



# Règlement relatif au gazon et aux terrains de Hockey

## Annexe 01

### Exigences pour gazon synthétique sec Dry Turf (non-mouillé)

May 2023

VER. 1.0



INTERNATIONAL HOCKEY FEDERATION  
FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE HOCKEY

[fih.ch/qp](http://fih.ch/qp)

## 1. Introduction

Depuis de nombreuses années, le hockey de haut niveau se joue sur des surfaces mouillées avant utilisation. Cela garantit que les gazons offrent des surfaces de jeu rapides, prévisibles et cohérentes, permettant aux athlètes de donner le meilleur de leurs capacités.

Le mouillage des terrains consomme cependant d'importantes quantités d'eau. Cette eau se raréfie dans de nombreuses régions du monde. Le mouillage nécessite également un système d'arrosage coûteux, augmente les coûts opérationnels d'une installation et augmente l'empreinte carbone du hockey à chaque fois qu'il est utilisé.

Consciente que l'utilisation de l'eau devient non durable, la FIH a annoncé en 2018 qu'elle mettait l'industrie du gazon synthétique au défi de développer des gazons qui permettent de jouer comme le souhaitent les athlètes, mais sans utiliser d'importantes quantités d'eau. Des progrès notables ont été réalisés et des produits innovants font désormais leur entrée sur le marché. Ceux-ci sont décrits comme des « gazons secs Dry Turf (non mouillés) ».

Un élément clé, pour garantir que ces nouveaux types de gazons secs Dry Turf de hockey possèdent les caractéristiques de jeu souhaitées par le hockey, est de pouvoir mesurer et quantifier leur performance. Les Règles FIH sur le gazon synthétique et les terrains de hockey détaillent les spécifications de qualité internationalement reconnues pour les terrains de hockey. La partie 1 décrit les performances sportives, le bien-être des joueurs, la durabilité de la surface et les caractéristiques environnementales requises des gazons de hockey approuvés par la FIH. La Règle comporte cinq catégories de gazon, la catégorie Global étant celle destinée aux compétitions de haut niveau.

Actuellement, la catégorie Global exige que les gazons soient mouillés avant utilisation. Cela garantit qu'ils possèdent les qualités souhaitées par les joueurs. La suppression de l'obligation de mouiller signifie que cette certitude n'existera plus. De nouvelles exigences sont donc nécessaires pour garantir que les gazons offrent toujours des niveaux de performance acceptables. Une recherche indépendante commandée par la FIH a identifié quatre propriétés clés :

**Diminution de la vitesse de la balle** : une mesure de la vitesse à laquelle une balle ralentit lorsqu'elle roule sur une surface. L'objectif premier de ce test est de s'assurer que les gazons secs Dry Turf permettent à la balle de conserver la même vitesse que celle trouvée sur les gazons mouillés.

**Vitesse de rebond de la balle et angle de rebond** : Les passes d'Ariel font partie intégrante du jeu moderne. Les gazons secs Dry Turf doivent permettre aux balles de rebondir (angle et vitesse) de la même manière que les gazons mouillés.

**Frottement crosse-surface** : la capacité d'une crosse de hockey à glisser sur le gazon de manière douce, contrôlée et confortable a été identifiée comme un attribut clé des gazons mouillés. S'assurer que les gazons secs Dry Turf présentent des caractéristiques similaires a été identifié comme une exigence clé.

**Rigidité de la surface en 3D** : la capacité de faire se soulever une balle de la surface et d'exécuter des jongleries aériennes (3D) a été identifiée comme un autre attribut positif des gazons humides de catégorie mondiale. Conserver cette capacité est une autre exigence importante des gazons secs Dry Turf.

## 2. Catégorie Innovation FIH

Sur la base de cette recherche, de nouveaux tests et exigences de performance ont été développés et ils sont décrits dans cet annexe.

Des mesures ont été effectuées avec ces nouvelles méthodes d'essai sur une gamme de gazons de hockey existants pour déterminer leurs performances. Sur la base de ces mesures, une Catégorie de performance d'Innovation a été établie. Cette Catégorie Innovation est conçue pour garantir que les gazons secs Dry Turf auront les capacités de :

- Reproduire, dans la mesure du possible, les qualités de jeu des terrains de hockey mouillés

- Fournir des niveaux satisfaisants d'adhérence du pied
- Fournir des niveaux acceptables de confort aux joueurs
- Avoir une durabilité acceptable

Idéalement, les gazons secs Dry Turf auront des caractéristiques de jeu similaires à celles des gazons de hockey mouillés, mais cela pourrait ne pas être possible à tous égards. C'est pourquoi la Catégorie Innovation FIH est subdivisée en une plage cible, basée sur les performances des gazons de hockey mouillés, et une gamme plus large destinée à assurer aux surfaces des performances supérieures à celles fournies par les gazons de hockey de catégorie nationale.

Lorsque des terrains seront recouverts de gazon de hockey sec Dry Turf, la FIH, en collaboration avec les Associations Nationales de Hockey, sollicitera les commentaires des joueurs. Cela aidera à déterminer la qualité des performances des gazons secs Dry Turf et à déterminer à quel niveau les limites de performances acceptables peuvent être fixées. Grâce à ces informations, la FIH sera en mesure de modifier les Règles sur les gazons synthétiques et les terrains de hockey pour inclure les nouvelles propriétés de performance et supprimer l'exigence selon laquelle les gazons de catégorie mondiale doivent être mouillés avant utilisation. Il est actuellement envisagé que cela soit fait au plus tard au troisième et quatrième trimestre 2024.

Notes:

1. À mesure que l'expérience sera acquise grâce à l'utilisation de gazons secs Dry Turf, il est possible que les exigences d'essai actuellement spécifiées changent.
2. Certains tests sont inclus, mais n'ont pas de critères de réussite/échec. Il s'agit de permettre la collecte de données afin que des exigences supplémentaires puissent être introduites à l'avenir si un besoin est identifié.
3. Les tests de roulement de balle et de déviation de roulement de balle ont été conservés pour permettre de comparer les résultats à la date des tests sur le terrain aux performances en laboratoire.
4. La FIH est consciente de l'évolution en cours de certains des tests actuellement utilisés pour évaluer les performances des surfaces en gazon synthétique. Il s'agit notamment du Triple A (Advanced Artificial Athlete), d'un nouveau test de friction linéaire avec des chaussures et d'un nouveau test de friction cutanée. Le cas échéant, la FIH intégrera ces méthodes d'essai mises à jour dans ses Règles lors de leur prochaine révision.

### 3. Spécifications du gazon synthétique Dry Turf (non mouillé) Hockey

Un Dry Turf est un système de revêtement sportif qui comprend un tapis en gazon synthétique et une couche de souplesse sous-jacente. Si le Dry Turf nécessite également un type spécifique de balle de hockey pour atteindre les performances souhaitées, la balle est également considérée comme faisant partie du système Dry Turf.

Il n'y a aucune restriction sur la façon dont un gazon synthétique de Dry Turf peut être fabriqué. Sauf qu'il ne doit contenir aucune forme de matériau de remplissage granulaire (c'est-à-dire qu'il ne doit pas être rempli).

