



## FEDERATION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE

# NORME FIA POUR LES CABLES DE RETENUE DE FORMULE UN FIA STANDARD FOR FORMULA ONE WHEEL RESTRAINT CABLES

### AVANT-PROPOS

Les présentes spécifications ont été préparées sous la direction du Groupe de Recherche Voitures ouvertes de la FIA et du Groupe de Travail Technique Formule Un à partir d'une analyse d'accident, d'une modélisation mathématique et d'un essai dynamique sur chariot. Le but de ces spécifications est de permettre d'évaluer en toute objectivité les performances des câbles de retenue des roues en Formule Un.

© 2005 – FIA

### FOREWORD

This specification has been compiled under the direction of the FIA Open Cockpit Research Group and the Formula One Technical Working Group based on accident analysis, mathematic modelling and dynamic sled testing. The aim of this specification is to enable objective evaluation of the performance Formula One wheel restraint cables.

# NORME FIA POUR LES CABLES DE RETENUE DE FORMULE UN

## FIA STANDARD FOR FORMULA ONE WHEEL RESTRAINT CABLES

### 1. CHAMP D'APPLICATION

Les systèmes de retenue des roues sont importants pour améliorer la protection des pilotes et du personnel (spectateurs et officiels) à proximité de la course. Il a été démontré que lors d'un accident, une roue peut être éjectée à des vitesses dépassant de 150 km/h (42 m/s) la vitesse de la voiture, ce qui correspond à une énergie cinétique linéaire de 17 kJ pour un assemblage de roues de 20 kg.

La présente spécification fournit des méthodes d'essai, des critères et des limites destinés à évaluer les performances des systèmes de retenue des roues afin de réduire la possibilité qu'une roue soit éjectée. Néanmoins, dans certaines conditions d'accident, l'énergie cinétique d'une roue éjectée peut quand même excéder la capacité de ces câbles de retenue améliorés ou, de fait, de toute solution pratique. Par ailleurs, dans certaines conditions d'accident très spécifiques, il peut y avoir un compromis à trouver entre la retenue d'une roue et le décollage de la voiture. Dans ce cas, les objectifs de performance définis dans la présente spécification visent à privilégier la retenue de la roue.

Lors des premiers travaux de développement, un système perfectionné de retenue des roues a été envisagé, il comprenait deux parties : une unité d'absorption d'énergie et un câble de liaison. Toutefois, les dernières recherches ont démontré qu'un câble intégré peut absorber l'énergie requise sans qu'une unité d'absorption d'énergie distincte soit nécessaire. Par conséquent, le câble intégré est la solution privilégiée. D'autres conceptions peuvent convenir, mais leur géométrie et leur fonctionnement doivent être approuvés par la FIA avant de les soumettre pour certification.

### 1. SCOPE

Wheel restraint systems are important to improve protection to the drivers and the personnel (spectators and officials) within the proximity of the race event. It has been shown that during an accident a wheel may be ejected at velocities in excess of 150km/h (42m/s) relative to the car, which corresponds to a linear kinetic energy of 17kJ for a 20kg wheel assembly.

This specification provides test methods, criteria and limits to assess the performance of wheel restraint systems to ensure that the potential for wheel ejection is reduced. Nevertheless, during certain accident conditions the kinetic energy of an ejected wheel may exceed the capability of even these improved restraint cables or, indeed, any practicable solution. Furthermore, during very specific accident conditions, there may be a compromise between wheel retention and car launching, in which case the performance objectives defined in this specification aim to prioritise wheel retention.

During early development work, an advanced wheel restraint system was considered in two parts; an energy absorbing unit and a connecting tether. However, the latest research has demonstrated that an integrated tether can absorb the required energy without the need for a separate energy absorbing unit. And, therefore, an integrated tether is the preferred solution. Other designs may be acceptable, but the geometry and function shall be approved by the FIA before submitting for certification.

