

**Conseil économique et social**

Distr. générale  
26 février 2016  
Français  
Original : anglais

---

**Commission économique pour l'Europe****Comité des transports intérieurs****Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules****Groupe de travail de la sécurité passive****Cinquante-neuvième session**

Genève, 9-13 mai 2016

Point 17 de l'ordre du jour provisoire

**Règlement n° 100 (Sécurité des véhicules électriques)****Proposition d'amendements au Règlement n° 100  
(Sécurité des véhicules électriques)****Communication de l'expert de la Belgique\***

Le texte ci-après, établi par l'expert de la Belgique, vise à transférer des dispositions relatives à la sécurité électrique des trolleybus du Règlement n° 107 (Véhicules des catégories M<sub>2</sub> et M<sub>3</sub>) au Règlement n° 100 (Sécurité des véhicules électriques). La présente proposition vise à attirer l'attention du Groupe de travail de la sécurité passive (GRSP) sur problèmes d'interprétation que suscitent les champs d'application des deux Règlements en ce qui concerne la sécurité électrique des trolleybus. Il s'agit en outre de lever les ambiguïtés pour les autorités d'homologation de type et les services techniques et de permettre aux constructeurs de planifier l'homologation d'un nouveau type de véhicule. Les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel du Règlement sont signalées en caractères gras pour les ajouts ou biffés pour les suppressions.

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2014-2018 (ECE/TRANS/240, par. 105, et ECE/TRANS/2014/26, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules.



## I. Proposition

Liste des annexes,

Renvoi à l'annexe 6, modifier comme suit :

« 6

...

Partie 3 : Caractéristiques essentielles des véhicules routiers ou systèmes dont le châssis est raccordé aux circuits électriques .....

**Partie 4 : Caractéristiques essentielles des trolleybus ».**

Texte du Règlement,

Ajouter un nouveau paragraphe 1.3, comme suit :

« 1.3 **Partie III : Prescriptions de sécurité s'appliquant à la chaîne de traction électrique des véhicules routiers des catégories M<sub>2</sub> et M<sub>3</sub>, dont la vitesse par construction dépasse 25 km/h, équipés d'un ou plusieurs moteurs de traction mus par l'électricité au moyen de fils de contact aériens extérieurs et, de manière temporaire, par un moyen de propulsion interne supplémentaire, et aux éléments et systèmes à haute tension qui sont galvaniquement reliés au rail haute tension de la chaîne de traction électrique ou qui en sont galvaniquement isolés.**

**La partie III du présent Règlement n'énonce pas de prescriptions concernant la sécurité des véhicules routiers après un accident. ».**

Paragraphe 2.17, modifier comme suit :

« 2.17 Par "à haute tension" (classe de tension "B" selon la norme ISO 6469-3) la catégorie nominale de classement d'un composant ou circuit électrique, si sa tension de fonctionnement est  $> 60 \text{ V}$  et  $\leq 1\,500 \text{ Vcc}$  ou  $> 30 \text{ V}$  et  $\leq 1\,000 \text{ Vca}$  (valeur efficace (rms)). **Tous les autres composants ou circuits sont considérés comme étant "à basse tension". ».**

Ajouter de nouveaux paragraphes 2.40 à 2.46, comme suit :

« 2.40 Par "trolleybus" un véhicule à propulsion électrique alimenté par fils de contact aériens extérieurs. Aux fins du présent Règlement, ce peut être aussi un véhicule ayant un moyen de propulsion interne supplémentaire (véhicule bimode) ou un moyen de guidage extérieur temporaire (trolleybus guidé) ;

2.41 Par "tension de la ligne" la tension fournie au trolleybus par la ligne de contact aérienne ;

2.42 Par "matériau autoextinguible" un matériau dont la combustion s'arrête lorsque la source d'inflammation est éloignée ;

2.43 Par "isolation fonctionnelle" une isolation qui assure la fonctionnalité de l'équipement ;

2.44 Par "isolation de base" une isolation qui protège les personnes contre les risques liés à l'électricité dans les systèmes protégés par une liaison équipotentielle ;

- 2.45 Par *“isolation supplémentaire”* une isolation qui protège les personnes contre les risques liés à l'électricité dans les systèmes non protégés par une liaison équipotentielle ;
- 2.46 Par *“double isolation”* une combinaison des isolations de base et supplémentaire, chacune se prêtant individuellement aux essais à l'aide d'une couche intermédiaire métallisée. ».

