



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.29/2010/52  
22 décembre 2009

FRANÇAIS  
original: ANGLAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules

Cent cinquantième session  
Genève, 9-12 mars 2010  
Point 4.2.47 de l'ordre du jour provisoire

**ACCORD DE 1958**

Examen des projets d'amendements aux Règlements existants

Proposition de série 01 d'amendements au Règlement n° 100  
(Sécurité fonctionnelle des véhicules électriques à batterie)

Communication du Groupe de travail de la sécurité passive\*

Le texte ci-après a été adopté par le Groupe de travail de la sécurité passive (GRSP) à sa quarante-sixième session. Il est fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRSP/2009/16, tel qu'il est modifié par le document informel GRSP-46-31 (ECE/TRANS/WP.29/GRSP/46).

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2006-2010 (ECE/TRANS/166/Add.1, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer la performance des véhicules. Le présent document est soumis dans le cadre de ce mandat.

Règlement n° 100

PRESCRIPTIONS UNIFORMES RELATIVES À L'HOMOLOGATION  
DES VÉHICULES EN CE QUI CONCERNE LES PRESCRIPTIONS  
PARTICULIÈRES APPLICABLES À LA CHAÎNE  
DE TRACTION ÉLECTRIQUE

**TABLE DES MATIÈRES**

RÈGLEMENT	<i>Page</i>
1. Domaine d'application .....	3
2. Définitions .....	3
3. Demande d'homologation .....	5
4. Homologation .....	6
5. Spécifications et essais .....	7
6. Modification et extension de l'homologation du type de véhicule .....	12
7. Conformité de la production .....	13
8. Sanctions pour non-conformité de la production .....	14
9. Cessation définitive de la production .....	14
10. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des services administratifs .....	14
11. Dispositions transitoires .....	14
 Annexes	
<u>Annexe 1</u> – Communication .....	16
<u>Annexe 2</u> – Exemples de marques d'homologation .....	18
<u>Annexe 3</u> – Protection contre les contacts directs avec des pièces sous tension.....	19
<u>Annexe 4</u> – Méthode de mesure de la résistance d'isolement.....	22
<u>Annexe 5</u> – Méthode de confirmation du bon fonctionnement du système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement .....	26
<u>Annexe 6</u> – Caractéristiques essentielles du véhicule routier ou système.....	27
<u>Annexe 7</u> – Détermination des émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction .....	29

## 1. DOMAINE D'APPLICATION

Les présentes prescriptions concernent les exigences de sécurité s'appliquant à la chaîne de traction électrique des véhicules routiers des catégories M et N dont la vitesse par construction dépasse 25 km/h, équipés d'un ou plusieurs moteurs de traction mus par l'électricité et non raccordés en permanence au réseau, et aux composants et systèmes à haute tension qui sont galvaniquement reliés au rail haute tension de la chaîne de traction électrique.

Le présent Règlement n'énonce pas de prescriptions concernant la sécurité des véhicules routiers après un accident.

## 2. DÉFINITIONS

Au sens du présent Règlement, on entend:

- 2.1 par «mode actif de marche» le mode de fonctionnement du véhicule dans lequel l'application d'une pression sur la pédale d'accélérateur (ou l'actionnement d'une commande équivalente) ou le relâchement des freins commande la mise en mouvement du véhicule sous l'action de la chaîne de traction électrique;
- 2.2 par «barrière» un élément qui protège contre un contact direct avec des éléments sous tension quel que soit l'angle d'approche;
- 2.3 par «couplage conductif» la liaison par connecteurs avec une source extérieure d'électricité lors de la charge du système rechargeable de stockage de l'énergie;
- 2.4 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;
- 2.5 par «contact direct» le contact de personnes avec des éléments sous tension;
- 2.6 par «masse électrique» un ensemble d'éléments conducteurs reliés électriquement, dont le potentiel est pris comme référence;
- 2.7 par «circuit électrique» un ensemble d'éléments interconnectés conçus pour être sous tension dans des conditions de fonctionnement normales;
- 2.8 par «système de conversion de l'énergie électrique» un système qui produit et fournit l'énergie électrique pour la traction;
- 2.9 par «chaîne de traction électrique» l'ensemble du circuit électrique comprenant le ou les moteurs de traction, et pouvant comprendre le système rechargeable de stockage de l'énergie, le système de conversion de l'énergie électrique, les convertisseurs électroniques, le faisceau de câblage et les connecteurs, et le système de raccordement pour la charge du SRSE;

