

**Conseil économique et social**

Distr. générale  
4 août 2010  
Français  
Original: anglais

---

**Commission économique pour l'Europe****Comité des transports intérieurs****Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules****Cent cinquante-deuxième session**

Genève, 9-12 novembre 2010

Point 4.4.4 de l'ordre du jour provisoire

**Accord de 1958 – Examen des projets d'amendements  
aux Règlements existants proposés par le GRSP****Projet de série 02 d'amendements au Règlement n° 94  
(Protection en cas de choc frontal)****Communication du Groupe de travail de la sécurité passive\***

Le texte reproduit ci-après a été adopté par le Groupe de travail de la sécurité passive (GRSP) à sa quarante-septième session. Il est fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRSP/2010/20, tel qu'amendé par l'annexe VI du rapport (ECE/TRANS/WP.29/GRSP/47, par. 35). Il est soumis au Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) et au Comité d'administration (AC.1) aux fins d'examen.

---

\* Conformément au programme de travail pour 2006-2010 du Comité des transports intérieurs (ECE/TRANS/166/Add.1, activité 02.4), le Forum mondial élabore, harmonise et actualise les Règlements, afin d'améliorer les caractéristiques des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

*Table des matières*

*Ajouter une nouvelle annexe et son appendice 1, ainsi conçus:*

«Annexe 11 – Procédure d’essai pour la protection des occupants des véhicules électriques contre tout contact avec les éléments à haute tension et toute fuite d’électrolyte

Appendice 1 – Doigt d’épreuve articulé (IPXXB)».

*Texte du Règlement*

*Paragraphe 2.6.4, modifier comme suit:*

«2.6.4 L’emplacement (avant, arrière ou central) et l’orientation (transversale ou longitudinale) du moteur, dans la mesure où ils faussent les résultats de l’essai de choc prescrit dans le présent Règlement.».

*Ajouter un nouveau paragraphe, ainsi conçu:*

«2.6.7 L’emplacement du SRSE, dans la mesure où ils faussent les résultats de l’essai de choc prescrit dans le présent Règlement, ...».

*Paragraphe 2.7, modifier comme suit:*

«2.7 Par “habitable”...».

*Ajouter un nouveau paragraphe, ainsi conçu:*

«2.7.1 Par “*habitable, s’agissant de la protection des occupants*”, l’espace réservé aux occupants et délimité par le pavillon, le plancher, les parois latérales, les portières, les vitres extérieures, la cloison moteur et le plan de la cloison du compartiment arrière ou celui du support du dossier du siège arrière;».

*Ajouter un nouveau paragraphe, ainsi conçu:*

«2.7.2 Par “*habitable, s’agissant de l’évaluation de la sûreté électrique*”, l’espace réservé aux occupants et délimité par le pavillon, le plancher, les parois latérales, les portières, les vitres extérieures, la cloison avant et la cloison arrière, ainsi que par les barrières et les carters servant à protéger la chaîne de traction électrique de tout contact direct avec les éléments à haute tension.».

*Ajouter plusieurs nouveaux paragraphes, ainsi conçus:*

«2.15 Par “*à haute tension*”, la classification nominale d’un composant ou d’un circuit électrique si sa tension de fonctionnement est  $>60$  V et  $\leq 1\ 500$  V en courant continu ou  $>30$  V et  $\leq 1\ 000$  V en courant alternatif, en valeur efficace;

2.16 Par “*système rechargeable de stockage de l’énergie (SRSE)*”, le système de stockage de l’énergie rechargeable qui fournit l’énergie électrique nécessaire à la traction;

2.17 Par “*barrière de protection électrique*”, un élément qui protège contre tout contact direct avec les éléments à haute-tension;

2.18 Par “*chaîne de traction électrique*”, l’ensemble du circuit électrique comprenant le ou les moteurs de traction et pouvant aussi comprendre le SRSE, le système de conversion de l’énergie électrique, les convertisseurs électroniques, le faisceau du câblage et les connecteurs, et le système de raccordement pour la recharge du SRSE;

2.19 Par “*élément sous tension*”, un élément conducteur conçu pour être mis sous tension en conditions normales d’utilisation;