## **2. GENERAL**

### **2.1 Approval procedure.**

Le fabricant doit fournir à la FIA le rapport de test (voir Annexe A6) établi par un laboratoire approuvé par la FIA et listé dans la Liste Technique No : 37, certifiant que le câble de retenue de roue répond aux exigences de la présente norme

The list of restraint cables in compliance with this standard will be published by the FIA in the technical list No: 37.

## **3. DEFINITIONS**

Les composants clés sont définis ci-après.

### **3.1 Assemblage de roue**

Éléments, comprenant généralement la roue, le pneu, le moyeu, l'étrier de frein et le disque de frein, qui sont considérés comme un projectile unique lors de l'éjection d'une roue.

### **3.2 Câble de retenue de roue**

Élément flexible supportant la charge reliant l'assemblage de roue à la structure principale de la voiture et présentant la résistance et la capacité d'absorption d'énergie requises.

### **3.3 Absorbeur d'énergie**

Capacité d'absorption d'énergie du câble. Un élément d'absorption d'énergie distinct peut être autorisé mais il doit être approuvé par la FIA avant d'être soumis pour certification.

### **3.4 Fixation d'extrémité du câble**

Élément situé à chaque extrémité du câble afin d'en faciliter la fixation à la voiture et à l'assemblage de roue. La fixation d'extrémité peut comprendre une boucle si ceci correspond

## **2. GENERAL**

### **2.1 Approval procedure.**

The manufacturer shall supply to the FIA, the test report (see Appendix A6) from an FIA-approved test house listed in technical list No:37 certifying that the restraint cable complies with this standard.

The list of restraint cables in compliance with this standard will be published by the FIA in the technical list No: 37.

## **3. DEFINITIONS**

A definition of the key components is provided below.

### **3.1 Wheel Assembly**

Those parts, likely to include the wheel, tyre, upright, brake calliper and brake disk, that are considered to be a single projectile during a wheel ejection event.

### **3.2 Wheel Restraint Cable (Tether)**

Flexible load carrying element that connects the wheel assembly to the main structure of the car and that provides the required strength and energy absorbing capability.

### **3.3 Energy Absorber**

The energy absorbing capability of the tether. A separate energy absorbing element may be permitted but shall be approved by the FIA before submitting for certification.

### **3.4 Tether End Fitting**

Feature at each end of the tether to facilitate attachment to the car and the wheel assembly. The tether end fitting may include a bobbin if this represents the in-car conditions.

aux conditions à l'intérieur de la voiture.

La fixation d'extrémité intérieure du câble se rattache au châssis de la voiture.

La fixation d'extrémité extérieure du câble se rattache à l'assemblage de roue.

### **3.5 Attache de câble**

Attache entre la fixation d'extrémité du câble et la structure principale de la voiture correspondant aux critères géométriques et de résistance définis par le Règlement Technique.

### **3.6 Surface de frottement du câble**

Structure rigide correspondant à la structure ponctuelle de la voiture sur laquelle le câble doit glisser si la roue est éjectée dans toute direction perpendiculaire à l'axe de rotation des roues arrière.

## **4. EVALUATION DES PERFORMANCES**

### **4.1 Essai du câble de retenue des roues**

Les performances du système de retenue des roues seront mesurées conformément aux essais dynamiques définis à l'Annexe A.

#### **4.1.1 Un câble de retenue de roue (par assemblage de roue)**

Lors des essais de traction et des essais de la surface de frottement du câble, tous les échantillons d'essai doivent répondre aux critères suivants :

L'absorption d'énergie ne doit pas être inférieure à 4 kJ sur les 250 premiers mm de déplacement.

La force maximale ne doit pas dépasser 70 kN (CFC 1000) sur les 250 premiers mm de déplacement.

#### **4.1.2 Deux câbles de retenue de roue (par assemblage de roue)**

Lors des essais de traction et des essais de la surface de frottement du câble, tous les échantillons d'essai doivent répondre aux critères suivants :

The in-board-tether-end-fitting connects to car chassis.