Paragraphe 5, modifier comme suit :

- « 5. Partie I : Prescriptions applicables à un véhicule à **alimentation interne non raccordé en permanence au réseau** en ce qui concerne sa sécurité électrique ».

Ajouter un nouveau paragraphe 7, comme suit :

## « 7. **Partie III : Prescriptions applicables à un véhicule à alimentation externe en ce qui concerne sa sécurité électrique**

### 7.1 Paramètres de fonctionnement

7.1.1 Les trolleybus doivent être conçus pour fonctionner avec une des tensions nominales de la ligne suivantes :

- a) 600 V (plage de fonctionnement allant de 400 à 720 V, et 800 V en courant continu pendant 5 minutes) ; ou
- b) 750 V (plage de fonctionnement allant de 500 à 900 V, et 1 000 V en courant continu pendant 5 minutes) ; et
- c) Résister à des surtensions de 1 270 V pendant 20 ms.

### 7.1.2 Conditions climatiques nominales

7.1.2.1 Les trolleybus doivent être conçus pour fonctionner de manière fiable dans les conditions ambiantes suivantes:

7.1.2.1.1 Température comprise entre -25 °C et +40 °C ;

7.1.2.1.2 Taux d'humidité relative allant jusqu'à 98 % à une température égale ou inférieure à 25 °C ;

7.1.2.1.3 Pression atmosphérique comprise entre 86,6 et 106,6 kPa ;

7.1.2.1.4 Altitude allant du niveau de la mer à 1 400 m maximum au-dessus de ce niveau.

7.1.2.2 Les conditions ambiantes spéciales dépassant les conditions climatiques nominales énoncées au paragraphe 1.3.1 ci-dessus doivent être indiquées dans le dossier d'homologation de type (annexe 6, partie 3) et dans la fiche de communication (annexe 6, partie 3).

7.1.3 *“Tension nominale d'isolement”* s'entend de la tension de référence pour les essais diélectriques, les lignes de fuite et les distances d'isolement.

### 7.2 Captage du courant

7.2.1 Le courant des fils de contact est transmis par un ou plusieurs dispositifs de connexion, comprenant normalement deux capteurs de courant. (Un capteur de courant unique ou un pantographe peut être utilisé pour les

applications guidées.) Un capteur de courant se compose d'un dispositif de montage sur le toit (embase), d'une perche de trolley, d'un archet capteur de courant et d'un frotteur remplaçable. Les capteurs de courant sont fixés de manière à pouvoir tourner dans les plans à la fois horizontal et vertical.

Un capteur de courant doit pouvoir effectuer, au minimum, une rotation de  $\pm 55^\circ$  autour de l'axe vertical et de  $\pm 20^\circ$  autour de l'axe horizontal de sa fixation au trolleybus.

- 7.2.2 Les perches de trolley doivent être faites soit d'un matériau assurant l'isolement, soit d'un métal recouvert d'un matériau isolant faisant office d'isolation fonctionnelle destinée à éviter les courts-circuits entre les lignes aériennes au cas où elles se détacheraient (déraillement) et elles doivent résister résistant aux chocs mécaniques.
- 7.2.3 Les capteurs de courant doivent être conçus pour assurer un contact permanent avec les fils de contact lorsque ces fils sont situés à une hauteur variant de 4 à 6 m au-dessus du sol et pour que l'axe longitudinal du trolleybus puisse s'écarter de 4 m de part et d'autre de l'axe médian des fils de contact.
- 7.2.4 Chaque perche de trolley doit être munie d'un dispositif lui permettant de se rétracter automatiquement au cas où le capteur de courant se détacherait accidentellement du fil de contact (déraillement).
- 7.2.5 En cas de déraillement, il faut éviter tout contact entre la perche rétractée et quelque partie du toit que ce soit.
- 7.2.6 La tête de perche du capteur de courant, lorsqu'elle n'est plus dans sa position normale sur la perche de trolley, doit rester reliée à celle-ci.
- 7.2.7 Le capteur de courant peut être équipé d'un système de commande à distance depuis la cabine du conducteur, au moins pour l'abaisser.
- 7.2.8 Le trolleybus doit comporter des aménagements permettant au conducteur de remplacer, en cas de besoin, les frotteurs lorsque le véhicule est en service sur la chaussée.
- 7.3 Équipement de traction et équipement auxiliaire
- 7.3.1 L'appareillage électrique installé sur le trolleybus doit être protégé contre les surtensions et les courts-circuits. La protection doit de préférence être assurée par un système de disjoncteurs commandés automatiquement, à distance ou manuellement.
- 7.3.2 Les organes électriques doivent être protégés contre les surtensions provoquées par les commutations ou les phénomènes atmosphériques.
- 7.3.3 Les disjoncteurs doivent pouvoir interrompre individuellement les circuits endommagés.
- 7.3.4 Si un circuit quelconque comprend un disjoncteur unipole, ce dernier doit être installé sur la ligne positive du circuit.
- 7.3.5 Tous les circuits électriques et branches de circuit de la classe de tension B doivent être à deux conducteurs. La caisse du trolleybus peut faire office de conducteur pour protéger par liaison équipotentielle les circuits, doublement isolés de la ligne de tension, de la classe de