- 2.10 par «convertisseur électronique» un appareil permettant le contrôle et/ou la conversion de l'énergie électrique pour la traction;
- 2.11 par «carter de protection» un élément qui contient les organes internes et protège contre un contact direct avec les éléments sous tension quel que soit l'angle d'approche;
- 2.12 par «partie conductrice exposée» une partie conductrice qui peut être facilement touchée selon les dispositions correspondant au degré de protection IPXXB et qui est mise sous tension en cas de défaillance de l'isolation;
- 2.13 par «source d'énergie électrique extérieure» une source d'énergie électrique fournissant du courant alternatif ou du courant continu extérieure au véhicule;
- 2.14 par «à haute tension» la classification nominale 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);
- 2.15 par «rail haute tension» le circuit électrique, y compris le système de raccordement pour la recharge du SRSE qui est sous haute tension;
- 2.16 par «contact indirect» le contact de personnes avec des parties conductrices exposées;
- 2.17 par «élément sous tension» un élément conducteur conçu pour être mis sous tension en condition d'utilisation normale;
- 2.18 par «compartiment à bagages» l'espace réservé aux bagages sur le véhicule, et délimité par le pavillon, le capot, le plancher, les parois latérales, ainsi que par la barrière et le carter de protection destinés à protéger contre un contact direct avec des éléments sous tension de la chaîne de traction, celui-ci étant séparé de l'habitacle par la cloison avant ou la cloison arrière;
- 2.19 par «système de surveillance de la résistance d'isolement» le dispositif qui surveille la résistance d'isolement entre les rails à haute tension et la masse électrique;
- 2.20 par «batterie de traction du type non étanche» une batterie du type à électrolyte liquide dont le niveau doit être complété avec de l'eau et qui libère de l'hydrogène s'échappant dans l'atmosphère;
- 2.21 par «habitacle» l'espace destiné aux occupants et délimité par le pavillon, le plancher, les parois latérales, les portes, les vitrages des fenêtres, la cloison avant et la cloison arrière ou le hayon arrière, ainsi que par les barrières et carters de protection destinés à empêcher d'entrer en contact avec des éléments sous tension de la chaîne de traction;
- 2.22 par «degré de protection» la protection fournie par une barrière/un carter de protection en ce qui concerne le risque de contact avec des parties sous tension, déterminé avec un calibre d'accessibilité tel qu'un doigt d'épreuve (IPXXB) ou une tige d'essai (IPXXD) comme défini à l'annexe 3;

- 2.23 par «système rechargeable de stockage de l'énergie (SRSE)» le système de stockage de l'énergie rechargeable qui fournit l'énergie électrique pour la traction;
- 2.24 par «coupe-circuit de service» le dispositif permettant de mettre hors contact le circuit électrique lorsqu'il s'agit d'exécuter des contrôles et services d'entretien sur le SRSE, les piles à combustible, etc.;
- 2.25 par «isolant solide» le revêtement isolant du faisceau de câblage destiné à recouvrir et à protéger les pièces sous tension d'un contact direct quel que soit l'angle d'accès, les couvercles d'isolation des parties sous tension des connecteurs, et les vernis ou peintures utilisés à des fins d'isolation;
- 2.26 par «type de véhicule» des véhicules qui ne diffèrent pas du point de vue des caractéristiques essentielles telles que:
- a) installation de la chaîne de traction électrique et des rails haute tension reliés galvaniquement;
  - b) nature et type de la chaîne de traction électrique et composants à haute tension reliés galvaniquement;
- 2.27 par «tension de fonctionnement» la valeur la plus élevée de la tension efficace d'un circuit électrique spécifiée par le constructeur, qui peut exister entre des éléments conducteurs dans des conditions de circuit ouvert ou dans des conditions normales de fonctionnement. Si le circuit électrique est divisé par isolement galvanique, la tension de fonctionnement est définie pour chaque circuit ainsi isolé, respectivement.

### 3. DEMANDE D'HOMOLOGATION

- 3.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne les prescriptions particulières applicables à la chaîne de traction électrique doit être présentée par le constructeur du véhicule ou par son représentant dûment accrédité.
- 3.2 Elle doit être accompagnée des pièces mentionnées ci-dessous, en trois exemplaires, et des indications suivantes:
- 3.2.1 Description détaillée du type de véhicule en ce qui concerne la chaîne de traction électrique et le rail haute tension relié galvaniquement.
- 3.3 Un véhicule représentatif du type à homologuer doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation.
- 3.4 L'autorité compétente vérifiera l'existence de dispositions satisfaisantes pour assurer le contrôle effectif de la conformité de la production avant que l'homologation du type ne soit accordée.

#### 4. HOMOLOGATION

- 4.1 Lorsque le véhicule présenté à l'homologation en application du présent Règlement satisfait aux prescriptions du paragraphe 5 ci-dessous et des annexes 3, 4, 5 et 7 du Règlement, l'homologation pour ce type de véhicule est accordée.
- 4.2 Chaque homologation comporte l'attribution d'un numéro d'homologation dont les deux premiers chiffres (à présent 01 pour le Règlement sous sa forme actuelle) indiquent la série d'amendements correspondant aux plus récentes modifications techniques majeures apportées au Règlement à la date de délivrance de l'homologation. Une même Partie contractante ne peut attribuer ce numéro à un autre type de véhicule.
- 4.3 L'homologation ou le refus, l'extension ou le retrait d'une homologation ou la cessation définitive de la production d'un type de véhicule en application de ce Règlement sera notifié aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle de l'annexe 1 ci-après.
- 4.4 Sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent Règlement, il sera apposé de manière visible, en un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale composée:
- 4.4.1 d'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre «E» suivie du numéro distinctif du pays ayant délivré l'homologation<sup>1</sup>;
- 4.4.2 du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placé à la droite du cercle prévu au paragraphe 4.4.1.