The out-board-tether-end-fitting connects to wheel assembly.

### **3.5 Tether Attachment**

Attachment between the tether end fitting and the main structure of the car that achieves the strength and geometrical requirements defined by the Technical Regulations.

### **3.6 Tether Sliding Surface**

Rigid structure that represents the local structure of the car over which the tether shall slide if the wheel is ejected in any direction normal to the axis of rotation of the rear wheels.

## **4. PERFORMANCE ASSESSMENT**

### **4.1 Wheel Restraint Cable Test**

The performance of the wheel restraint system shall be measured in accordance with the dynamic tests defined in Appendix A.

#### **4.1.1 One Wheel Restraint Cable (per wheel assembly)**

During the tensile tests and tether sliding surface tests, the following performance shall be achieved by all test samples;

The energy absorption shall not be less than 4kJ over the first 250mm of displacement.

The peak force shall not exceed 70kN (CFC 1000) over the first 250mm of displacement.

#### **4.1.2 Two Wheel Restraint Cables (per wheel assembly)**

During the tensile tests and tether sliding surface tests, the following performance shall be achieved by all test samples;

L'absorption d'énergie ne doit pas être inférieure à 2 kJ sur les 250 premiers mm de déplacement.

La force maximale ne doit pas dépasser 70 kN (CFC 1000) sur les 250 premiers mm de déplacement.

The energy absorption shall not be less than 2kJ over the first 250mm of displacement.

The peak force shall not exceed 70kN (CFC 1000) over the first 250mm of displacement.

## ANNEXE A / APPENDIX A

### PROCEDURE D'ESSAI DU CABLE DE RETENUE DES ROUES

#### A1. Appareillage

Les photos A1 et A2 montrent l'appareillage adéquat.

Cet essai a pour but d'exercer une charge dynamique sur le câble dans une direction de traction afin de déterminer les caractéristiques de résistance, d'allongement et d'absorption d'énergie. Les essais doivent être réalisés au moyen d'un chariot dynamique sur le modèle de l'essai de choc frontal en Formule Un. La masse du chariot doit être de 780 kg  $\pm$  7,8 kg.

Deux attaches de câble doivent être fournies : l'une fixée au chariot et l'autre à un ancrage au sol situé à proximité du chariot. La position du point d'attache du câble au chariot par rapport au centre de gravité du chariot doit être choisie de manière à éviter que des couples excessifs ne s'exercent sur le chariot. La position du point d'attache du câble à l'ancrage au sol doit permettre de former avec le câble un angle conforme aux critères définis en A1.1 et A1.2. Les attaches du câble doivent reproduire la méthode de fixation adoptée à l'intérieur de la voiture et définie par le Règlement Technique. Le fabricant du câble pourra fournir une boucle si ceci correspond à la méthode de fixation utilisée dans la voiture.

Lors de l'essai, toute l'énergie cinétique du chariot doit être dirigée vers les fixations d'extrémité du câble afin d'exercer une force de tension sur le câble. Le câble doit se déplacer avec le chariot lors de la phase précédant l'impact, la fixation d'extrémité intérieure du câble étant engagée dans l'attache du câble au chariot. Au point d'impact, la fixation d'extrémité extérieure du câble doit être engagée avec l'attache du câble à l'ancrage au sol. A mesure que la charge s'exerce sur le câble, le chariot décélère. Le déplacement du chariot doit par ailleurs se faire sans entrave jusqu'à ce que le chariot ait dépassé de 500 mm le point d'impact. Le chariot peut ensuite être arrêté à l'aide de tubes en déformation ou autre dispositif approprié.

### WHEEL RESTRAINT CABLE TEST PROCEDURE

#### A1. Apparatus

An appropriate test apparatus is shown in Figures A1 and A2.

The aim of the test is to dynamically load the tether in a tensile direction, in order to determine the strength, elongation and energy absorbing characteristics. The tests shall be conducted using a dynamic sled apparatus based on the Formula One frontal impact test. The mass of the sled shall be 780kg  $\pm$  7.8kg.