tension B. Elle peut aussi être utilisée pour la mise à la masse des circuits de la classe de tension A.

**7.3.6** Les boîtiers de batterie, couvercles des accumulateurs et caisses de groupement des batteries doivent être en matériaux ininflammables ou autoextinguibles.

**7.3.7** Les organes électriques connectés à la tension de la ligne doivent, outre leur isolation de base, être munis d'une isolation supplémentaire par rapport à la caisse du trolleybus, à l'alimentation électrique de bord et à l'interface de signaux.

Pour la protection de parties conductrices du courant et des couches intermédiaires métallisées situées à l'intérieur du compartiment voyageurs ou du compartiment à bagages, il doit être satisfait au degré de protection IPXXD (conformément à la norme ISO 20653:2013).

Pour la protection des parties conductrices du courant et des couches intermédiaires métallisées situées ailleurs qu'à l'intérieur du compartiment voyageurs ou du compartiment à bagages mais pas sur le toit, il doit être satisfait au degré de protection IPXXB (conformément à la norme ISO 20653:2013).

Pour la protection des parties conductrices du courant et des couches intermédiaires métallisées situées sur le toit avec protection de distance, il ne doit être satisfait à aucun degré de protection.

**7.3.7.1** Pour les isolations extérieures, par exemple sur le toit et au niveau du moteur de traction, où la conductivité est occasionnelle et le nettoyage régulier, la ligne de fuite doit être d'au moins 10 mm.

Elles doivent être montées avec un abri contre les intempéries ou conçues comme des isolateurs de type parapluie ou avec bande à larmier, ou au moyen d'une autre technique produisant des effets équivalents. Il est recommandé d'utiliser du silicium comme matériau de base ou de protection. Dans ce cas la distance d'isolement doit être d'au moins 20 mm.

Avec d'autres matériaux, conceptions ou types de montage, ou dans des conditions de fonctionnement extrêmes, il faut choisir une distance d'isolement supérieure. La description du schéma de montage fait partie des éléments pris en compte pour l'homologation (voir le point 3.5.3 de l'annexe 6, partie 3).

**7.3.7.2** L'équipement fonctionnant à des tensions de la classe B doit porter le symbole de l'éclair, en forme de flèche noire sur fond jaune dans un triangle bordé de noir.



Ce symbole doit aussi être visible sur les enceintes et barrières qui, une fois retirées, exposent les parties conductrices de courant des circuits de la classe de tension B. L'accessibilité et l'amovibilité de ces barrières/enceintes doivent être prises en considération lorsqu'il s'agit d'évaluer la nécessité d'apposer ce symbole.