---

<sup>1</sup> 1 pour l'Allemagne, 2 pour la France, 3 pour l'Italie, 4 pour les Pays-Bas, 5 pour la Suède, 6 pour la Belgique, 7 pour la Hongrie, 8 pour la République tchèque, 9 pour l'Espagne, 10 pour la Serbie, 11 pour le Royaume-Uni, 12 pour l'Autriche, 13 pour le Luxembourg, 14 pour la Suisse, 15 (libre), 16 pour la Norvège, 17 pour la Finlande, 18 pour le Danemark, 19 pour la Roumanie, 20 pour la Pologne, 21 pour le Portugal, 22 pour la Fédération de Russie, 23 pour la Grèce, 24 pour l'Irlande, 25 pour la Croatie, 26 pour la Slovénie, 27 pour la Slovaquie, 28 pour le Bélarus, 29 pour l'Estonie, 30 (libre), 31 pour la Bosnie-Herzégovine, 32 pour la Lettonie, 33 (libre), 34 pour la Bulgarie, 35 (libre), 36 pour la Lituanie, 37 pour la Turquie, 38 (libre), 39 pour l'Azerbaïdjan, 40 pour l'ex-République yougoslave de Macédoine, 41 (libre), 42 pour la Communauté européenne (les homologations sont accordées par les États membres qui utilisent leurs propres marques CEE), 43 pour le Japon, 44 (libre), 45 pour l'Australie, 46 pour l'Ukraine, 47 pour l'Afrique du Sud, 48 pour la Nouvelle-Zélande, 49 pour Chypre, 50 pour Malte, 51 pour la République de Corée, 52 pour la Malaisie, 53 pour la Thaïlande, 54 et 55 (libres), 56 pour le Monténégro, 57 (libre) et 58 pour la Tunisie. Les numéros suivants seront attribués aux autres pays selon l'ordre chronologique de ratification de l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions, ou de leur adhésion à cet accord et les chiffres ainsi attribués seront communiqués par le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies aux Parties contractantes à l'Accord.

4.5 Si dans le pays qui a accordé l'homologation en application du présent Règlement le véhicule est conforme à un type de véhicule homologué en application d'un ou de plusieurs autres Règlements joints en annexe à l'Accord, il n'est pas nécessaire de répéter le symbole prescrit au paragraphe 4.4.1; en pareil cas, les numéros de Règlement et d'homologation et les symboles additionnels pour tous les Règlements en application desquels l'homologation a été accordée dans le pays qui a accordé l'homologation en application du présent Règlement doivent être inscrits l'un au-dessous de l'autre à droite du symbole prescrit au paragraphe 4.4.1.

4.6 La marque d'homologation doit être nettement lisible et indélébile.

4.7 La marque d'homologation est placée sur la plaque signalétique du véhicule ou à proximité.

4.8 L'annexe 2 du présent Règlement donne des exemples de marque d'homologation.

## 5. SPÉCIFICATIONS ET ESSAIS

### 5.1 Protection contre le choc électrique

Les prescriptions de sécurité électrique énoncées ici s'appliquent aux rails haute tension dans les cas où ils ne sont pas raccordés à une source d'énergie électrique à haute tension extérieure.

#### 5.1.1 Protection contre le contact direct

La protection contre le contact direct avec des éléments sous tension doit satisfaire aux dispositions des paragraphes 5.1.1.1 et 5.1.1.2. Les éléments de protection (isolant solide, barrière, carter de protection, etc.) ne doivent pas pouvoir être ouverts, démontés ou enlevés sans l'usage d'outils.

5.1.1.1 Pour la protection des éléments sous tension situés à l'intérieur de l'habitacle ou du compartiment à bagages, il doit être satisfait au degré de protection IPXXD.

5.1.1.2 Pour la protection des éléments sous tension situés dans les zones autres que l'habitacle ou le compartiment à bagages, il doit être satisfait au degré de protection IPXXB.

#### 5.1.1.3 Connecteurs

Les connecteurs (y compris la prise d'alimentation du véhicule) sont considérés comme répondant à cette prescription:

- a) s'ils satisfont aux dispositions des paragraphes 5.1.1.1 et 5.1.1.2 lorsqu'ils sont désaccouplés sans l'usage d'outils, ou
- b) s'ils sont situés sous le plancher et sont munis d'un mécanisme de verrouillage, ou

- c) s'ils sont munis d'un mécanisme de verrouillage et protégés par d'autres composants qui doivent être enlevés avec des outils en vue de désaccoupler le connecteur, ou
- d) si la tension des éléments sous tension tombe à 60 Vcc ou moins ou 30 Vca (eff.) ou moins dans un délai de 1 s au plus après désaccouplement du connecteur.