Two tether attachments shall be provided; one fitted to the sled and one fitted to a ground anchor within a close proximity to the sled. The position of the sled tether attachment point relative to the CoG of the sled shall be chosen to prevent excessive torque loadings to the sled. The position of the ground anchor tether attachment point shall achieve the tether angle requirements defined in A1.1 and A1.2. The tether attachments shall reproduce the in-car fixing method as defined by the Technical Regulations. The tether manufacturer may provide a bobbin arrangement if this represents the in-car fixing method.

During the test, the entire kinetic energy of the sled shall be directed into the tether end fittings to load the tether in tension. The tether shall move with the sled during the pre-impact phase with the in-board tether end fitting engaged with the sled tether attachment. At the point of impact, the out-board tether end fitting shall engage with the ground anchor tether attachment. As the tether is loaded the sled will be decelerated. The motion of the sled shall be otherwise unrestrained until the displacement of the sled has exceeded 500mm from the point of impact. After this time, the sled may be arrested using crush tubes or any other appropriate device.

Deux configurations d'essai sont préconisées.

#### **A1.1 Essai de traction(0°)**

Lors de l'essai de traction, le câble devra être soumis à une charge entre deux points uniquement : le point de fixation du chariot et le point d'ancrage au sol. Au point d'impact, l'angle entre l'axe principal du câble et l'axe du chariot ne doit pas dépasser 20°

#### **A1.2 Essai de la surface de frottement du câble (90°)**

Lors de l'essai de la surface de frottement du câble, le câble doit être soumis à une charge en trois points : le point de fixation du chariot, la surface de frottement et le point d'ancrage au sol. La surface de frottement doit être un cylindre solide en acier d'un diamètre de 25 mm et d'une longueur d'au moins 100 mm. L'axe principal est perpendiculaire à l'axe du câble. Au point d'impact, la distance entre l'extrémité intérieure du câble et le centre de la surface de frottement doit être de 115 mm  $\pm$  15 mm. L'appareillage est configuré de manière à tordre le câble de 90°  $\pm$  5° autour de la surface de frottement. Au point d'impact, l'angle entre la section extérieure du câble et l'axe du chariot ne devra pas dépasser 20°.

#### **A2. Echantillons d'essai**

Les échantillons d'essai devront inclure le câble et ses fixations d'extrémité. La longueur de ces échantillons, mesurée entre les centres des fixations d'extrémité du câble, sera de 600 mm  $\pm$  15 mm.

#### **A3. Conditionnement**

La FIA pourra exiger que les câbles polymériques soient conditionnés avant les essais de la manière suivante :

Température : 100°C pendant 24 heures

Humidité : Immersion dans une eau à 25°C pendant 48 heures

Ultra violet : 250 mm d'une lampe à quartz contenant du xénon à 125 V pendant 48 heures

#### **A4. Instrumentation**

L'appareillage doit comprendre un capteur de force monoaxial permettant de mesurer la force exercée sur la fixation d'extrémité extérieure du câble dans la direction du câble. L'axe sensible du capteur de force doit être aligné avec l'axe du câble à  $\pm$  5° du point d'impact. Il est entendu que lors de l'impact, l'angle du câble sera modifié à

Two loading configurations are prescribed

#### **A1.1 Tensile Test (0°)**

During the tensile test, the tether shall be loaded between two points only; the sled attachment point and the ground anchor attachment point. At the point of impact, the angle between the major axis of the tether and the axis of the sled shall not exceed 20°.