- 7.3.7.3 Les câbles des rails haute tension, lorsqu'ils ne sont pas sous carter de protection, doivent être identifiés par une gaine de couleur orange.
- 7.3.8 À l'exception des capteurs de courant, des limiteurs de surtension et des résistances de traction, les parties conductrices du courant des organes électriques doivent être protégées de l'humidité et de la poussière.
- 7.3.9 Il y a lieu de prévoir un moyen de soumettre périodiquement à des essais de résistance chaque isolation de base et supplémentaire des organes électriques ayant une double isolation. Sur un véhicule neuf à l'état sec, la résistance d'isolement des circuits électriques à une tension d'essai de 1 000 V courant continu ne doit pas être inférieure aux valeurs suivantes :
- 7.3.9.1 Pour chaque isolation de base : 10 M $\Omega$  ;
- 7.3.9.2 Pour chaque isolation supplémentaire : 10 M $\Omega$  ;
- 7.3.9.3 Pour la double isolation dans son ensemble : 10 M $\Omega$ .
- 7.3.10 Câblage et appareils
- 7.3.10.1 Du fil souple doit être utilisé pour tous les circuits. La tension nominale d'isolement des fils par rapport à la terre doit être au moins égale à la tension nominale d'isolement conforme au paragraphe 7.1.3.
- 7.3.10.2 Le câblage une fois en place ne devrait pas être soumis à des contraintes mécaniques.
- 7.3.10.3 L'isolation des câbles ne doit pas transmettre la combustion.
- 7.3.10.4 Les câbles portés à des tensions de différentes classes doivent être posés séparément.
- 7.3.10.5 Les fourreaux à câbles doivent être en matériaux ininflammables ou autoextinguibles. Les fourreaux situés à l'intérieur du compartiment voyageurs de la classe de tension B doivent être fermés et faits de métal. Ces fourreaux métalliques doivent être reliés au châssis du véhicule.
- 7.3.10.6 [Réservé]
- 7.3.10.7 Le câblage situé sous le plancher du véhicule doit être dans des fourreaux qui le protègent de l'entrée et de la propagation de l'eau et des poussières.
- 7.3.10.8 La fixation et le parcours des câbles doivent être tels qu'ils empêchent toute détérioration de l'isolation par abrasion (frottement). Des passe-fils en matériau élastomère doivent être posés aux points où le câblage traverse des éléments structuraux métalliques. Le rayon de courbure des fourreaux protégeant les câbles doit être égal à au moins cinq fois le diamètre extérieur desdits fourreaux.
- 7.3.10.9 À proximité des disjoncteurs, les câbles doivent être disposés de telle façon qu'il ne puisse y avoir d'effet d'arc électrique entre les câbles.
- 7.3.10.10 Des précautions doivent être prises pour éviter que les câbles soient endommagés par suite de la proximité de résistances ou d'autres composants électriques portés à haute température. Dans les zones critiques, des câbles résistant à la chaleur doivent être utilisés.
- 7.3.10.11 Les supports de câbles, connecteurs et autres dispositifs de montage doivent être faits de matériaux ininflammables ou autoextinguibles.

- 7.3.10.12** Toutes les isolations des équipements à tension de classe B présents à bord du trolleybus doivent subir des essais au moyen d'une source de courant électrique alternatif à une fréquence d'essai de 50-60 Hz pendant 1 min.

La tension d'essai ( $U_{\text{Test}}$ ) appliquée au câblage et aux composants du trolleybus doit être :

Isolation de base :  $U_{\text{Test}} = 2 \times U_{\text{Nm}} + 1\,500 \text{ V}$

Isolation supplémentaire :  $U_{\text{Test}} = 1,6 \times U_{\text{Nm}} + 500 \text{ V}$

Pour les circuits doublement isolés de la tension de la ligne aérienne, la tension d'essai ( $U_{\text{Test}}$ ) doit être égale ou supérieure à 1 500 V, ou :

Isolation de base :  $U_{\text{Test}} = 2 \times U_{\text{Nm}} + 1\,000 \text{ V}$

La tension d'essai équivalente en courant continu est égale à  $\sqrt{2}$  fois celle en courant alternatif.

L'isolation renforcée n'est pas autorisée dans les trolleybus pour les circuits directement connectés à la ligne aérienne.