- 2.20 Par “*élément conducteur exposé*”, un élément conducteur qui peut être facilement touché selon les dispositions relatives au degré de protection IPXXB et qui est mis sous tension en cas de défaillance de l’isolement;
- 2.21 Par “*contact direct*”, le contact de personnes avec les éléments à haute tension;
- 2.22 Par “*contact indirect*”, le contact de personnes avec des éléments conducteurs exposés;
- 2.23 Par “*degré de protection IPXXB*”, la protection contre tout contact avec les éléments à haute tension, assurée par une barrière ou un carter de protection et mesurée au moyen du doigt d’épreuve articulé (IPXXB) décrit au paragraphe 4 de l’annexe 11;
- 2.24 Par “*tension de fonctionnement*”, la valeur la plus élevée de la tension efficace d’un circuit électrique définie par le constructeur, qui peut exister entre des éléments conducteurs quand le circuit est ouvert, ou dans des conditions normales de fonctionnement. Si le circuit électrique est divisé en plusieurs circuits par isolement galvanique, la tension de fonctionnement est définie pour chacun d’eux;
- 2.25 Par “*système de raccordement pour la recharge du système rechargeable de stockage de l’énergie (SRSE)*”, le circuit électrique utilisé pour recharger le SRSE à partir d’une source électrique extérieure, y compris la prise de raccordement côté véhicule;
- 2.26 Par “*masse électrique*”, un ensemble d’éléments conducteurs reliés électriquement, dont le potentiel sert de référence;
- 2.27 Par “*circuit électrique*”, un ensemble d’éléments à haute tension interconnectés, conçu pour être sous tension dans des conditions normales de fonctionnement;
- 2.28 Par “*système de conversion de l’énergie électrique*”, un système (pile à combustible, par exemple) qui fabrique et fournit l’énergie électrique nécessaire à la traction;
- 2.29 Par “*convertisseur électronique*”, un appareil capable de réguler et/ou de convertir l’énergie électrique nécessaire à la traction;
- 2.30 Par “*carter de protection*”, un élément qui contient les organes internes et protège contre tout contact direct;
- 2.31 Par “*rail haute tension*”, le circuit électrique, y compris le système de raccordement pour la recharge du SRSE qui est sous haute tension;
- 2.32 Par “*isolant solide*”, le revêtement isolant du faisceau de câblage destiné à recouvrir les éléments sous tension et à les protéger de tout contact direct, les carters d’isolation des parties sous tension des connecteurs ainsi que les vernis ou peintures utilisés à des fins d’isolement;
- 2.33 Par “*fonction automatique de déconnexion*”, une fonction qui, lorsqu’elle est activée, sépare de façon galvanique les sources d’énergie électriques du reste du circuit haute tension de la chaîne de traction électrique;
- 2.34 Par “*batterie de traction de type ouvert*”, un type de batterie nécessitant un liquide et produisant de l’hydrogène qui est relâché dans l’atmosphère.».

*Ajouter un nouveau paragraphe, ainsi conçu:*

- «3.2.6 Description générale du type de source d'énergie électrique et emplacement de la chaîne de traction électrique (chaîne hybride ou chaîne électrique, par exemple).».

*Paragraphe 5.2, modifier comme suit:*

- «5.2 Spécifications

L'essai du véhicule ... en même temps.

Les véhicules équipés d'une chaîne de traction électrique doivent en outre satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.2.8. La démonstration peut en être faite lors d'un essai de choc distinct, à la demande du constructeur, et après l'accord du service technique, étant entendu que les composants électriques n'ont aucune incidence sur l'efficacité du type de véhicule considéré en matière de protection des occupants, telle qu'elle est définie aux paragraphes 5.2.1 à 5.2.5 du présent Règlement. Si tel est le cas, le respect des prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.8 doit être vérifié conformément aux méthodes définies à l'annexe 3 du présent Règlement, à l'exception des paragraphes 2, 5 et 6. Mais un mannequin du type Hybrid III (voir note 1 de l'annexe 3) équipé d'une cheville à 45° et réglé conformément aux prescriptions applicables à ce type de mannequin est installé dans chacun des sièges latéraux avant.».

*Ajouter plusieurs nouveaux paragraphes, ainsi conçus:*

- «5.2.8 À la suite de l'essai effectué conformément à la procédure définie à l'annexe 3 du présent Règlement, la chaîne de traction électrique à haute tension, ainsi que les composants et les systèmes à haute tension qui sont reliés de façon galvanique aux rails haute tension de la chaîne de traction doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

- 5.2.8.1 Protection contre les chocs électriques

Après le choc, l'un au moins des quatre critères énoncés aux paragraphes 5.2.8.1.1 à 5.2.8.1.4.2 doit être rempli.

Si le véhicule est équipé d'une fonction de déconnexion automatique, ou d'un ou de plusieurs dispositifs qui isolent de façon galvanique le circuit de la chaîne de traction électrique pendant la conduite, l'un au moins des critères ci-dessous doit s'appliquer au circuit déconnecté ou à chacun des circuits après la déconnexion.

Cependant, les critères définis au paragraphe 5.2.8.1.4 ne s'appliquent pas si plusieurs éléments d'une partie du rail à haute tension ne bénéficient pas d'un degré de protection IPXXB.

Si l'essai est effectué alors qu'une ou plusieurs parties du système haute tension ne sont pas sous tension, la protection de la ou des parties en question contre tout choc électrique doit être assurée conformément au paragraphe 5.2.8.1.3 ou au paragraphe 5.2.8.1.4.

- 5.2.8.1.1 Absence de haute tension

Les tensions  $V_b$ ,  $V_1$  et  $V_2$  des rails haute tension doivent être inférieures ou égales à 30 V en courant alternatif ou à 60 V en courant continu, comme indiqué au paragraphe 2 de l'annexe 11.