Si un fabricant souhaite proposer pour un Dry Turf, un même gazon synthétique sur plusieurs types de couche de souplesse, chaque combinaison de gazon et de couche de souplesse doit être testée pour vérifier les performances.

Les fabricants sont encouragés à envisager le traitement en fin de vie lors de la conception de gazons secs Dry Turf pour hockey. Dans la mesure du possible, ils devraient viser à utiliser des polymères de la même famille pour chacun des composants du gazon afin de faciliter le recyclage futur en fin de vie.

### 4. Laboratoire de Tests

Les tests de produits permettant la certification FIH des gazons de hockey de Catégorie Innovation doivent être effectués par des instituts de test accrédités par la FIH qui disposent de l'équipement de test nécessaire et doivent démontrer qu'ils

produisent des résultats reproductibles par rapport à d'autres instituts de test accrédités. Une liste des instituts de test capables de tester les gazons de hockey de Catégorie Innovation peut être obtenue auprès de [facilities@fih.hockey](mailto:facilities@fih.hockey).

## 5. Préparation des échantillons

Un des éléments clés d'un gazon de hockey sec Dry Turf réside dans ses propriétés de friction (Traction rotationnelle). Il est donc très important que les propriétés mesurées ne soient pas artificiellement influencées par la présence d'agents de transformation (par exemple des huiles de filage) appliqués pendant le processus de fabrication.

Si des agents de transformation sont utilisés, le fabricant doit les retirer (par lavage, etc.) avant d'envoyer des échantillons à un institut de test pour évaluation. À la réception, l'institut de test doit vérifier les échantillons pour confirmer qu'aucun agent de traitement ou lubrifiant de surface n'est présent. En cas de doute, l'institut de test doit laver à nouveau soigneusement les échantillons avant de commencer le programme de test. Les échantillons lavés doivent pouvoir sécher dans des conditions standard de laboratoire pendant au moins 120 heures, ou jusqu'à ce qu'une masse constante soit atteinte.

## 6. Conditions d'essais

Les gazons de hockey de Catégorie Innovation doivent être testés dans les conditions suivantes.

Les tests surlignés en gris sont actuellement spécifiés dans les *Règles FIH Hockey Turf and Field* :

Propriété		Testés en conditions sèches	Testés en conditions humides
Diminution de la vitesse de balle		✓	✓
Balle oblique	Rythme	✓	✓
	Angle de rebond	✓	✓
Frottement crosse / surface		✓	✓
Rigidité dynamique		✓	✓
Rétention de chaleur superficielle		✓	N/A
Roulement de balle		✓	✓
Déviation roulement de balle		✓	✓
Rebond vertical de balle		✓	✓
Absorption de choc		✓	✓
Déformation de surface		✓	✓

Propriété	Testés en conditions sèches	Testés en conditions humides
Traction rotationnelle	✓	✓
Friction cutanée	✓	

Les essais en conditions sèches doivent être effectués dans des conditions standard de laboratoire de  $23 \pm 2^\circ$  et une humidité nominale de 50 % HR. Les échantillons doivent être conditionnés pendant au moins 3 heures avant l'essai.

Les essais en conditions humides doivent être effectués dans des conditions standard de laboratoire de  $23 \pm 2^\circ$ . L'échantillon doit être mouillée en appliquant uniformément un volume d'eau, à l'aide d'un tuyau équipé d'une buse de pulvérisation, qui imbibé complètement l'échantillon (en cas de doute, ce volume doit être au moins égal au volume de l'échantillon). Les tests doivent commencer  $5 \pm 1$  minutes après l'application de l'eau. Tous les tests doivent être terminés dans les 15 minutes suivant l'application de l'eau. Si nécessaire, la procédure de mouillage doit être répétée pour permettre des tests supplémentaires.

La qualité de l'eau appliquée (l/m<sup>2</sup>) à chaque échantillon humide doit être constante et être indiquée dans le rapport d'essai officiel FIH.

## 7. Tests de balle

Les essais doivent être effectués soit à l'aide d'une :

- Balle Hockey Certifiée FIH Global ayant un rebond sur béton de  $800 \text{ mm} \pm 50$ ,
- ou
- Un type de balle spécifique de hockey (par exemple une balle auto-mouillante) agréé par le fabricant du gazon synthétique de hockey.

La même balle doit être utilisée pour tous les tests et le type de balle utilisée pour entreprendre le programme de test doit être décrit dans le rapport de test FIH.

Si une balle de hockey auto-mouillante est utilisée, avant chaque série d'essais, elle doit être préparée avec de l'eau conformément aux instructions du fabricant de la balle.

## 8. Exigences de la catégorie Innovation

### 8.1 Diminution de la vitesse de balle

Lorsqu'elle est testée selon la procédure décrite dans l'Annexe A, la diminution de la vitesse de balle doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
60 % à 80%	64 % à 72 %

De plus, la différence en pourcentage entre les résultats secs et humides doit être calculée et rapportée sous forme de % de variation par rapport au résultat sec.

### 8.2 Rythme de rebond oblique de la balle

Lorsqu'il est testé selon la procédure décrite à l'Annexe B, le rythme de rebond oblique de la balle doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
≥ 54 %	58 % à 65 %

De plus, la différence en pourcentage entre les résultats secs et humides doit être calculée et rapportée sous forme de % de variation par rapport au résultat sec.

### 8.3 Angle de rebond oblique de la balle

Lorsqu'il est testé selon la procédure décrite à l'Annexe B, l'angle de rebond oblique de la balle doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
30° à 40°	30° à 37°

De plus, la différence en pourcentage entre les résultats secs et humides doit être calculée et rapportée sous forme de % de variation par rapport au résultat sec.

### 8.4 Frottement crosse / surface

Lorsqu'il est testé selon la procédure décrite à l'Annexe C, le frottement crosse/surface doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
≤ 0.90	0.80 à 0.85



### 8.5 Rigidité de la surface en 3D

Lorsqu'il est testé selon la procédure décrite à l'Annexe D, la rigidité de la surface en 3D doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
≤ 350 N/mm	≤ 300 N/mm

### 8.6 Déviat ion roulement de balle

Lorsqu'il est testé selon l'Article 5.1.3 des Règles *FIH Hockey Turf and Field Standards* : la déviat ion roulement de balle doit être :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
≤ 0.50 m @ 9.5 m	≤ 0.30 m @ 9.5 m

Les tests doivent être effectués à l'aide d'une balle comme décrit à l'article 7 de la présente Annexe 01.

### 8.7 Roulement de balle

Lorsqu'il est testé conformément à la Norme EN 12334, le roulement de la balle doit être ≥ 10,0 m. Les tests doivent être effectués à l'aide d'une balle comme décrit à l'article 7 de la présente Annexe 01.

### 8.8 Rebond vertical de balle

Le rebond de la balle de hockey doit être mesuré conformément à la Norme EN 12335 et doit être compris entre 100 mm et 400 mm. Les tests doivent être effectués à l'aide d'une balle comme décrit à l'article 7 de la présente Annexe 01.