#### 5.1.1.4 Coupe-circuit de service

Pour un coupe-circuit de service qui peut être ouvert, démonté ou enlevé sans outils, il est acceptable que la protection satisfasse au degré IPXXB dans les cas où ce raccord est ouvert, démonté ou déposé sans outils.

#### 5.1.1.5 Marquage

- 5.1.1.5.1 Le symbole représenté à la figure 1 doit être apposé sur le système rechargeable de stockage de l'énergie électrique. L'arrière-fond du symbole doit être jaune, le liseré et l'éclair doivent être noirs.



Figure 1 – Marquage de l'équipement à haute tension

- 5.1.1.5.2 Le symbole doit être apposé de manière visible sur les carters de protection et barrières qui, lorsqu'ils sont enlevés, donnent accès à des éléments sous tension des circuits haute tension. Cette prescription est facultative pour les connecteurs situés sur les rails haute tension. Elle ne s'applique pas dans les cas suivants:

- a) lorsque les barrières ou carters de protection ne sont pas accessibles physiquement, et ne peuvent pas être ouverts ou enlevés à moins que d'autres composants du véhicule ne soient déposés avec des outils;
- b) lorsque les barrières ou carters de protection sont situés sous le plancher du véhicule.

- 5.1.1.5.3 Les câbles des rails haute tension, lorsqu'ils ne sont pas sous carter de protection, doivent être identifiés par une gaine de couleur orange.

#### 5.1.2 Protection contre le contact indirect

- 5.1.2.1 Pour la protection contre un risque de choc électrique résultant d'un contact indirect, les éléments conducteurs exposés, tels qu'une barrière ou un carter de protection conducteur, doivent être reliés galvaniquement de manière fiable à la masse électrique par liaison avec un câble électrique ou un câble de masse, ou par soudage,

ou par liaison au moyen de vis, de manière à éviter qu'ils puissent être portés à un potentiel dangereux.

- 5.1.2.2 La résistance entre toutes les parties conductrices exposées et la masse électrique, mesurée sous une intensité d'au moins 0,2 ampère, doit être inférieure à 0,1 ohm.

On considère qu'il est satisfait à cette prescription si la liaison galvanique a été effectuée par soudage.

- 5.1.2.3 Dans le cas des véhicules automobiles qui sont conçus pour être raccordés par l'intermédiaire d'un couplage conducteur à la source d'énergie électrique extérieure mise à la terre, un dispositif permettant la liaison galvanique entre la masse électrique du véhicule et la prise de terre extérieure doit exister.

Ce dispositif devrait permettre de raccorder le véhicule à la prise de terre avant que la tension de la source extérieure soit appliquée au véhicule et de le maintenir raccordé jusqu'à ce que la tension de la source extérieure cesse de l'être.

La conformité à cette prescription peut être prouvée soit par un essai pratique utilisant le connecteur spécifié par le constructeur du véhicule, soit par une analyse technique.

- 5.1.3 Résistance d'isolement

- 5.1.3.1 Chaîne de traction électrique comportant des rails séparés à courant continu ou à courant alternatif

Si les rails haute tension en continu et les rails haute tension en alternatif sont galvaniquement isolés les uns des autres, la résistance d'isolement entre le rail à haute tension et la masse électrique doit être au minimum de 100  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement pour rails à courant continu, et de 500  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement pour les rails à courant alternatif.

La mesure doit être effectuée conformément aux dispositions de l'annexe 4 (Méthode de mesure de la résistance d'isolement).

- 5.1.3.2 Chaîne de traction électrique comportant des rails à courant continu et à courant alternatif combinés

Si les rails haute tension à courant alternatif et les rails haute tension à courant continu sont galvaniquement reliés, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit avoir une valeur minimale de 500  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement.

Toutefois, si tous les rails haute tension à courant alternatif sont protégés par l'une des deux méthodes mentionnées ci-après, la résistance d'isolement minimale entre le rail haute tension et la masse électrique doit être de 100  $\Omega/V$  de tension de fonctionnement:

- a) double couche ou plus d'isolants solides, de barrières ou de carters de protection satisfaisant aux prescriptions du paragraphe 5.1.1 indépendamment, pour le faisceau de câblage, par exemple;
- b) enceintes de protection robustes mécaniquement, suffisamment durables pour toute la durée de service du véhicule, dans le cas des carters moteurs, carters de convertisseurs électroniques ou connecteurs.

La résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique peut être prouvée par calcul, par mesure ou par une combinaison des deux. La mesure doit être effectuée conformément aux dispositions de l'annexe 4 «Méthode de mesure de la résistance d'isolement».

#### 5.1.3.3 Véhicules à pile à combustible

S'il n'est pas possible de satisfaire à la prescription concernant la résistance d'isolement minimale dans le temps, la protection doit être obtenue par l'un des moyens suivants:

- a) double couche ou plus d'isolant solide, de barrières ou de carters de protection répondant aux prescriptions du paragraphe 5.1.1 indépendamment;
- b) système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement, comportant un dispositif d'alarme à l'intention du conducteur si la résistance d'isolement tombe en dessous de la valeur minimale prescrite. La résistance d'isolement entre le rail haute tension du système de raccordement pour la charge du système rechargeable de stockage de l'énergie, qui n'est pas sous tension sauf pendant la charge du SRSE, et la masse électrique, n'a pas à être surveillée. Le bon fonctionnement du système de surveillance embarqué de la résistance d'isolement doit être confirmé comme décrit à l'annexe 5.