#### **A1.2 Tether Sliding Surface Test (90°)**

During the tether sliding surface test, the tether shall be loaded at three points; the sled attachment point, the tether sliding surface and the ground anchor attachment point. The tether sliding surface shall be a solid steel cylinder with a diameter of 25mm and a length of at least 100mm. The major axis shall be perpendicular to the axis of the tether. At the impact point, the distance between the in-board end of the tether and the centre of the Tether Sliding Surface shall be 115mm  $\pm$  15mm. The apparatus shall be configured such that the tether is flexed through 90°  $\pm$  5° around the tether sliding surface. At the point of impact, the angle between the out-board section of the tether and the axis of the sled shall not exceed 20°.

#### **A2. Test Samples**

The test samples shall include the tether and the tether end fittings. The test samples shall have a length of 600mm  $\pm$  15mm measured between the centres of the tether end fittings.

#### **A3. Environmental Conditioning**

The FIA may require that polymeric tethers are conditioned before testing as follows;

Temperature: 100°C for 24 hours

Moisture: Immersed in water 25°C for 48 hours

Ultra-violet: 250mm from 125V xenon-filled quartz lamp for 48hours

#### **A4. Instrumentation**

The apparatus shall be fitted with a single axis load cell to measure the force exerted at the out-board tether end fitting along the direction of the tether. The sensitive axis of the load cell must be aligned with the axis of the tether  $\pm$  5° at the point of impact. It is understood that during the impact

mesure que le câble s'allongera. Toutefois, l'axe sensible du capteur de force devra être fixé à l'emplacement du point d'impact.

Une méthode de mesure de la vitesse du chariot juste avant le point d'impact devra être fournie. Le chariot devra être équipé d'un accéléromètre pour mesurer l'accélération longitudinale lors de l'impact.

Tous les instruments devront être conformes à la norme SAE J211 (dernière version) avec une classe de fréquence (CFC) de 1000. La fréquence de l'échantillonnage sera d'au moins 20 000 Hz.

### **A5. Procédures d'essai**

**Test A5.1. Retenue des roues - Essai de tension**  
Les échantillons d'essai seront montés sur le chariot conformément à la configuration d'essai de tension décrite en A1. La vitesse d'impact sera d'au moins 14 m/s. Les essais seront menés sur deux échantillons et les résultats seront présentés comme défini en A6.

**Test A5.2. Retenue des roues – Essai de la surface de frottement du câble**  
Les échantillons d'essai seront montés sur le chariot conformément à la configuration d'essai de la surface de frottement du câble décrite en A1. La vitesse d'impact sera d'au moins 14 m/s. Les essais seront menés sur deux échantillons et les résultats seront présentés comme défini en A6.

### **A6. Résultats**

Les résultats devront comprendre :

- (a) La longueur de l'échantillon d'essai (en mm)
- (b) Le diamètre (ou section) de l'échantillon d'essai (en mm ou mm<sup>2</sup>)
- (c) La masse de l'échantillon d'essai (g), fixations d'extrémité y compris
- (d) La vitesse d'impact réelle (en m/s)
- (e) La courbe temps - accélération du chariot CFC1000 (en g, ms)
- (f) La courbe temps - vitesse<sup>1</sup> du chariot (en m/s, ms)
- (g) La courbe temps – force du câble montrant la force maximale CFC1000 (N, ms)
- (h) La courbe déplacement<sup>2</sup> – force du câble CFC1000 (N, mm)
- (i) L'énergie<sup>3</sup> absorbée sur les 250 premiers mm

event, the angle of the tether will change as the tether extends. However, the sensitive axis of the load cell shall be fixed at the point of impact position.

A method of measuring the velocity of the sled immediately before the point of impact shall be provided. The sled shall be fitted with an accelerometer to measure the fore-aft acceleration during the impact event.

All instrumentation shall conform to SAE J211 (latest revision) with a channel frequency class (CFC) of 1000. The sampling frequency shall be at least 20,000Hz.

### **A5. Test Procedures**

**Test A5.1. Wheel Restraint Tensile Test**  
The test samples shall be fitted to the sled with the in accordance with the tensile test configuration as described in A1. The impact velocity shall be at least 14m/s. The tests shall be conducted on two test samples and the results shall be reported as defined in A6.