### 8.9 Absorption de choc

Lorsqu'elle est mesurée conformément à la Norme EN TS 16717, l'absorption des chocs doit être comprise entre 45 % SA et 60 % SA.

### 8.10 Déformation de surface

Lorsqu'elle est mesurée conformément à la Norme EN TS 16717, la déformation de la surface doit être comprise entre 4 mm et 9 mm .

### 8.11 Traction rotationnelle

Lorsqu'elle est mesurée conformément à la Norme EN 15301-1 à l'aide de la semelle d'essai à crampons moulés, la résistance à la rotation doit être la suivante :

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
25 Nm à 45 Nm.	30 Nm à 45 Nm.

De plus, des tests complémentaires doivent aussi être effectués et les résultats rapportés comme décrit ci-après :

- Utilisation de la semelle de test en caoutchouc lisse
- À une température élevée de 50°C. Un four de conditionnement doit être préchauffé à une température de 50°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ). L'échantillon doit ensuite être placée à l'intérieur du four de manière à ce qu'elle soit stable, sans contrainte et exposée à l'air de tous les côtés. Après 240 ( $\pm 5$ ) minutes, l'échantillon doit être retirée du four et placée sur la surface d'essai. Le frottement chaussure/surface doit être immédiatement mesuré à l'aide de la semelle d'essai à crampons moulés, avant que la température de l'échantillon ne descende en dessous de 48°C..

### 8.12 Frottement peau / surface

La valeur du frottement peau/surface doit être déterminée et rapportée en utilisant la procédure spécifiée dans le document FIFA TM. 08. Les essais doivent être effectués dans des conditions sèches.

Catégorie innovation	Performance cible basée sur terrains de hockey mouillés
Valeur de friction cutanée à reporter	$\leq 0.75\mu$

Note : Idéalement, les gazons secs Dry Turf de hockey auront des propriétés de surface qui n'entraîneront pas de brûlures de la part du gazon lorsque les joueurs glisseront sur la surface. Mais cela pourrait ne pas être possible. Si les joueurs craignent des brûlures et des écorchures au contact du gazon, ils devraient envisager de porter des équipements et/ou des sous-vêtements de protection.

### 8.13 Rétention de chaleur superficielle

Le hockey est pratiqué dans de nombreux pays qui connaissent des températures chaudes. Historiquement, le mouillage des gazons synthétiques avant le match permettait que les surfaces restent froides et ne deviennent pas inconfortables pour les joueurs et les officiels de match. Sans eau, cet avantage disparaît. Mais certains fabricants intègrent une technologie de réflexion infrarouge dans leurs gazons synthétiques pour aider à réduire l'accumulation de chaleur.

Pour permettre aux personnes préoccupées par l'accumulation de chaleur de sélectionner des surfaces qui restent plus fraîches, les propriétés de rétention de chaleur du gazon doivent être mesurées à l'aide de la méthode d'essai du document FIFA TM 14. La température de la surface après 120 ( $\pm 2$ ) minutes d'exposition doit être enregistrée et classée comme suit :

Température de surface Catégorie 1	$\leq 40^\circ\text{C}$
Température de surface Catégorie 2	$41^\circ\text{C to } 50^\circ\text{C}$
Température de surface Catégorie 3	$> 50^\circ\text{C}$

### 8.14 Perméabilité à l'eau

La perméabilité à l'eau doit être mesurée conformément à FIFA TM 24. Les tests doivent être effectués sur l'ensemble du gazon de hockey (y compris le coussin de choc) et le résultat doit être d'au moins 150 mm/h.

### 8.15 Durabilité & qualité de la moquette

Pour garantir que les gazons de hockey de Catégorie Innovation auront une durabilité satisfaisante, ils doivent également être conformes aux exigences détaillées dans *FIH Hockey Turf and Field Standards*, Edition 2021 :

Résistance à l'abrasion	Comme spécifié à l'Article 4.3.1 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
-------------------------	--



Résistance du tapis	Comme spécifié à l'Article 4.3.2 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
Résistance des touffes – tapis tuftés à poils coupés	Comme spécifié à l'Article 4.3.3 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
Résistance en traction des joints	Comme spécifié à l'Article 4.3.4 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
Stabilité dimensionnelle	Comme spécifié à l'Article 4.3.5 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
Résistance à la traction des fils de velours	Comme spécifié à l'Article 4.4.2 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>
Effets de l'usure simulée	Comme spécifié à l'Article 5.4.1 and 5.4.2 du document <i>FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1</i>

#### 8.16 Résistance aux intempéries artificielles

Il est important que les nouvelles formes de gazon de hockey qui arrivent sur le marché présentent une résistance adéquate à la dégradation causée par les UV. Normalement, la résistance à la dégradation par les UV est évaluée en soumettant des échantillons de fil à un vieillissement accéléré dans une chambre de vieillissement. C'est toujours l'option préférée. Cependant, cette altération accélérée prend environ 7 mois et la FIH reconnaît que cela pourrait retarder le développement de gazons de hockey innovants. Par conséquent, deux options sont disponibles pour les gazons innovants approuvés par la FIH :

1. Les fils de fibres sont testés pour leur résistance à la dégradation par la lumière ultraviolette conformément à l'Article 4.4.3 of the *FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1*.
2. Le fabricant de gazon de hockey offre une garantie de huit ans (minimum) contre la défaillance prématurée de son gazon de hockey due à la dégradation causée par les UV.

Si un fabricant opte pour l'option 2 ci-dessus, une copie de sa garantie standard doit être incluse dans le rapport de test FIH.

#### 8.17 Toxicologie & propriétés environnementales

Comme spécifié à l'Article 4.4.1 du document *FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1*.

#### 8.18 Couche de souplesse

Les couches de souplesse utilisées avec les gazons de hockey de Catégorie Innovation doivent être conformes à l'article 4.5 of the *FIH Hockey Turf and Field Standards : Part 1* ou à la Norme EN 15330-4 - Spécification pour les couches de souplesse utilisées avec les surfaces sportives en gazon synthétique, aiguilletées et textiles.