- 5.2.8.1.2 Faible niveau d'énergie électrique
- L'énergie totale des rails haute tension doit être inférieure à 2,0 joules, lorsqu'elle est mesurée conformément à la procédure d'essai définie au paragraphe 3 de l'annexe 11, avec la formule a). Elle peut aussi être calculée au moyen de la tension mesurée  $V_b$  du rail haute tension et de la capacitance des condensateurs X ( $C_x$ ) définie par le constructeur conformément à la formule b) du paragraphe 3 de l'annexe 11.
- L'énergie contenue dans les condensateurs Y ( $TE_{y1}$  et  $TE_{y2}$ ) doit aussi être inférieure à 2,0 joules. Elle doit être calculée en mesurant les tensions  $V_1$  et  $V_2$  des rails haute tension et de la masse, ainsi que la capacitance des condensateurs Y définis par le constructeur selon la formule c) du paragraphe 3 de l'annexe 11.
- 5.2.8.1.3 Protection physique
- Afin d'éviter tout contact direct avec les éléments sous haute tension, le degré de protection IPXXB doit être garanti.
- De plus, afin de garantir une protection contre tout choc électrique par contact indirect, la résistance entre tous les éléments conducteurs exposés et la masse électrique, mesurée sous une intensité d'au moins 0,2 ampère, doit être inférieure à 0,1 ohm.
- Cette prescription est considérée comme remplie si la liaison galvanique a été effectuée par soudage.
- 5.2.8.1.4 Résistance d'isolement
- Les critères définis aux paragraphes 5.2.8.1.4.1 et 5.2.8.1.4.2 ci-dessous doivent être remplis.
- La mesure doit être effectuée conformément aux prescriptions du paragraphe 5 de l'annexe 11.
- 5.2.8.1.4.1 Chaîne de traction électrique composée d'un rail à courant continu et d'un rail à courant alternatif distincts
- Si les rails haute tension à courant alternatif et les rails haute tension à courant continu sont isolés les uns des autres de façon galvanique, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique ( $R_i$ , selon la définition du paragraphe 5 de l'annexe 11) doit être au minimum de 100  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement pour les rails à courant continu et de 500  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement pour les rails à courant alternatif.
- 5.2.8.1.4.2 Chaîne de traction électrique composée d'un rail à courant continu et d'un rail à courant alternatif combinés
- Si les rails haute tension à courant alternatif et les rails haute tension à courant continu sont reliés de façon galvanique, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique ( $R_i$ , selon la définition du paragraphe 5 de l'annexe 11) doit être au moins de 500  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement.

Cependant, si la protection est assurée au degré IPXXB pour tous les rails haute tension à courant alternatif, ou si la tension du courant alternatif est inférieure ou égale à 30 V après le choc, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et le châssis électrique ( $R_i$ , selon la définition du paragraphe 5 de l'annexe 11) doit être au minimum de 100  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement.

#### 5.2.8.2 Fuites d'électrolyte

Au cours des trente minutes qui suivent le choc, pas la moindre partie de l'électrolyte du SRSE ne doit pénétrer dans l'habitacle, et pas plus de 7 % de cette électrolyte ne doit s'écouler à l'extérieur de l'habitacle, sauf s'il s'agit de batteries de type ouvert. Pour les batteries de ce type, pas plus de 7 % (et 5 litres au maximum) de l'électrolyte ne doivent s'écouler à l'extérieur de l'habitacle.

Le constructeur doit apporter la preuve de la conformité avec les prescriptions du paragraphe 6 de l'annexe 11.

#### 5.2.8.3 Maintien en place du SRSE

Tout SRSE se trouvant à l'intérieur de l'habitacle doit demeurer à l'emplacement où il a été installé, et ses éléments ne doivent pas s'en détacher.

Aucun élément d'un SRSE se trouvant à l'extérieur de l'habitacle aux fins de l'évaluation de la sûreté électrique ne doit pénétrer dans ce dernier pendant ou après l'essai de choc.

Le constructeur doit faire la preuve que le maintien en place du SRSE est conforme aux prescriptions du paragraphe 7 de l'annexe 11.».

*Ajouter plusieurs nouveaux paragraphes, ainsi conçus:*

«[11.4 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne pourra refuser d'accorder l'homologation CEE en vertu du présent Règlement tel qu'amendé par la série 02 d'amendements.

11.5 À l'expiration d'un délai de [24] mois après la date d'entrée en vigueur, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement n'accorderont d'homologation CEE qu'aux types de véhicules conformes aux prescriptions du présent Règlement tel qu'amendé par la série 02 d'amendements.

Nonobstant les dispositions ci-dessus, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement pourront [continuer à] accorder des homologations CEE en vertu de la série 01 d'amendements pendant [12] mois supplémentaires, à condition que le constructeur apporte la preuve, à la satisfaction du service technique, que le véhicule présente un niveau de sûreté équivalant à celui prescrit par le présent Règlement, tel qu'amendé par la série 02 d'amendements.

11.6 À compter de la date d'entrée en vigueur, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne pourront refuser de prolonger des homologations délivrées conformément à la précédente série d'amendements au présent Règlement. Cependant, à l'expiration d'un délai de [24] mois après l'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements, les extensions d'homologation accordées en vertu de la précédente série d'amendements ne pourront être

accordées aux véhicules équipés d'une chaîne de traction électrique à haute tension.

- 11.7 Par dérogation aux obligations des Parties contractantes appliquant le présent Règlement, si au moment de l'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements au présent Règlement il existe des prescriptions nationales régissant les dispositions de sécurité détaillées dans les amendements en question, ces Parties contractantes pourront continuer à autoriser la mise en circulation de véhicules homologués en vertu de la série précédente d'amendements et conformes aux prescriptions nationales spécifiques en vigueur à ce moment-là. Cette dérogation cessera [24] mois après l'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements au présent Règlement.
- 11.8 À l'expiration d'un délai de [48] mois après l'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements au présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement pourront refuser une homologation de type national ou régional et pourront refuser la première immatriculation nationale ou régionale (première mise en circulation) d'un véhicule équipé d'une chaîne de traction électrique à haute tension qui n'est pas conforme aux prescriptions de la série 02 d'amendements au présent Règlement. ]».