**Test A5.2. Wheel Restraint Tether Sliding Surface Test**  
The test samples shall be fitted to the sled with the in accordance with the tether sliding surface test configuration as described in A1. The impact velocity shall be at least 14m/s. The tests shall be conducted on two test samples and the results shall be reported as defined in A6.

### **A6. Results**

The results shall include:

- (a) Length of test sample (mm)
- (b) Diameter (or x-sectional area) of test sample (mm or mm<sup>2</sup>)
- (c) Mass of test sample (g) including end fittings
- (d) Actual impact velocity (m/s)
- (e) Acceleration-time history of the sled CFC1000 (g, ms)
- (f) Velocity<sup>1</sup>-time history of the sled (m/s, ms)
- (g) Force-time history for tether showing peak force CFC1000 (N, ms)
- (h) Force-displacement<sup>2</sup> history for tether CFC1000 (N, mm)
- (i) Energy<sup>3</sup> absorbed over first 250mm

<sup>1</sup>. The velocity shall be calculated by single integration of acceleration

1. La vitesse sera calculée en intégrant une fois l'accélération.
2. Le déplacement sera calculé en intégrant deux fois l'accélération.
3. L'énergie sera calculée en intégrant la force par rapport au déplacement.

2. The displacement shall be calculated by double integration of acceleration
3. The energy shall be calculated by integration of force with respect to displacement

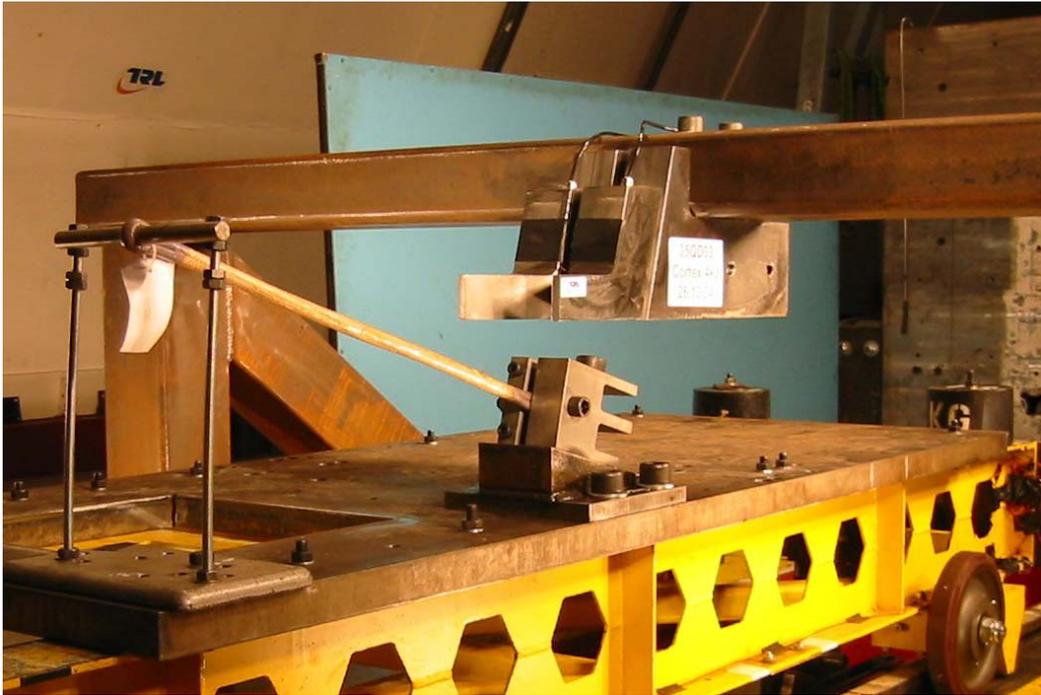


Figure A1. Test apparatus for 0° (tensile) tests on wheel restraint cables



Figure A2. Test apparatus for 90° (tether sliding surface) tests on wheel restraint cables