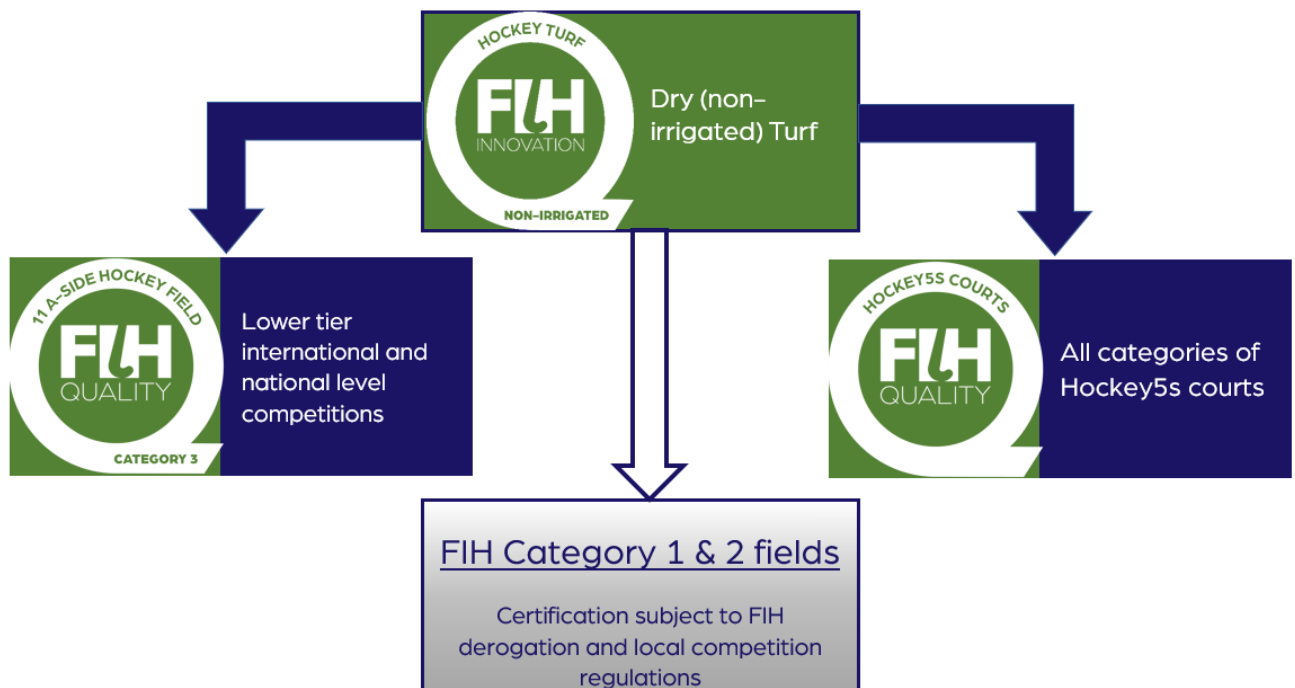
## 9. Certification de terrain

À terme, l'objectif de la FIH est de voir des terrains secs Dry Turf utilisés pour des tournois de hockey de haut niveau, et il a déjà été annoncé que les grands tournois internationaux de hockey se joueraient sur terrains secs Dry Turf à partir de 2026. Les domaines utilisés pour ce niveau de compétition sont définis comme Catégorie Terrain 1 FIH ou Catégorie Terrain 2 FIH.

Aujourd'hui, les gazons de hockey qui satisfont aux exigences de la Catégorie Innovation FIH sont considérés comme ayant un niveau de performance qui dépassera celui fourni par les gazons de hockey de Catégorie National (avec remplissage sable). Étant donné que des gazons de Catégorie National sont installés sur les terrains de hockey de Catégorie 3 de la FIH, ce niveau de certification de terrain s'appliquera dans un premier temps également aux terrains dotés de gazons de Catégorie Innovation FIH.

Dans des cas particuliers, et sous réserve de dérogation de la FIH et de l'accord des organisateurs locaux de compétitions, la certification des terrains destinés aux épreuves de hockey de haut niveau (terrains de Catégorie 1 et 2), pourra être accordée.

Les règles pour les Hockey5 n'exigent pas l'utilisation de gazons de hockey mouillés. Par conséquent les terrains dotés de gazons de Catégorie Innovation FIH peuvent être posés sur des terrains de Hockey5 nécessitant des certifications de Catégorie 1, 2 ou 3.



## Annexe A – Détermination de la diminution de la vitesse de balle

### A.1 Description

Ce test mesure la façon dont la vitesse d'une balle de hockey change en raison de son interaction avec le terrain de hockey lors d'un événement à grande vitesse tel qu'une longue passe. Un canon à air lance une balle de hockey horizontalement à 15 m/s et le changement de vitesse de la balle est mesuré sur une distance de 15 mètres.

### A.2 Matériel

- Un canon à air capable de lancer une balle de hockey avec une rotation minimale à 15 ( $\pm 1$ ) m/s. Le canon à air doit être capable de lancer la balle horizontalement ( $\pm 1^\circ$ ), à partir d'une hauteur de 10 ( $\pm 1$ ) mm au-dessus du sommet de l'échantillon.
- Deux ensembles de portes de chronométrage à déclenchement optique, précis à 1 milliseconde près et capables de mesurer la vitesse de la balle en deux points de son déplacement. Les portes de chronométrage de chaque ensemble doivent être espacées de 1,0 ( $\pm 0,005$ ) m.
- Balle de hockey : comme détaillé à l'article 7.

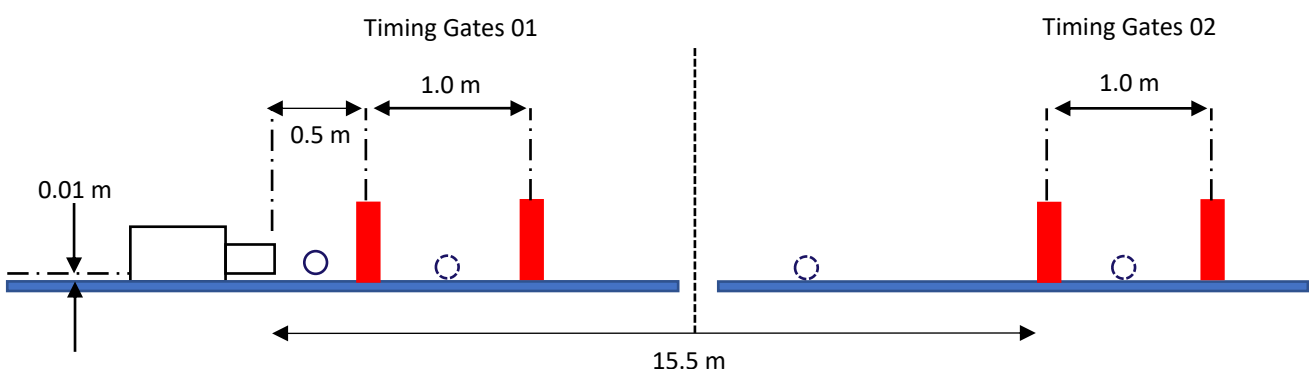
### A.3 Échantillon de test

Un échantillon du gazon de hockey prélevé dans le sens de la fabrication et mesurant au moins 17.0 m x 1.0 m.

NOTE : Si le gazon de hockey présente une forme quelconque de fibres dans le sens transversal, un deuxième échantillon prélevé dans le sens de la fabrication doit également être testé.

### A.4 Procédure

Placez le canon à air sur l'échantillon de manière à ce qu'il soit horizontal ( $\pm 1^\circ$ ) et que l'extrémité du canon soit à 10 ( $\pm 1$ ) mm au-dessus de l'échantillon. Placez les portes de chronométrage sur l'échantillon d'essai de manière à ce que la première porte de chronométrage se trouve à 0,50 ( $\pm 0,005$ ) m de l'extrémité du canon à air et que la première porte de chronométrage de la deuxième paire soit à (15,50  $\pm 0,01$ ) m de l'extrémité du canon à air.



Ajustez la pression du canon à air pour que la vitesse d'une balle de hockey passant à travers la première paire de portes de chronométrage soit de 15 ( $\pm 1$ ) m/s.