*Annexe 1,*

*Ajouter un nouveau paragraphe, ainsi conçu:*

«5.3 Emplacement de la source d'énergie électrique...».

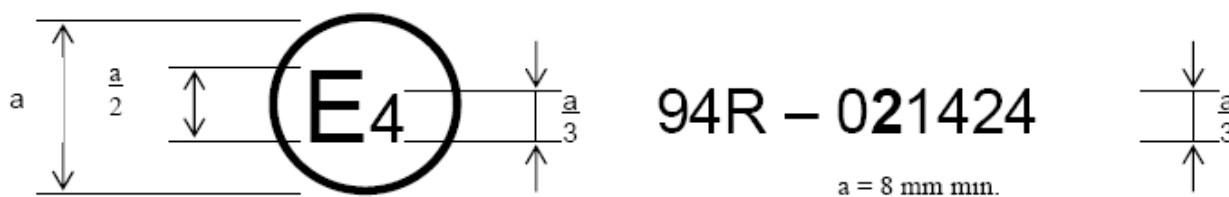
*Annexe 2, modifier comme suit:*

## «Annexe 2

### Exemples de marques d'homologation

Modèle A

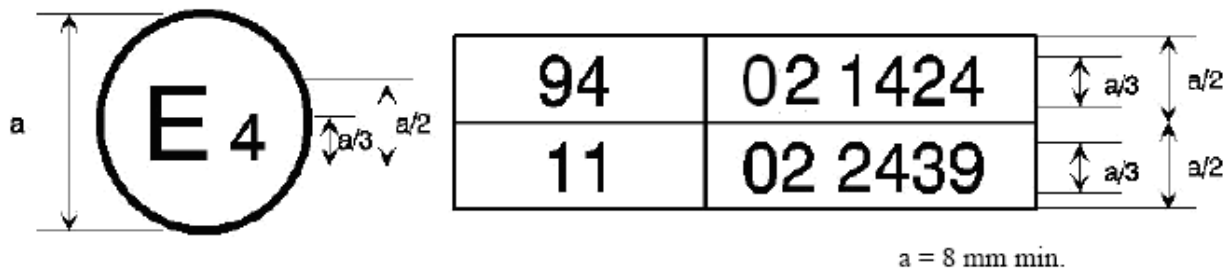
(Voir par. 4.4 du présent Règlement)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué aux Pays-Bas (E4), en ce qui concerne la protection des occupants en cas de collision frontale, en application du Règlement n° 94 sous le numéro d'homologation 021424. Le numéro d'homologation indique que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du Règlement n° 94 tel que modifié par la série 02 d'amendements.

Modèle B

(Voir par. 4.5 du présent Règlement)



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué aux Pays-Bas (E4), en application des Règlements n<sup>os</sup> 94 et 11<sup>1</sup>. Les deux premiers chiffres des numéros d'homologation signifient qu'aux dates où les homologations respectives ont été délivrées, le Règlement n<sup>o</sup> 94 comprenait la série 02 d'amendements et le Règlement n<sup>o</sup> 11 la série 02 d'amendements.»

*Annexe 3,*

*Paragraphe 1.4.1, modifier comme suit:*

«1.4.1 Prescriptions générales

Le véhicule d'essai ... conformément au paragraphe 6.

Il doit être possible, après concertation entre le constructeur et le service technique, de modifier le système d'alimentation en carburant de telle façon qu'une quantité suffisante de carburant puisse être utilisée pour faire fonctionner le moteur ou le système de conversion de l'énergie électrique.»

*Paragraphe 1.4.2.2, modifier comme suit:*

«1.4.2.2 Le réservoir de carburant doit être rempli d'une quantité d'eau, dont la masse équivaut à 90 % de celle d'un plein selon les prescriptions du constructeur, avec une tolérance de  $\pm 1$  %;

Cette prescription ne s'applique pas aux réservoirs d'hydrogène.»

*Ajouter plusieurs nouveaux paragraphes, ainsi conçus:*

«1.4.4 Réglage de la chaîne de traction électrique

1.4.4.1 Le SRSE doit être dans un état de charge permettant le fonctionnement normal de la chaîne de traction tel qu'il est recommandé par le constructeur.

1.4.4.2 La chaîne de traction électrique doit pouvoir être mise sous tension avec ou sans l'aide des sources d'énergie électrique initiales (alternateur, SRSE ou système de conversion de l'énergie électrique, par exemple), mais:

<sup>1</sup> Le second numéro n'est donné qu'à titre d'exemple.



- 1.4.4.2.1 Sous réserve de l'accord du service technique et du constructeur, il doit être possible de procéder à l'essai alors que tout ou partie de la chaîne de traction électrique n'est pas sous tension, pour autant que cela ne fausse pas le résultat de l'essai. Dans le cas où la chaîne de traction électrique n'est que partiellement sous tension, la protection contre tout choc électrique doit être obtenue soit par des moyens physiques soit par résistance d'isolement et des moyens supplémentaires appropriés.
- 1.4.4.2.2 Si la chaîne de traction est équipée d'une fonction de déconnexion automatique, il doit être possible, à la demande du constructeur, de l'activer pour l'essai. Dans ce cas, il doit être démontré que la déconnexion automatique se serait produite pendant l'essai de choc. Cela suppose le déclenchement automatique du signal ainsi que la coupure galvanique, compte tenu des conditions constatées pendant le choc.».