#### 5.1.3.4 Prescriptions concernant la résistance d'isolement du système de raccordement pour la recharge du SRSE

Dans le cas de la prise de raccordement du véhicule conçue pour être reliée par conduction à la source de courant électrique alternatif extérieure mise à la terre et le circuit électrique qui est relié galvaniquement à la prise de raccordement du véhicule lors de la charge du SRSE, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit être au moins égale à 1 M $\Omega$  lorsque le raccord du chargeur est déconnecté. Au cours de la mesure, la batterie de traction peut être déconnectée.

## 5.2 SRSE

### 5.2.1 Protection contre une surcharge d'intensité

Le SRSE ne doit pas pouvoir subir de surchauffe.

Si le SRSE peut subir des surchauffes par surintensité, il doit être équipé d'un dispositif de protection tel que fusible, disjoncteur ou coupe-circuit principal.

Cette prescription toutefois n'a pas à être appliquée si le constructeur fournit des données démontrant que la surchauffe par surintensité n'est pas possible, même sans dispositif de protection.

#### 5.2.2 Accumulation de gaz

Les emplacements où sont situées des batteries de traction du type ouvert pouvant émettre de l'hydrogène doivent être ventilés au moyen d'un ventilateur ou d'un conduit d'aération pour empêcher l'accumulation d'hydrogène.

#### 5.3 Sécurité fonctionnelle

Un signal au moins temporaire doit être émis à l'intention du conducteur lorsque le véhicule est sur le «mode actif de marche».

Cette disposition toutefois ne s'applique pas dans les cas où un moteur à combustion interne fournit directement ou indirectement la puissance de traction du véhicule.

Lorsqu'il quitte le véhicule, le conducteur doit être informé par un signal (optique ou acoustique) si le véhicule est encore sur le mode actif de marche.

Si le SRSE du véhicule peut être rechargé depuis l'extérieur par l'utilisateur, tout déplacement du véhicule sous l'action de son propre système de traction doit être impossible tant que le connecteur de la source extérieure d'énergie électrique est physiquement raccordé à la prise d'alimentation du véhicule.

Pour le contrôle du respect de cette prescription, le connecteur spécifié par le constructeur du véhicule doit être utilisé.

La position du dispositif de commande du sens de marche doit être clairement indiquée au conducteur.

#### 5.4 Détermination des émissions d'hydrogène

5.4.1 Cet essai doit être réalisé sur tous les véhicules équipés de batteries de traction du type ouvert.

5.4.2 L'essai doit être conduit selon la méthode décrite à l'annexe 7 du présent Règlement. Les méthodes de collecte et d'analyse de l'hydrogène doivent être celles prescrites. D'autres méthodes d'analyse peuvent être approuvées s'il est établi qu'elles donnent des résultats équivalents.

5.4.3 Lors d'une opération de charge normale dans les conditions prévues à l'annexe 7, les émissions d'hydrogène doivent être inférieures à 125 g pour une durée de 5 h ou inférieures à  $25 \times t_2$  g pour une durée de  $t_2$  (en h).

5.4.4 Lors d'une charge effectuée avec un chargeur embarqué présentant une défaillance (dans les conditions prévues à l'annexe 7), les émissions d'hydrogène produites par

la batterie de traction doivent être inférieures à 42 g. De plus, le chargeur embarqué doit être prévu pour limiter la durée de cette défaillance possible à 30 min.

- 5.4.5 Toutes les opérations liées à la charge de la batterie de traction doivent être gérées automatiquement, y compris l'arrêt de charge.
- 5.4.6 Il ne doit pas être possible d'intervenir manuellement dans les phases de charge.
- 5.4.7 Les opérations normales de connexion et déconnexion au réseau ou les interruptions d'alimentation depuis ce dernier ne doivent pas perturber le système de gestion des phases de charge.
- 5.4.8 Les défaillances importantes du système de charge doivent être signalées au conducteur d'une façon permanente. Il est entendu par défaillance importante une défaillance de nature à provoquer un fonctionnement défectueux du chargeur embarqué lors d'une charge ultérieure.
- 5.4.9 Le constructeur doit indiquer dans le manuel d'utilisation que le véhicule est conforme à ces prescriptions.
- 5.4.10 L'homologation accordée à un type de véhicule en ce qui concerne les émissions d'hydrogène peut être étendue à des types de véhicules différents appartenant à la même famille, conformément à la définition de cette notion donnée à l'annexe 7, appendice 2.