Projetez la balle depuis le canon à air, ce qui entraîne une rotation initiale minimale. Enregistrez l'heure à laquelle le ballon passe par chaque porte de chronométrage.

Calculez la vitesse de la balle lorsqu'elle passe à travers la première paire de portes de chronométrage (TG01) et la deuxième paire de portes de chronométrage (TG02).

Répétez l'opération pour obtenir cinq séries de résultats, avant d'installer l'appareil à l'extrémité opposée de l'échantillon pour obtenir cinq résultats dans la direction opposée du test.

Si nécessaire, répétez l'opération sur le deuxième échantillon d'essai prélevé dans le sens de la fabrication.

#### A.5 Calcul des résultats

Calculez le pourcentage de vitesse de balle retenu pour chaque série de tests en utilisant la formule :

$$\% \text{ de Vitesse de balle retenue} = \frac{\text{Vitesse finale (TG02)}}{\text{Vitesse initiale (TG01)}} \times 100$$

Calculer et rapporter la valeur moyenne des 10 tests pour chaque direction de fabricant.

## Annexe B – Détermination du rythme et de l'angle de rebond oblique de la balle

### B.1 Description

La vidéo à haute vitesse est utilisée pour capturer le moment de l'impact, et des techniques de vidéogrammétrie sont utilisées pour suivre la trajectoire de la balle, avant et après l'impact. La vitesse et l'angle de la balle, immédiatement avant l'impact et immédiatement après l'impact, sont calculés.

### B.2 Matériel

- Un canon à air capable de lancer une balle de hockey avec une rotation minimale, à 14 ( $\pm 1$ ) m/s, et d'atteindre un angle d'impact de 43° ( $\pm 1$ ).
- Un système vidéo à haute vitesse capable de fonctionner à 1.000 images par seconde qui capture l'impact de la balle de hockey avec l'échantillon. La résolution de la caméra (à 1.000 images par seconde) doit pouvoir atteindre un facteur d'étalement inférieur à 1 mm par pixel dans le plan de mouvement de la balle et la vitesse d'obturation doit être suffisamment rapide pour éviter tout flou d'image.
- Logiciel de traitement d'image approprié pour identifier les coordonnées en pixels du centre des images de la balle.
- Balle de hockey : comme détaillé à l'article 7.

### B.3 Échantillon de test

Un échantillon du gazon de hockey et de la couche de souplesse sous-jacente mesurant au moins 1.5 m x 1.5 m.

Si le gazon de hockey est destiné à être posé librement sur la couche de souplesse et fixé en périphérie lorsqu'il est posé sur un terrain, le tapis de gazon de hockey doit être ancré sur les quatre côtés pour empêcher tout mouvement pendant l'essai.

Si le gazon de hockey est destiné à être collé à la couche de souplesse lorsqu'il est posé sur un terrain, l'échantillon doit être construit de la même manière et conformément aux instructions du fabricant du gazon.

### B.4 Procédure

Positionnez la caméra vidéo haute vitesse de manière à ce qu'elle soit perpendiculaire au plan de mouvement de la balle (pour éviter les erreurs de parallaxe). Filmez un objet de dimensions connues dans le plan du mouvement de la balle pour établir un facteur d'étalement.

Positionnez le canon à air de manière à ce qu'il tire la balle de hockey sur la partie centrale de l'échantillon et que la balle heurte l'échantillon à un angle de 43° ( $\pm 1$ ).

NOTE : l'extrémité de la buse du canon doit être positionnée verticalement à environ 0,8 m au-dessus de l'échantillon.

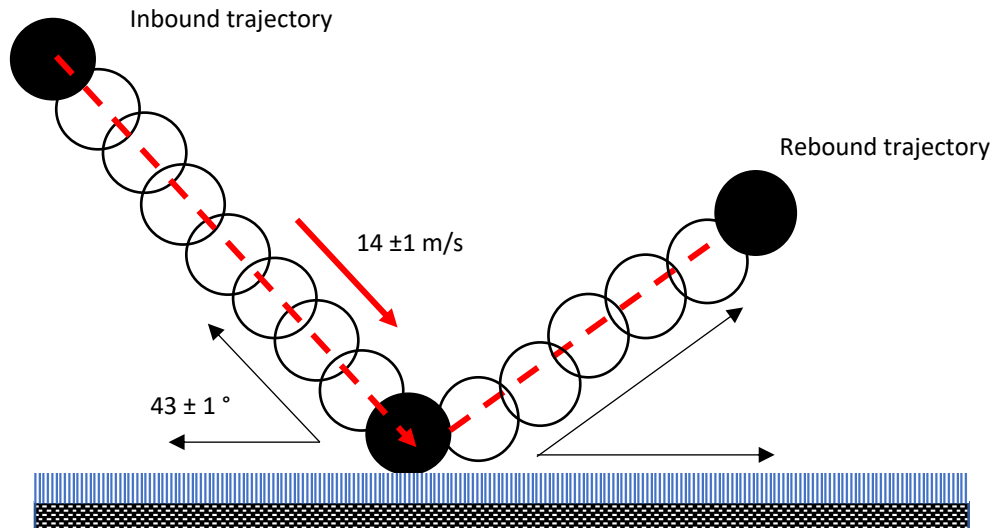
Projetez une balle sur l'échantillon et capturez son impact et son rebond à l'aide du système vidéo haute vitesse.

À l'aide du logiciel de traitement d'image, identifiez les coordonnées en pixels du centre des images de la balle. Traduisez les coordonnées des pixels en coordonnées du monde réel à l'aide du facteur d'étalement.

En utilisant au moins cinq coordonnées de balle entrante et cinq coordonnées de balle rebondissante, utilisez la méthode d'analyse des moindres carrés de Gauss pour calculer la vitesse moyenne et l'angle moyen des trajectoires entrantes et rebondissantes.

Vérifiez que la vitesse d'entrée de la balle est de 14 ( $\pm 1$ ) m/s et que l'angle d'entrée est de 43° ( $\pm 1$ ). Si la vitesse ou l'angle sont hors tolérance, ignorez le test, ajustez le canon à air et répétez pour obtenir un résultat valide.

En vous assurant que la balle ne frappe pas deux fois la même position, répétez l'opération pour obtenir cinq séries de résultats valides, avant de répéter dans la direction opposée du test.



## B.5 Calcul des résultats

### B.5.1 Rythme de rebond oblique de la balle

Calculez la vitesse de la balle angulaire pour chaque test en utilisant :

$$\text{Rythme de rebond oblique de la balle (\%)} = \frac{\text{Vitesse de trajectoire de rebond (m/s)}}{\text{Vitesse de trajectoire entrante (m/s)}} \times 100$$

Calculer et rapporter la valeur moyenne du rythme de rebond oblique de la balle des 10 tests.

### B.5.2 Angle de rebond oblique

Pour chaque test, calculez l'angle de la trajectoire de rebond de la balle lorsqu'elle quitte l'échantillon.

Calculer et rapporter la valeur moyenne de l'angle de rebond oblique de la balle des 10 tests.