*Ajouter une nouvelle annexe et son appendice 1, ainsi conçus:*

## «Annexe 11

### **Procédures d'essai applicables à la protection des occupants des véhicules électriques contre tout contact avec les éléments à haute tension et contre toute fuite d'électrolyte**

On trouvera dans la présente annexe la description des procédures d'essai visant à démontrer la conformité avec les dispositions du paragraphe 5.2.8 relatives à la sûreté électrique. On notera que la résistance d'isolement peut aussi se mesurer au moyen d'un mégohmmètre ou d'un oscilloscope. Dans ce cas, il peut s'avérer nécessaire de désactiver le système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement.

Avant de procéder à l'essai de choc, mesurer et consigner la tension du rail haute tension ( $V_b$  sur la figure 1), puis vérifier qu'elle est conforme à la tension de fonctionnement du véhicule prévue par le constructeur.

1. Préparation de l'essai et matériel requis
 

Si l'on utilise une fonction de déconnexion de la haute tension, les mesures doivent être relevées des deux côtés du dispositif de déconnexion.

Toutefois, si la fonction de déconnexion de la haute tension est intégrée au SRSE ou au système de conversion de l'énergie et si le rail haute tension du SRSE ou le système de conversion bénéficie du degré de protection IPXXB à la suite de l'essai de choc, les mesures peuvent être relevées uniquement en aval du dispositif de déconnexion.

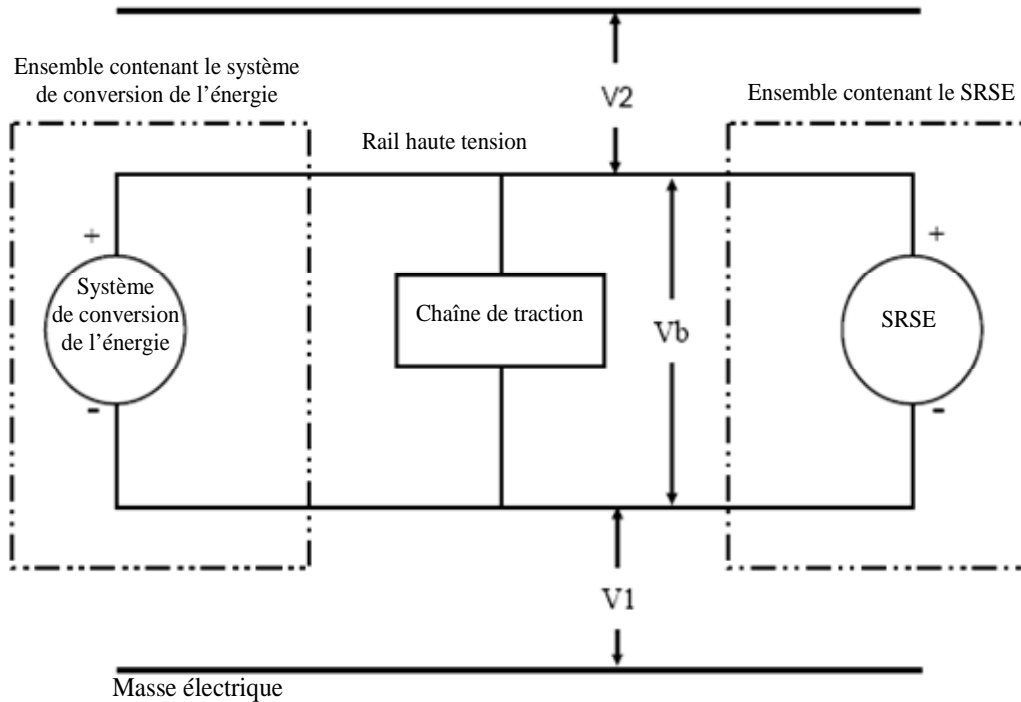
Le voltmètre utilisé pour l'essai considéré ici doit mesurer les valeurs du courant continu et avoir une résistance interne minimum de 10 M $\Omega$ .
2. Les instructions ci-après peuvent être appliquées pour mesurer la tension.
 

Après l'essai de choc, mesurer les tensions des rails haute tension ( $V_b$ ,  $V_1$  et  $V_2$  sur la figure 1).

La tension doit être mesurée entre 5 et 60 secondes après le choc.

Cette procédure ne s'applique pas si l'essai est effectué alors que la chaîne de traction électrique n'est pas sous tension.

Figure 1  
Mesure de  $V_b$ ,  $V_1$  et  $V_2$



3. Procédure d'évaluation du fonctionnement avec un faible niveau d'énergie électrique

Avant le choc, un commutateur  $S_1$  et une résistance de décharge connue  $R_e$  sont branchés en parallèle à la capacitance requise (voir fig. 2).