- 7.4** Sécurité des voyageurs et des membres d'équipage du point de vue électrique
- 7.4.1** Dans un trolleybus, chaque circuit mis sous tension par la ligne aérienne doit être doublement isolé de la caisse du véhicule.
- 7.4.2** L'influence des courants de charge dynamiques engendrés par le couplage capacitif entre des équipements de la classe de tension B et le châssis électrique doit être réduite par l'impédance de protection des matériaux isolants utilisés dans la zone d'accès. Les colonnes et les barres de maintien situées à proximité des portes, les rampes d'aide à la mobilité et les premières marches doivent être faites d'un matériau isolant ou revêtues d'un matériau isolant résistant aux effets mécaniques, ou être isolées de la caisse du trolleybus.
- 7.4.3** Un dispositif permettant de surveiller en permanence le courant ou la tension de fuite entre la caisse du trolleybus et la chaussée doit être installé à bord du trolleybus. Le dispositif doit automatiquement déconnecter les circuits haute tension du système de contact (lorsque le trolleybus est à l'arrêt) si le courant de fuite est supérieur à 3 mA ou si la tension de fuite dépasse 60 V en courant continu (conformément à la norme EN 50122-1 ou CEI 62128-1).
- 7.5** Cabine du conducteur
- 7.5.1** Aucun appareillage haute tension ne doit être accessible au conducteur dans sa cabine.
- 7.5.2** Le tableau de bord doit comporter au moins les appareils suivants :
- 7.5.2.1** Indicateur de la tension sur la ligne de contact ;
- 7.5.2.2** Indicateur de tension nulle sur la ligne de contact ;
- 7.5.2.3** Indicateur de l'état du disjoncteur principal automatique de la ligne de contact ;
- 7.5.2.4** Indicateur de charge/décharge de la batterie d'accumulateurs ;

- 7.5.2.5** Indicateur d'une tension électrique dangereuse sur la caisse ou d'un courant de fuite supérieur aux limites précisées au paragraphe 7.4.3 ci-dessus. ».

*Les paragraphes 7 à 12 deviennent les paragraphes 8 à 13.*

*Ajouter une nouvelle partie 3 de l'annexe 6, comme suit :*

## « Annexe 6 – Partie 3

### **Caractéristiques essentielles du trolleybus**

- 1. Description générale**
  - 1.1** Marque de fabrique (nom du fabricant)
  - 1.2** Type
  - 1.3** Catégorie de véhicule
  - 1.4** Désignation commerciale si elle existe
  - 1.5** Nom et adresse du constructeur
  - 1.6** Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur
  - 1.7** Dessin ou photographie du véhicule
  - 1.8** Numéro d'homologation du SRSEE
- 2. Conditions ambiantes spéciales pour un fonctionnement fiable :**
  - 2.1** Température
  - 2.2** Niveau d'humidité extérieure
  - 2.3** Pression atmosphérique
  - 2.4** Altitude
- 3. Véhicule :**
  - 3.1** Dimensions avec des perches verrouillées
  - 3.2** Alimentation
    - 3.2.1** Tension nominale de la ligne aérienne (V)
    - 3.2.2** Courant nominal de ligne du véhicule (A), y compris les lecteurs auxiliaires, système de chauffage, de ventilation et de climatisation
  - 3.3** Caractéristiques fonctionnelles
    - 3.3.1** Vitesse maximale (km/h : service normal/service autonome)
    - 3.3.2** Inclinaison maximale (% : service normal/service autonome)
  - 3.4** Description des principaux circuits électriques
    - 3.4.1** Diagrammes des circuits
    - 3.4.2** Mesures de protection (schémas et dessins généraux)
  - 3.5** Surveillance de l'isolation (le cas échéant)
    - 3.5.1** Marque de fabrique et type de dispositif de surveillance