## Annexe C – Détermination du frottement crosse/surface

### C.1 Description

Un traîneau lesté avec trois types de crosse de hockey est tiré à une vitesse constante sur l'échantillon et la force de friction qui agit sur les types de crosse de hockey est mesurée.

### C.2 Matériel

Un appareil d'essai de cisaillement qui comprend un cadre rigide, avec un chariot mobile entraîné par des moteurs électriques. Le chariot doit être conduit à une vitesse constante régulée de  $2 (\pm 0,1)$  m/s sur une distance d'au moins 0.5 m.

NOTE 1 : pour obtenir une vitesse constante régulée pendant la phase de mesure de l'essai, la conception du banc d'essai doit permettre l'accélération et la décélération du chariot avant et après la phase de mesure.

Le traîneau à friction doit être monté sur le chariot mobile. La forme du profil de la tête de la crosse de hockey doit être celle illustrée à la figure C1. Ils doivent être imprimés en 3D à l'aide d'une base PA12-CF PA (Nylon) renforcée avec un composite de fibre de carbone.

Les trois profils de tête de la crosse de hockey doivent être montés sur sa base comme illustré aux figures C.2, C.3 et C.4.

La force appliquée sur chaque profil doit être de  $46 (\pm 0.5)$  N.

NOTE : un traîneau avec un profil de tête de crosse de hockey unique peut également être utilisé à condition qu'il soit stable lors de son mouvement à travers l'échantillon.

Le traîneau de hockey doit être tiré sur l'échantillon via une cellule de pesée avec une précision de  $0,2 (\pm 0,01)$  % et être échantillonné à une fréquence de  $500 (\pm 10)$  Hz via un DAC.

Si les tests doivent être effectués avec des balles auto-mouillantes, le traîneau doit incorporer des cages qui garantissent que les balles peuvent circuler librement immédiatement devant les profils de tête de crosse de hockey.

NOTE 2 : Un dessin CAO du profil de la crosse de hockey, adapté pour permettre son impression 3D, et les détails du composite en fibre de carbone peuvent être obtenus à partir du site FIH ([facilities@fih.hockey](mailto:facilities@fih.hockey)).

### C.3 Échantillon de test

Un échantillon du gazon de hockey et de la couche de souplesse sous-jacente mesurant au moins 2,0 m x 0,5 m.

Si le gazon de hockey présente une forme quelconque de motif de velours directionnel, des échantillons doivent être évalués dans le sens de fabrication et à travers le sens de fabrication.

### C.4 Étalonnage

Les propriétés de friction du traîneau équipé de crosse de hockey doivent être validées avant l'essai.

Le traîneau équipé de crosse de hockey doit être tiré par le testeur de cisaillement sur un carreau propre en verre flotté trempé dans un état de saturation humide. Le chariot de l'appareil d'essai de cisaillement doit être entraîné à une vitesse constante régulée de  $0,5 (\pm 0,1)$  m/s sur une distance d'au moins 0.5 m.

L'essai d'étalonnage doit être répété six fois et le coefficient de frottement crosse/verre humide en utilisant :

$$\text{Coefficient de friction crosse/verre humide} = \frac{\text{Force de frottement moyenne sur un glissement en régime permanent de 0,5 m (N)}}{\text{Force verticale (N)}}$$

Le Coefficient de friction crosse/verre humide doit être de  $0.17 \pm 0.02$ .

#### C.5 Procédure

S'assurer que les profils de tête de crosse de hockey sont totalement secs après le test d'étalonnage.

Tirer le traîneau sur l'échantillon à une vitesse  $2 (\pm 0,1)$  m/s sur une distance minimale de 2 mètres.

Surveiller la vitesse du traîneau et identifier une section où il se déplace sur une distance de 0,5 m avec un glissement en régime permanent de  $2 (\pm 0,1)$  m/s.

Répéter le test pour obtenir cinq résultats, avant d'inverser l'échantillon pour répéter la procédure dans le sens opposé.

Si nécessaire, répétez l'opération sur le deuxième échantillon d'essai dans l'autre sens de la fabrication.

#### C.6 Calcul des résultats

Pour chaque essai, analyser les datas pour déterminer la force de frottement moyenne agissant sur le traîneau lors des essais.

Calculer le coefficient de friction crosse/surface en utilisant :

$$\text{Coefficient de frottement crosse/surface} = \frac{\text{Force de frottement moyenne sur un glissement en régime permanent de 0,5 m (N)}}{\text{Force verticale (N)}}$$

Calculer la valeur moyenne du coefficient de frottement crosse/surface pour chaque direction d'essai.

Indiquer les valeurs minimales, maximales et moyennes du coefficient de frottement crosse /surface pour chaque direction d'essai.