Au minimum 5 secondes et au maximum 60 secondes après le choc, fermer le commutateur  $S_1$  puis mesurer et consigner la tension  $V_b$  et l'intensité  $I_e$ . Le produit de la tension  $V_b$  par l'intensité  $I_e$  est intégré à la période qui s'écoule entre le moment où l'on ferme le commutateur  $S_1$  ( $t_c$ ) et celui où la tension  $V_b$  redescend sous le seuil de la haute tension de 60 V en courant continu ( $t_h$ ), ce qui permet d'obtenir l'énergie totale (ET) en joules, comme suit:

a) 
$$TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_e dt$$

Si  $V_b$  est mesuré entre 5 et 60 secondes après le choc et que la capacitance des condensateurs X ( $C_x$ ) est fixée par le constructeur, l'énergie totale s'obtient au moyen de la formule ci-après:

b) 
$$TE = 0,5 \times C_x \times (V_b^2 - 3\ 600)$$

Si  $V_1$  et  $V_2$  (voir fig. 1) sont mesurés entre 5 et 60 secondes après le choc et que la capacitance des condensateurs Y ( $C_{y1}$  et  $C_{y2}$ ) est fixée par le constructeur, l'énergie totale ( $TE_{y1}$  et  $TE_{y2}$ ) s'obtient au moyen de la formule ci-après:

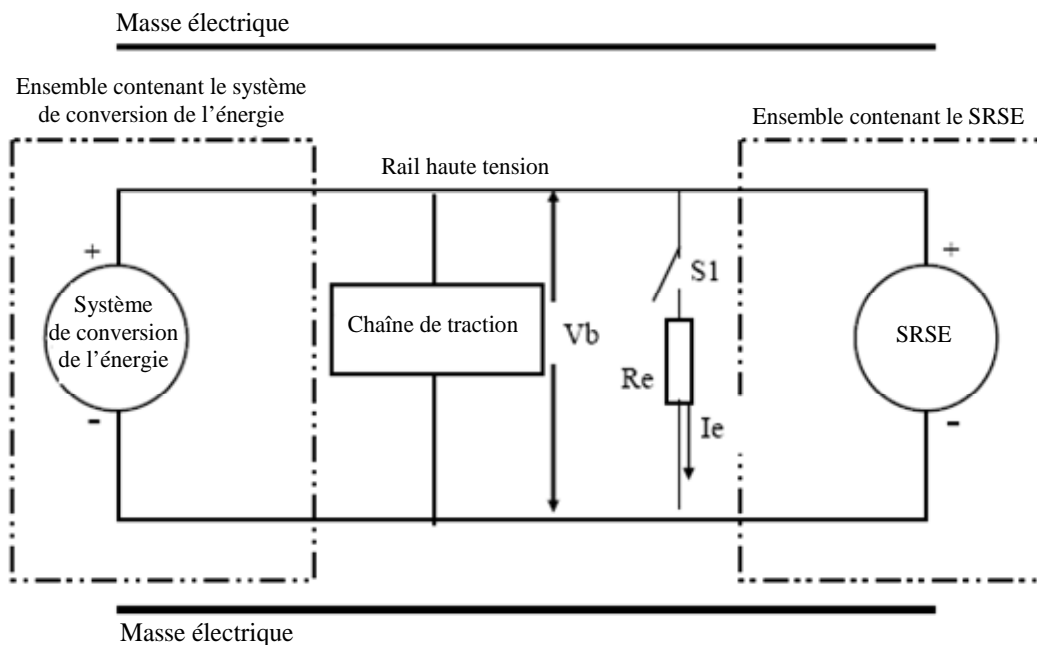
$$c) \quad TE_{y1} = 0,5 \times C_{y1} \times (V_1^2 - 3\,600)$$

$$TE_{y2} = 0,5 \times C_{y2} \times (V_2^2 - 3\,600)$$

Cette procédure ne s'applique pas si l'essai est effectué lorsque la chaîne de traction électrique n'est pas sous tension.

Figure 2

### Mesure de l'énergie du rail haute tension contenue dans les condensateurs X



#### 4. Protection physique

Après l'essai de choc, ouvrir, démonter ou retirer toutes les parties entourant les éléments à haute tension, sans l'aide d'outils. Toutes les parties restantes sont considérées comme faisant partie de la protection physique.

Placer le doigt d'épreuve articulé, décrit à la figure 1 de l'appendice 1, dans tous les interstices ou les ouvertures de la protection physique, avec une force de  $10\text{ N} \pm 10\%$ , aux fins de l'évaluation de la sûreté électrique. Si le doigt entre partiellement ou entièrement dans la protection physique, le placer dans toutes les positions indiquées ci-dessous.

À partir de la position verticale, plier progressivement les deux articulations du doigt d'épreuve jusqu'à former un angle maximum de  $90^\circ$  par rapport à l'axe de la section adjacente du doigt et les placer dans toutes les positions possibles.

Les barrières internes sont considérées comme faisant partie du carter de protection.

Le cas échéant, brancher en série une source électrique basse tension (entre 40 et 50 V) avec une lampe appropriée, entre le doigt d'épreuve articulé et les éléments à haute tension situés à l'intérieur de la barrière électrique ou du carter de protection.

#### 4.1 Conditions d'acceptation

Les prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.8.1.3 sont considérées comme remplies si le doigt d'essai articulé défini à la figure 1 de l'appendice 1 ne peut entrer en contact avec les parties à haute tension.

Le cas échéant, un miroir ou un fibroscope peut être utilisé pour voir si le doigt d'épreuve articulé entre en contact avec les rails haute tension.

Si le respect de cette prescription est vérifié au moyen d'un circuit test entre le doigt d'épreuve articulé et les éléments à haute tension, la lampe témoin ne doit pas s'allumer.