## 6. MODIFICATION ET EXTENSION DE L'HOMOLOGATION DU TYPE DE VÉHICULE

- 6.1 Toute modification du type de véhicule doit être signalée au service administratif qui en a accordé l'homologation. Le service peut alors:
  - 6.1.1 soit considérer que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir une influence défavorable notable et qu'en tout cas le véhicule satisfait encore aux prescriptions;
  - 6.1.2 soit demander un nouveau procès-verbal du service technique chargé des essais.
- 6.2 La confirmation ou le refus de l'homologation, avec l'indication des modifications, est notifié aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement, selon la procédure énoncée au paragraphe 4.3.
- 6.3 L'autorité compétente délivrant l'extension de l'homologation assignera à cette extension un numéro de série et en informera les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le Règlement; elle utilisera pour cela une formule conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

7. CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION
- 7.1 Tout véhicule homologué selon les dispositions du présent Règlement doit être construit en conformité avec le type homologué, selon les prescriptions énoncées au paragraphe 5 ci-dessus.
- 7.2 Afin de vérifier que les prescriptions du paragraphe 7.1 sont respectées, il doit être effectué des contrôles appropriés sur la production.
- 7.3 Le titulaire de l'homologation doit, en particulier:
- 7.3.1 s'assurer qu'il existe des procédures pour le contrôle efficace de la qualité des véhicules;
- 7.3.2 avoir accès au matériel d'essai nécessaire pour vérifier la conformité de chaque type homologué;
- 7.3.3 s'assurer que les données provenant des essais sont enregistrées et que les documents annexes restent disponibles pendant une période qui sera déterminée en accord avec le service administratif compétent;
- 7.3.4 analyser les résultats de chaque type d'essai, afin de contrôler et d'assurer l'uniformité des caractéristiques du véhicule, compte tenu des variations admissibles dans la production industrielle;
- 7.3.5 s'assurer que l'on effectue pour chaque type de véhicule au moins les essais indiqués au paragraphe 5 du présent Règlement;
- 7.3.6 s'assurer que tout ensemble d'échantillons ou de pièces soumis à un essai et révélant une certaine non-conformité avec le type d'essai en question fasse l'objet d'un nouvel échantillonnage et d'un nouvel essai. Toutes les mesures nécessaires seront prises pour rétablir la conformité de la production correspondante.
- 7.4 L'autorité compétente qui a accordé une homologation du type peut à tout moment vérifier les méthodes de contrôle de la conformité appliquées dans chacune des unités de production.
- 7.4.1 À chaque inspection, les procès-verbaux des essais et les registres de production doivent être présentés à l'inspecteur.
- 7.4.2 L'inspecteur peut prélever au hasard des échantillons qui seront soumis à des essais dans le laboratoire du fabricant. Le nombre minimum d'échantillons peut dans ce cas être déterminé d'après les résultats des propres vérifications du fabricant.
- 7.4.3 Lorsque le niveau de qualité semble insuffisant ou lorsqu'il paraît nécessaire de vérifier la validité des essais effectués en application du paragraphe 7.4.2, l'inspecteur choisira les échantillons devant être envoyés au service technique qui a effectué les essais d'homologation du type.

7.4.4 L'autorité compétente peut effectuer tout essai prescrit dans le présent Règlement.

7.4.5 La fréquence normale des inspections par l'autorité compétente est d'une par année. Si des résultats insuffisants étaient constatés au cours de l'une de ces visites, l'autorité compétente veillera à ce que toutes les mesures nécessaires soient prises pour rétablir la conformité de la production dès que possible.

## 8. SANCTIONS POUR NON-CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

8.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule en application du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions du paragraphe 7 ne sont pas respectées ou si le véhicule ou l'un de ses composants n'a pas subi avec succès les essais énoncés au paragraphe 7.3.5 ci-dessus.

8.2 Si l'une des Parties contractantes à l'Accord appliquant ce Règlement retire une homologation précédemment accordée, elle en informe immédiatement les autres Parties à l'Accord appliquant ce Règlement par l'envoi d'une formule de notification conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

## 9. CESSATION DÉFINITIVE DE LA PRODUCTION

Si le titulaire d'une homologation cesse totalement la fabrication d'un type de véhicule visé par le présent Règlement, il doit le notifier à l'autorité ayant délivré l'homologation, qui, à son tour, en informe les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, par l'envoi d'une formule de notification conforme au modèle de l'annexe 1 ci-après.

## 10. NOMS ET ADRESSES DES SERVICES TECHNIQUES CHARGÉS DES ESSAIS D'HOMOLOGATION ET DES SERVICES ADMINISTRATIFS

Les Parties contractantes à l'Accord de 1958 qui appliquent le présent Règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et ceux des services administratifs qui délivrent l'homologation et auxquels doivent être envoyées les fiches d'homologation ou d'extension, de refus ou de retrait de l'homologation, ou celles notifiant un arrêt définitif de la production émises dans les autres pays.

## 11. DISPOSITIONS TRANSITOIRES

11.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 01 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne peut refuser de délivrer l'homologation en vertu du présent Règlement tel qu'amendé par la série 01 d'amendements.