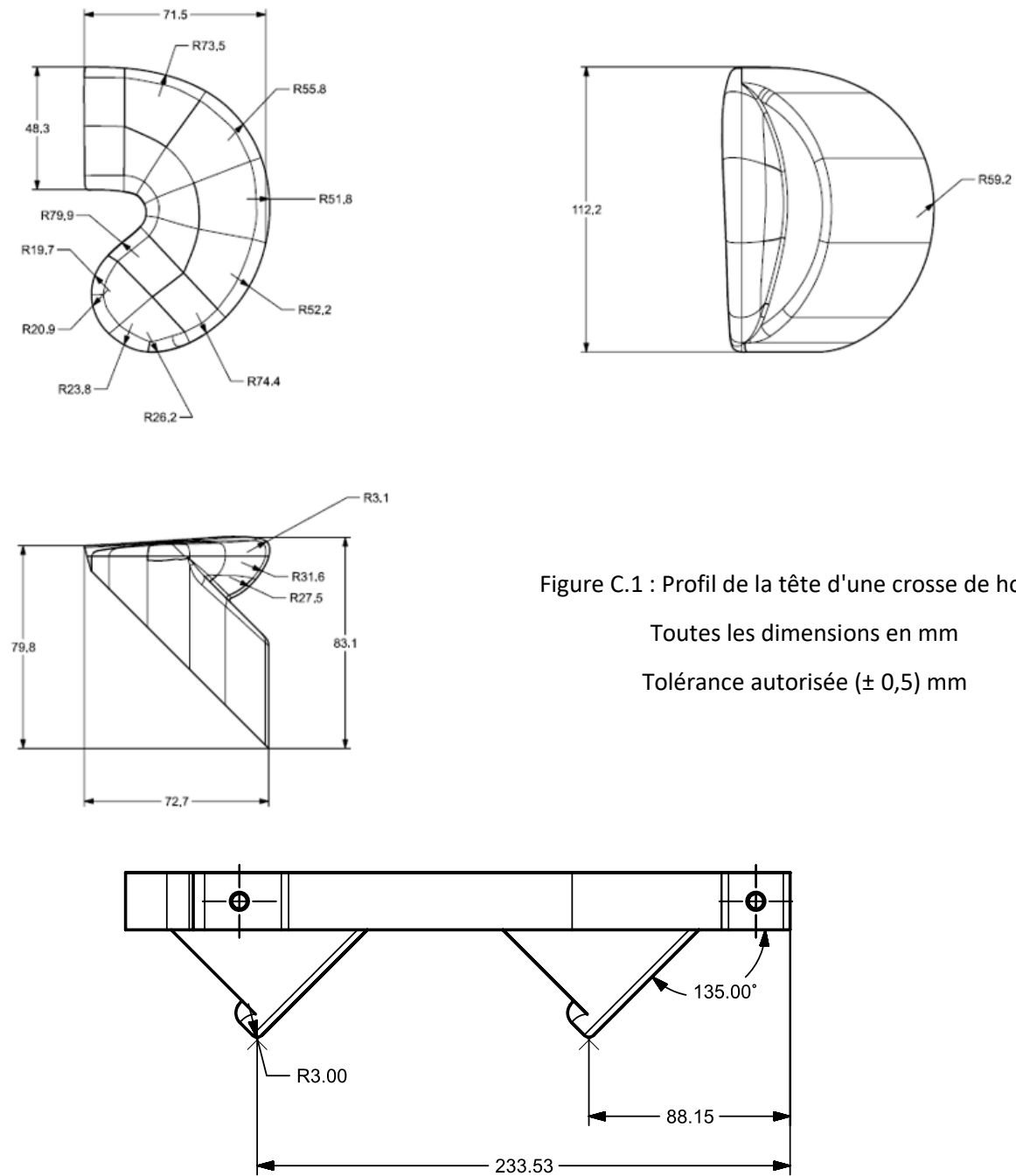


Figure C.1 : Profil de la tête d'une crosse de hockey

Toutes les dimensions en mm

Tolérance autorisée ( $\pm 0,5$ ) mm

Figure C.2 : Montage du profil de tête de crosse de hockey sur traîneau (dimensions en mm)

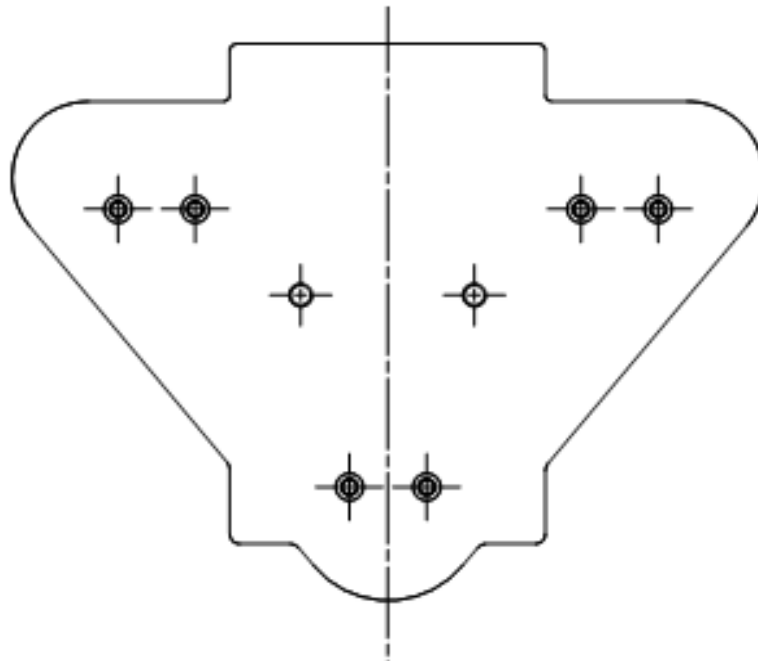


Figure C.3 : Montage de trois profils de crosse sur traîneau

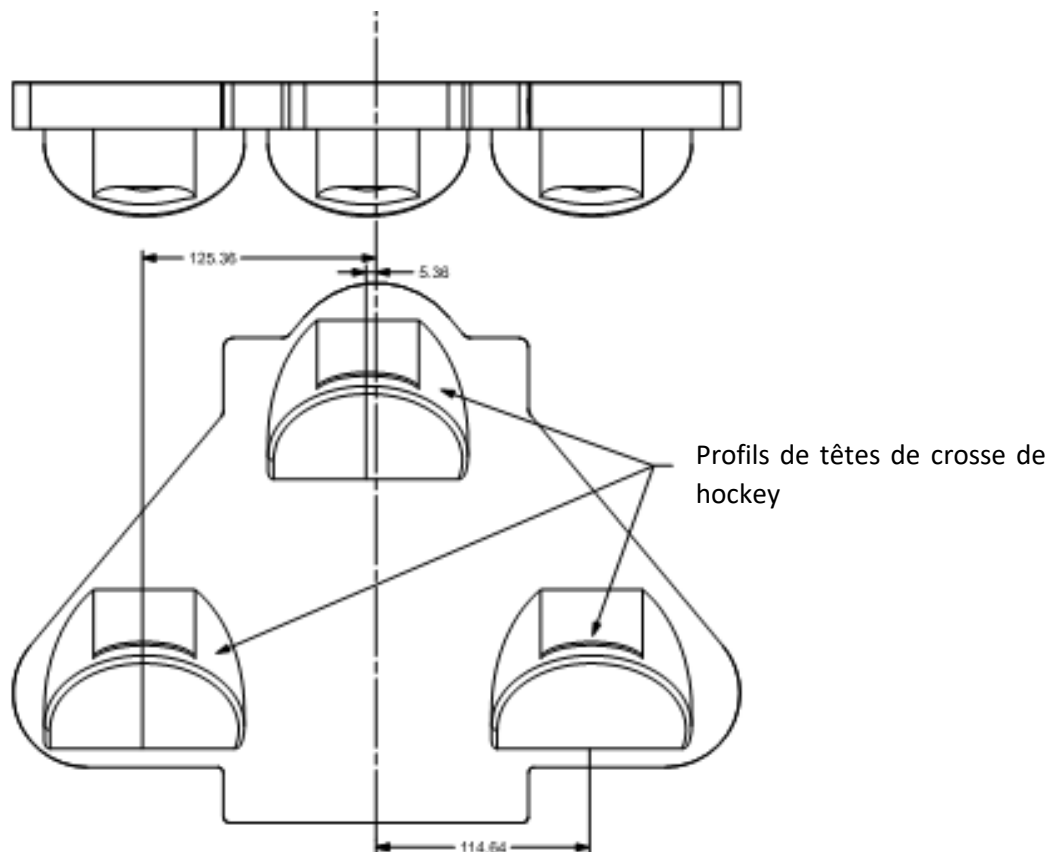


Figure C.4 : Montage de trois profils de crosses sur le traîneau (dimensions en mm)

## Annexe D – Détermination de la rigidité de la surface en 3D

### D.1 Description

Le test mesure la rigidité dynamique du gazon de hockey et simule un joueur faisant sortir la balle de la surface pour commencer à jouer la balle dans l'espace vertical (c'est-à-dire les compétences 3D).