#### 5. Résistance d'isolement

La résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique peut être mise en évidence soit par mesure, soit par une combinaison mesure/calcul.

Les instructions ci-après devraient être appliquées si la résistance d'isolement est mise en évidence par mesure.

Mesurer et consigner la tension ( $V_b$ ) entre le pôle négatif et le pôle positif du rail haute tension (voir la figure 1).

Mesurer et consigner la tension ( $V_1$ ) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique (voir la figure 1).

Mesurer et consigner la tension ( $V_2$ ) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir la figure 1).

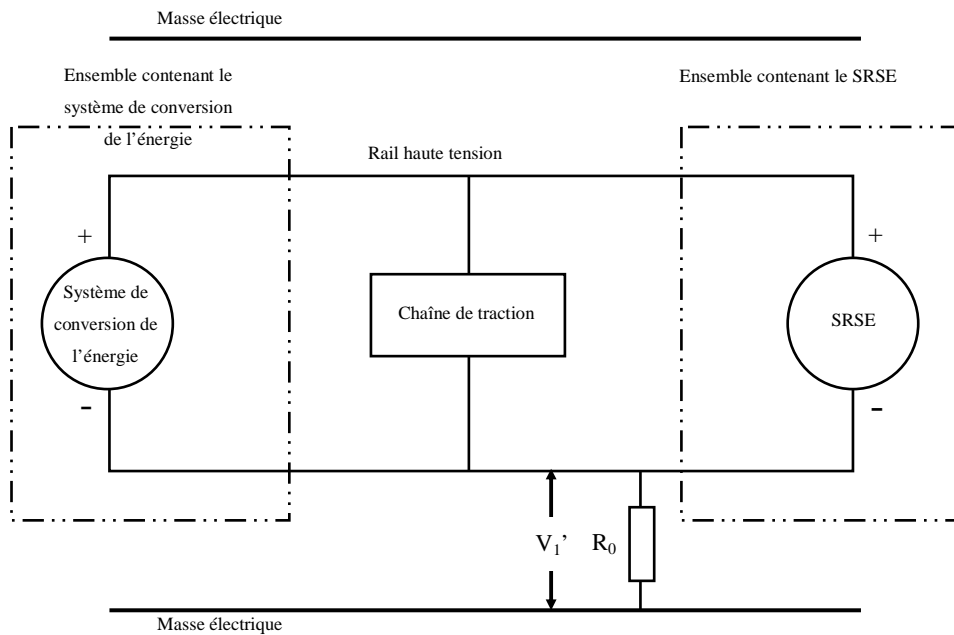
Si  $V_1$  est égale ou supérieure à  $V_2$ , insérer une résistance normalisée connue ( $R_o$ ) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance  $R_o$  étant en place, mesurer la tension ( $V_1'$ ) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique (voir la figure 3). Calculer la résistance d'isolement ( $R_i$ ) en appliquant la formule ci-dessous:

$$R_i = R_o * (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ ou } R_i = R_o * V_b * (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

Diviser la valeur obtenue (exprimée en ohms) par la tension de fonctionnement du rail haute tension (exprimée en volts).

$$R_i (\Omega/V) = R_i (\Omega) / \text{Tension de fonctionnement (V)}$$

Figure 3  
Mesure de  $V_1'$



Si  $V_2$  est supérieure à  $V_1$ , intercaler une résistance normalisée connue ( $R_o$ ) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance  $R_o$  étant en place, mesurer la tension ( $V_2'$ ) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir la figure 4).

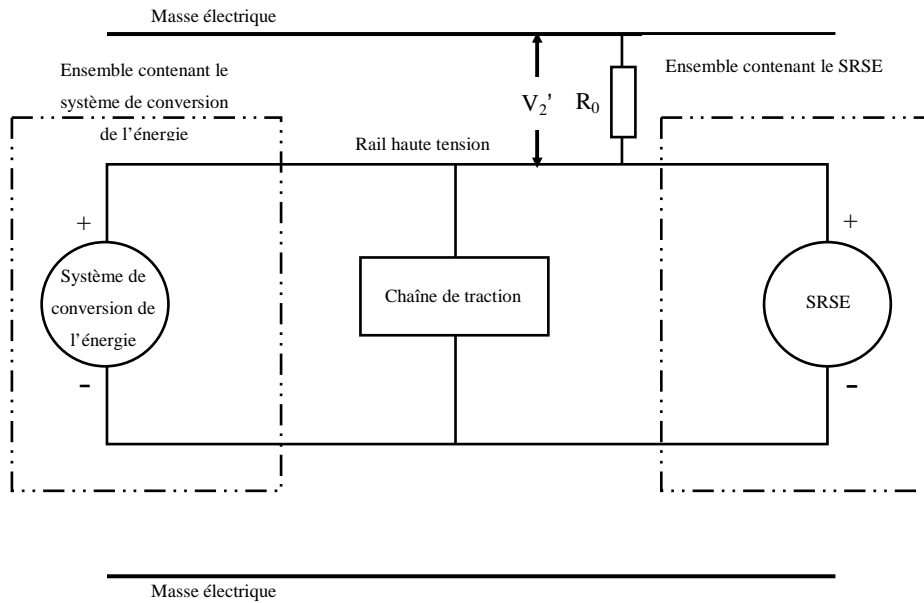
Calculer la résistance d'isolement ( $R_i$ ) en appliquant la formule ci-dessous:

$$R_i = R_o * (V_b / V_2' - V_b / V_2) \text{ ou } R_i = R_o * V_b * (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