11.2 À l'expiration d'un délai de [trente-six] mois après la date d'entrée en vigueur, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement n'accordent les homologations que si le type de véhicule homologué satisfait aux prescriptions du présent Règlement tel qu'amendé par la série 01 d'amendements.

- 11.3 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne peuvent refuser de délivrer des extensions d'homologation conformément à la précédente série d'amendements au présent Règlement.
- 11.4 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement continuent de délivrer des homologations aux types de véhicules qui satisfont aux prescriptions du présent Règlement tel qu'amendé par la précédente série d'amendements pendant un délai de [trente-six] mois après la date d'entrée en vigueur de la série 01 d'amendements.
- 11.5 Nonobstant les dispositions transitoires ci-dessus, les Parties contractantes pour lesquelles le présent Règlement entre en vigueur après la date d'entrée en vigueur de la série d'amendements la plus récente ne sont pas tenues d'accepter les homologations qui ont été délivrées conformément à l'une des précédentes séries d'amendements au présent Règlement.

Annexe 1

COMMUNICATION

(Format maximal: A4 (210 x 297 mm))



émanant de: Nom de l'administration:  
.....  
.....  
.....

Concernant 2/:

LA DÉLIVRANCE D'UNE HOMOLOGATION,  
L'EXTENSION D'UNE HOMOLOGATION,  
LE REFUS D'UNE HOMOLOGATION,  
LE RETRAIT D'UNE HOMOLOGATION,  
L'ARRÊT DÉFINITIF DE LA PRODUCTION,

d'un véhicule routier conformément au Règlement n° 100.

Homologation n° ..... Extension n° .....

1. Marque de fabrique ou de commerce du véhicule: .....
2. Type du véhicule: .....
3. Catégorie du véhicule: .....
4. Nom et adresse du constructeur: .....
5. Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur: .....
6. Description du véhicule: .....
- 6.1 Type du SRSE: .....
- 6.2 Tension de fonctionnement: .....
- 6.3 Système de propulsion (hybride, électrique, etc.): .....
7. Véhicule présenté à l'homologation le: .....
8. Service technique chargé des essais d'homologation: .....
9. Date du procès-verbal délivré par ce service: .....
10. Numéro du procès-verbal délivré par ce service: .....

11. Emplacement de la marque d'homologation: .....
12. Raison(s) de l'extension de l'homologation (le cas échéant) 2/: .....
13. Homologation accordée/étendue/refusée/retirée 2/: .....
14. Lieu: .....
15. Date: .....
16. Signature: .....
17. Les documents du dossier accompagnant la demande d'homologation ou d'extension peuvent être obtenus sur demande.

---

Notes:

1/ Numéro distinctif du pays qui a accordé, étendu, refusé ou retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement concernant l'homologation).

2/ Biffer la mention inutile.

Annexe 2

## EXEMPLES DE MARQUES D'HOMOLOGATION

Modèle A

(voir par. 4.4 du présent Règlement)

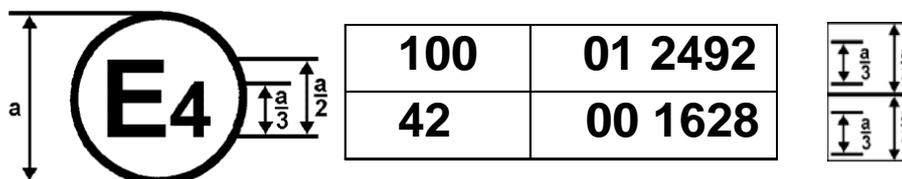


a = 8 mm min

La marque d'homologation ci-dessus apposée sur un véhicule indique que le type concerné de véhicule routier électrique à batterie a été approuvé aux Pays-Bas (E4) conformément au Règlement n° 100 sous le numéro d'homologation 012492. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation indiquent que celle-ci a été accordée conformément aux prescriptions du Règlement n° 100 modifié par la série 01 d'amendements.

Modèle B

(voir par. 4.5 du présent Règlement)



a = 8 mm min

La marque d'homologation ci-dessus apposée sur un véhicule indique que le véhicule routier électrique à batterie concerné a été approuvé aux Pays-Bas (E4) conformément aux Règlements n°s 100 et 42 \*/. Les deux premiers chiffres des numéros d'homologation indiquent qu'à la date où les homologations respectives ont été accordées, le Règlement n° 100 était modifié par la série 01 d'amendements et le Règlement n° 42 était sous sa forme originale.

---

\*/ Le dernier chiffre n'est donné qu'à titre d'exemple.

Annexe 3PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS  
AVEC DES PIÈCES SOUS TENSION

## 1. CALIBRES D'ACCESSIBILITÉ

Les calibres d'accessibilité à utiliser pour vérifier la protection des personnes contre l'accès à des éléments sous tension sont décrits au tableau 1.

## 2. CONDITIONS D'ESSAI

Le calibre d'accessibilité est appliqué à toutes les ouvertures du carter de protection avec la force spécifiée au tableau 1. S'il pénètre partiellement ou totalement, il doit être orienté dans toutes les directions possibles, mais en aucun cas la face d'arrêt ne doit passer par l'ouverture.

