositif à bascule

Le dispositif à bascule et la partie du tube montant contiguë doivent subir 10000 oscillations au cours de l'épreuve selon le point 5.3 sans dommage visible. Cette épreuve peut être réalisé à température ambiante tant que le dispositif à bascule est tout en métal. Au cas où le dispositif à bascule contient des éléments en matière polymère, il faut éprouver la résistance à la flexion alternée de températures jusqu'à -20°C. Après cette épreuve la réalisation des conditions requises concernant la résistance à la flexion (point 4.6.1) doit être complètement garantie.

4.6.3 *L'immobilité du haut du tube montant après oscillation*

L'inclinaison du haut du tube montant ne doit pas dépasser 2,5 degrés à 15 s après l'oscillation. S'il n'est pas possible de respecter cette périodicité, il faut prévoir un amortisseur dans le dispositif à bascule. Au moment de l'immobilité complet du tube montant, une inclinaison permanente de 2,5 degrés au maximum est admise.

5 **Epreuve**

La section suivante décrit les méthodes à utiliser pour les épreuves concernant les conditions requises établies dans les sections 4.4, 4.5 et 4.6. Il se fonde dans la mesure du possible sur des méthodes d'épreuve standardisées. Les normes d'épreuve proposées sont les normes-ISO (International Organisation of Standardisation), les normes-DIN (Deutscher Normenausschuss) respectivement les standards-ASTM (American Society of Testing and Materials).

5.1 **Epreuve pour les conditions requises de 4.4**

Il n'est pas prévu que le fabricant de piquets articulés réalise les épreuves concernant ces conditions. S'il y a lieu de recourir à une tierce personne pour déterminer les caractéristiques des matières, il faut que les épreuves correspondent aux méthodes indiquées ci-dessous.

Résistance à la traction (courte durée)(4.4.1), module d'élasticité (4.4.2), limite proportionnelle (4.4.3)

L'épreuve se fait sur au moins 5 morceaux d'essai selon ISO 527 (DIN 53455, ASTM D 638).

Résilience au choc à la flexion à l'entaille (4.4.4)

L'épreuve se fait sur au moins 5 morceaux d'essai selon ISO 179 (DIN 53453, ASTM D 256, méthode Charpy).

5.2 **Epreuve pour les conditions requises de 4.5**

Limite proportionnelle à l'essai à la flexion (courte durée)(4.5.1)

L'épreuve se fait selon ISO 178 (DIN 53452, ASTM D 790) en essai à la flexion sur au moins 5 morceaux d'essai. La pièce d'essai pour l'épreuve est découpée dans le tube montant et mise à l'épreuve sur une longueur d'encastrement de 800 mm (schéma 5).

Rigidité à la flexion du tube montant (4.5.3)

Pour définir le module d'élasticité, une longue pièce d'essai de 300 mm est découpée dans le tube montant. L'épreuve de ce morceau d'essai tubulaire se fait selon ISO 527 (DIN 53455, ASTM D 638) (essai de traction). A la place de ce morceau on peut aussi utiliser une pièce d'essai fournie par le tube montant travaillé particulièrement. L'épreuve se fait sur au moins 5 morceaux d'essai à une température de - 20°C, 0°C et + 20°C et à une vitesse d'épreuve d'au moins 1 mm/s, pour tenir compte de la charge à courte durée du tube. S'il s'agit de tube avec une rigidité à la flexion différente par endroit on doit éprouver chaque morceau particulièrement.

5.3 Epreuve des conditions requises de 4.6

Résistance à basculer (4.6.1)

La résistance à basculer se mesure à l'aide d'un peson à ressort à 1 m de haut au-dessus du centre du dispositif à bascule, sur au moins 5 piquets articulés pour trois directions à chaque fois sous un angle de 120° dans le plan horizontal. La valeur moyenne est à calculer sur la base de ces 15 valeurs mesurées. Pendant tout l'essai de flexion, le peson à ressort reste perpendiculaire à l'axe de la colonne montante. Le schéma 3 montre la méthode d'épreuve.

Résistance à la flexion alternée du dispositif à bascule (4.6.2)

N'importe quelle méthode peut être utilisée pour éprouver la résistance à la flexion alternée du dispositif à bascule. L'oscillation maximum de la colonne montante avec laquelle le dispositif sera éprouvé est de + et -60° hors de la verticale, dans un essai où une oscillation positive est suivie tour à tour d'une oscillation négative. 5000 oscillations dans chaque sens sont donc nécessaires. Il est également possible d'introduire à chaque fois le tiers de ce changement de charge dans trois directions différentes sous un angle de 120° dans le plan horizontal.

L'immobilité du haut du tube montant après oscillation (4.6.3)

Le tube montant est à faire basculer jusqu'à 90° hors de la verticale. L'épreuve de l'immobilité du haut du tube montant se fait visuellement et avec un chronomètre.

6 Assurance de qualité et étendue d'épreuves

6.1 Epreuve de qualification

Lors du développement d'un piquet articulé ou lorsque manque le certificat d'épreuve pour un produit, le test initial ou l'épreuve de qualification doit être fait par un office d'inspection autorisé. Les résultats de ce test doivent être rappelés dans un certificat d'épreuve, avec la confirmation que l'article a satisfait aux conditions requises lors de l'épreuve de qualification. Le certificat d'épreuve doit contenir également un dessin de construction se rapportant clairement au piquet articulé testé et une déclaration du matériel du tube montant. Le certificat informera sur le fait que toutes les conditions requises du chapitre 4 sont remplies. Une copie du certificat d'épreuve sera soumis à la FIS.

6.2 Assurance de qualité

L'assurance de qualité entraîne une répétition des tests selon le point 6.1. toutes les 3 ans; dans le cas contraire la permission d'utiliser les piquets articulés sera annulée par la FIS.

6.3 Epreuve à l'occasion de courses

Lors des courses, la FIS peut procéder à tout moment à des contrôles au hasard pour vérifier si les piquets répondent aux exigences selon les points 4.2, 4.3 et 4.6.1.

14.04.08/Kip98f.doc