Diviser la valeur obtenue (exprimée en ohms) par la tension de fonctionnement du rail haute tension (exprimée en volts).

$$R_i (\Omega/V) = R_i (\Omega) / \text{Tension de fonctionnement (V)}$$

Figure 4  
Mesure de  $V_2'$



Note 1: La résistance normalisée connue de  $R_0$  ( $\Omega$ ) devrait être égale à la valeur de la résistance d'isolement minimale requise ( $\Omega/V$ ) multipliée par la tension de fonctionnement exprimée en volts (V) du véhicule plus/moins 20 %. La valeur de  $R_0$  ne devrait pas nécessairement être égale à cette valeur car les équations restent valables pour toute valeur de  $R_0$ ; cependant, une valeur de  $R_0$  de cet ordre devrait permettre de mesurer la tension avec une précision satisfaisante.

6. Fuites d'électrolyte

Si nécessaire, appliquer un revêtement approprié sur la protection physique afin de détecter toute fuite d'électrolyte du SRSE à la suite de l'essai de choc.

À moins que le constructeur ne fournisse les moyens de distinguer l'électrolyte d'autres liquides, toutes les fuites de liquide sont considérées comme des fuites d'électrolyte.

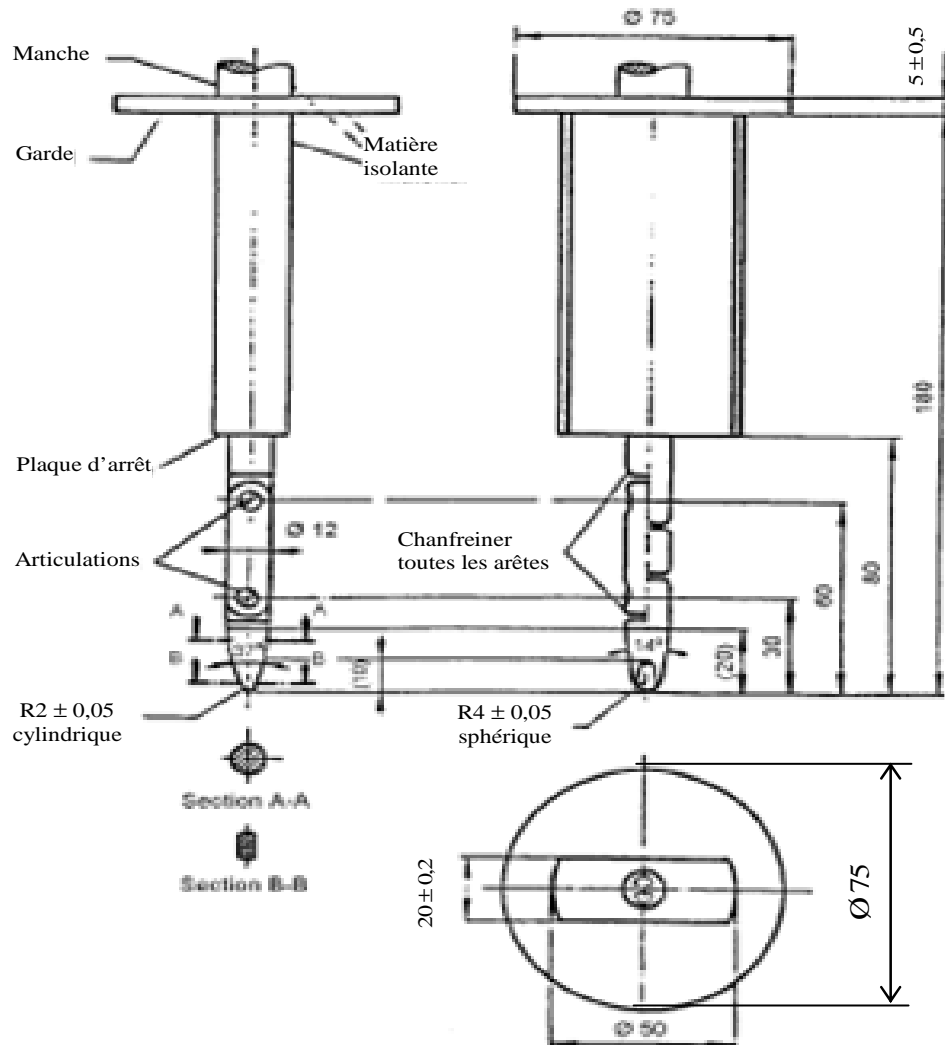
7. Maintien en place du SRSE

La vérification de la conformité s'effectue par inspection visuelle.

## Appendice 1

### Doigt d'épreuve articulé (IPXXB)

Figure 1  
Doigt d'épreuve articulé



Matière: métal, sauf indication contraire

Dimensions linéaires indiquées en millimètres

Tolérances pour les dimensions sans indication de tolérance:

- a) Sur les angles: 0/-10°;
- b) Sur les dimensions linéaires: jusqu'à 25 mm, 0/-0,05 mm; au-dessus de 25 mm, ± 0,2 mm.

Les deux articulations doivent permettre un mouvement de 90° dans le même plan et dans la même direction, avec une tolérance comprise entre 0 et + 10°.».