### D.2 Matériel

Un Athlète Artificiel Avancé (TRIPLE A) tel que décrit dans le document CEN Technical Specification CEN/TS 16717:2015<sup>2</sup> et modifié comme suit :

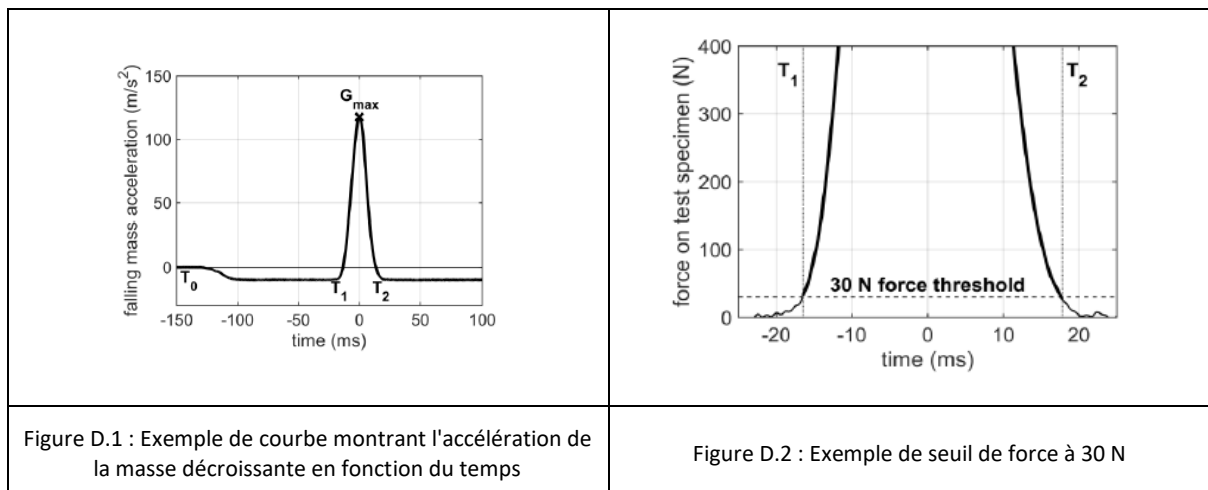
1. La masse totale de l'impacteur (pied, ressort, accéléromètre, chariot) est réduite à 10.000 ( $\pm 100$ ) grammes. Les dimensions de l'impacteur et les spécifications de raideur du ressort restent inchangées.
2. La hauteur de chute est réduite à 20 ( $\pm 0,25$ ) mm (sur sol en béton) et la vitesse d'impact cible est réduite à 0,6 m/s (sur sol en béton).
3. Les périodes de début (T1) et de fin de contact (T2) sont définies comme suit :

#### Début de l'impact

Trouvez le dernier point avant la force maximale où la courbe force en fonction du temps croise la ligne 30 N. Si le gradient de force à ce stade dépasse 10 kN/s, cela est défini comme T1. Si le gradient de force à ce stade ne dépasse pas 10 kN/s, avancez dans le temps jusqu'à ce que cette condition soit d'abord remplie et ceci est défini comme T1.

#### Fin d'impact

Trouvez le premier point après la force maximale où la courbe Force en fonction du Temps croise la ligne 30 N. Si le gradient de Force Absolu à ce stade dépasse 10 kN/s, cela est défini comme T2. Si le gradient de Force Absolu à ce stade ne dépasse pas 10 kN/s, reculez dans le temps jusqu'à ce que cette condition soit d'abord remplie et ceci est défini comme T2.



### D.3 Échantillon de test

Un échantillon du gazon de hockey et de la couche de souplesse sous-jacente mesurant au moins 1,0 m x 1,0 m.

Si le gazon de hockey est destiné à être posé librement sur la couche de souplesse et fixé en périphérie lorsqu'il est posé sur un terrain, le tapis de gazon de hockey doit être ancré sur les quatre côtés pour empêcher tout mouvement pendant l'essai.

Si le gazon de hockey est destiné à être collé à la couche de souplesse lorsqu'il est posé sur un terrain, l'échantillon doit être construit de la même manière et conformément aux instructions du fabricant du gazon.

#### D.4 Procédure

Installez l'appareil de manière à ce qu'il soit positionné verticalement sur l'échantillon.

Ajustez la hauteur de la face inférieure du pied d'essai en acier de sorte qu'elle se trouve à 20,00 (± 0,25) mm au-dessus de l'échantillon. Lâchez la masse et enregistrez le signal d'accélération.

Répétez l'opération pour effectuer un total de cinq mesures, en déplaçant l'appareil d'essai entre les impacts afin qu'il soit positionné sur une partie différente de l'échantillon et de sorte qu'aucune mesure ne soit effectuée à moins de 200 mm du bord de l'échantillon.

#### D.5 Calcul des résultats

Pour chaque test, déterminez la Force Maximale (N) et la Déformation Maximale (mm).

##### D.5.1 Calcul de la Force Maximale

La Force Maximale correspond à la force maximale, exprimée en Newtons et est calculée comme suit :

$$F_{\max} = m \times (A_{\max} + g)$$

Dans lequel :

- $A_{\max}$  = est l'accélération maximale lors de l'impact ( $\text{ms}^{-2}$ )
- $m$  est la masse du poids qui chute (kg)
- $g$  est l'accélération due à la gravité ( $\text{ms}^{-2}$ ).

##### D.6.2 Calcul de la déformation Maximale

La Déformation Maximale (mm) est définie comme la valeur maximale de  $D_{\text{specimen}}(t)$  sur l'intervalle  $[T_1, T_2]$

$$D_{\text{specimen}}(t) = -D_{\text{test foot}}(t) = -(D_{\text{mass}}(t) + D_{\text{spring}}(t))$$

La vitesse ( $V_{\text{mass}}(t)$ ) et le déplacement ( $D_{\text{mass}}(t)$ ) de la masse en chute sont calculés respectivement par intégration simple et double de l'accélération de la masse en chute sur le signal complet.

Pour l'intégration de vitesse,  $V_{\text{mass}}(t)$  est de 0 m/s au début du signal (avant le début de la chute). Pour l'intégration du déplacement, la  $D_{\text{mass}}(t)$  est de 0 mm au moment du contact initial entre le pied d'essai et l'échantillon.

Compression du ressort  $D_{\text{spring}}(t)$  pendant toute la phase de contact entre le pied d'essai et l'échantillon,  $[T_1, T_2]$ , est calculé comme suit :

$$D_{\text{spring}}(t) = \frac{F(t)}{C_{\text{(spring)}}}$$

Dans lequel :

- $D_{\text{spring}}(t)$  est la compression du ressort (mm)
- $F(t)$  est la force appliquée par la masse chutant sur l'échantillon (N)
- $C_{\text{(spring)}}$  est la raideur du ressort, comme détaillée en (N/mm)



### D.6.3 Calcul de la rigidité de la surface en 3D

Calculez la rigidité de la surface en 3D en utilisant :

$$\text{Rigidité de la surface en 3D} \frac{\text{Force Maximale}}{\text{Déformation Maximale}} \\ (\text{N/mm}) =$$

Calculez et rapportez la valeur moyenne de la rigidité dynamique des cinq tests.



Rue du Valentin 61  
1004 Lausanne  
SWITZERLAND

[www.fih.hockey](http://www.fih.hockey)