- 3.5.2 Principe de la surveillance, description
- 3.5.3 Description des niveaux d'isolation des composants
- 4. Moteur électrique
  - 4.1 Marque de fabrique et type de moteur électrique
  - 4.2 Type (enroulement, excitation)
  - 4.3 Courant horaire maximal/continu (kW)
  - 4.4 Tension nominale (V)
  - 4.5 Courant nominal (A)
  - 4.6 Fréquence nominale (Hz)
  - 4.7 Emplacement dans le véhicule
- 5. Électronique de puissance
  - 5.1 Marque de fabrique et type d'onduleur de traction
    - 5.1.1 Puissance maximale continue
    - 5.1.2 Système de refroidissement
  - 5.2 Marque de fabrique et type de chargeur de batterie-24 V
    - 5.2.1 Puissance maximale continue
    - 5.2.2 Système de refroidissement
  - 5.3 Marque et type d'alimentation en courant alternatif triphasé
    - 5.3.1 Puissance maximale continue
    - 5.3.2 Système de refroidissement
- 6. Alimentation électrique pour service autonome :
  - 6.1 Système de stockage
    - 6.1.1 Batterie/supercondensateurs
    - 6.1.2 Marque de fabrique et type de système de stockage
    - 6.1.3 Poids (kg)
    - 6.1.4 Capacité (Wh)
    - 6.1.5 Emplacement dans le véhicule
  - 6.2 Marque de fabrique et type d'unité de commande
  - 6.3 Marque de fabrique et type de chargeur
    - 6.3.1 Tension nominale (V)/tension minimale (V), tension en fin de charge (V)
    - 6.3.2 Courant nominal (A)/courant max. de décharge (A), courant max. de charge (A)
  - 6.4 Diagramme de fonctionnement, de commande et de sécurité
  - 6.5 Caractéristiques des périodes de charge
  - 6.6 Unité de moteur-générateur
    - 6.6.1 Puissance horaire/continue (kW)

- 6.6.2**      **Marque de fabrique et type d'unité ou de moteur et de générateur**
- 6.6.3**      **Carburant et système d'alimentation en carburant**
- 6.6.4**      **Emplacement dans le véhicule**
- 7.**          **Capteur de courant**
- 7.1**        **Marque de fabrique et type de capteur de courant**
- 7.2**        **Fonctionnement du capteur de courant ».**

## **II. Justification**

1. Historique de la question : Le Règlement n° 36 a été modifié en 2002 par l'ajout d'une annexe contenant des dispositions applicables aux trolleybus (complément 07 à la série 03 d'amendements). À l'époque, le domaine d'application du Règlement n° 100 était limité aux véhicules électriques à batterie. L'annexe relative aux trolleybus a ensuite été ajoutée au Règlement n° 107, non pas dans la série 01 d'amendements adoptée en 2003 (fusion des Règlements n°s 36, 52 et 107) mais dans la série 02, en 2006. En 2015, l'annexe en question (annexe 12) a été modifiée afin d'aligner les prescriptions relatives à la sécurité électrique sur les normes en vigueur (normes ISO).

2. Un trolleybus est un véhicule de la catégorie M<sub>2</sub> ou M<sub>3</sub> et sa construction générale relève du Règlement n° 107. Comme il s'agit également d'un véhicule électrique, le Règlement n° 100 est le mieux adapté pour accueillir les prescriptions de sécurité supplémentaires relatives à la sécurité électrique qui figurent actuellement à l'annexe 12 du Règlement n° 107.

3. Il convient donc de supprimer l'annexe 12 du Règlement n° 107 par le biais d'une proposition d'amendement soumise au Groupe de travail des dispositions générales de sécurité (GRSG) et de la transposer dans le Règlement n° 100 comme proposé dans le présent document.

4. Les appendices 1, 2 et 3 de la première partie de l'annexe 1 du Règlement n° 107, qui contiennent la liste des caractéristiques du trolleybus à l'exception des conditions ambiantes spéciales, renvoient déjà à la première partie de l'annexe 6 et à l'annexe 7 du Règlement n° 100.

5. Des questions subsistent quant à l'application du texte actuel du Règlement n° 100 aux trolleybus dont la sécurité électrique a été homologuée conformément à la série 06 d'amendements au Règlement n° 107. En particulier, il conviendrait de préciser ce qu'on entend par « réseau » dans le domaine d'application du Règlement n° 100 : le réseau inclut-il les fils de contact aériens extérieurs qui assurent l'alimentation principale du trolleybus ? Dans la négative, suffit-il de renvoyer au point 44 de la Résolution mutuelle n° 2 contenant des définitions des systèmes de propulsion des véhicules ? Si le moyen de propulsion interne supplémentaire est un groupe électrogène à moteur diesel, le trolleybus relève-t-il encore du Règlement n° 100 ? Enfin, un type de trolleybus relève-t-il du Règlement n° 100 si le moyen de propulsion interne supplémentaire est une batterie ou un supercondensateur ?