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

Une source électrique à basse tension (d'au moins 40 V et d'au plus 50 V) branchée en série avec une lampe témoin appropriée devrait être raccordée, si nécessaire, entre le calibre d'accessibilité et les éléments sous tension situés à l'intérieur de la barrière ou du carter de protection.

La méthode du circuit test devrait aussi être appliquée aux éléments sous tension mobiles de l'équipement haute tension.

Les éléments mobiles internes peuvent être actionnés lentement lorsque cela est possible.

## 3. CONDITIONS D'ACCEPTATION

Le calibre d'accessibilité ne doit pas pouvoir toucher les éléments sous tension.

Si le respect de cette prescription est contrôlé au moyen d'un circuit test entre le calibre d'accessibilité et les éléments sous tension, la lampe témoin ne doit pas s'allumer.

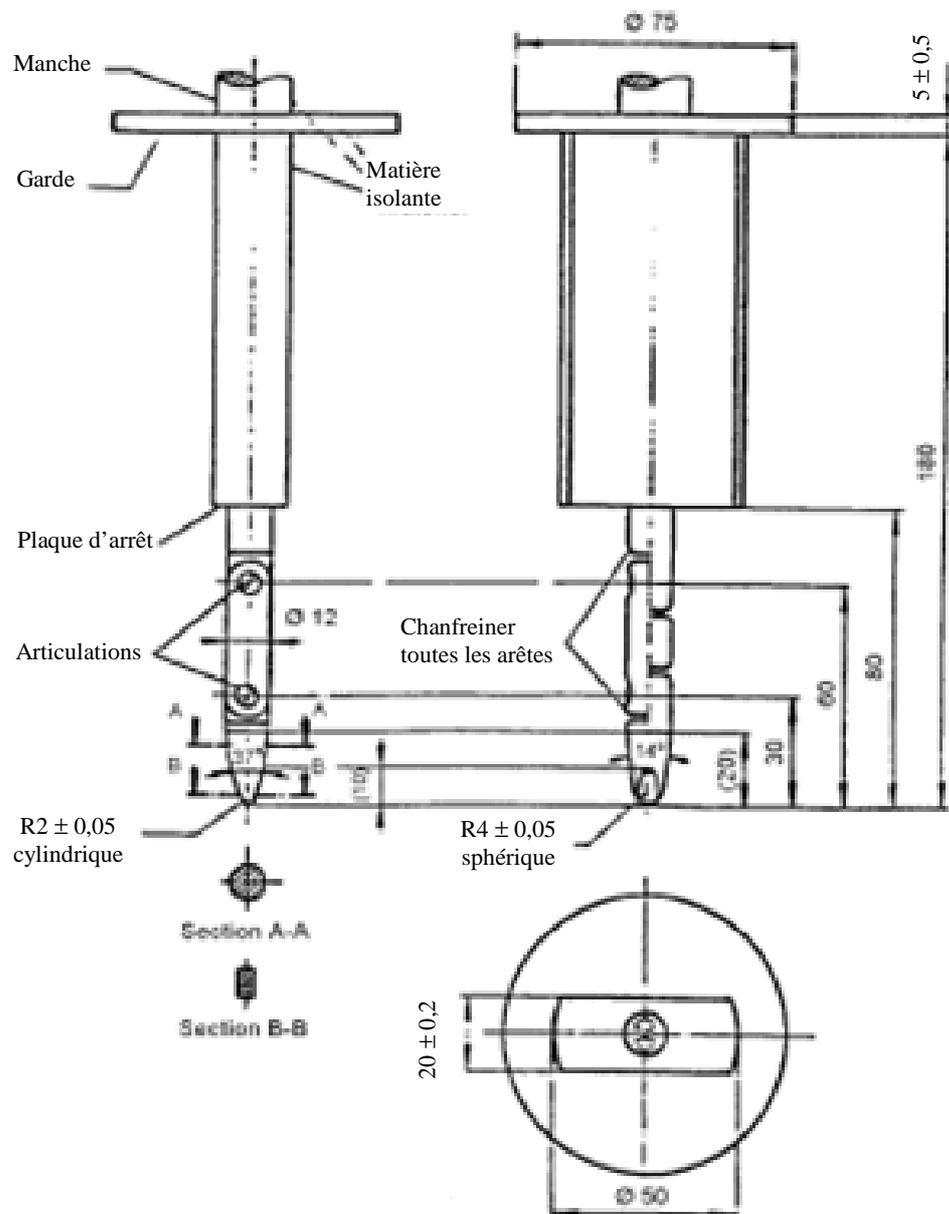
Dans le cas de l'essai de contrôle pour le degré de protection IPXXB, le doigt d'épreuve articulé peut pénétrer sur toute sa longueur de 80 mm, mais la face d'arrêt (de 50 mm par 20 mm de diamètre) ne doit pouvoir passer par l'ouverture. À partir de la position droite, les deux articulations du doigt d'épreuve doivent être repliées successivement jusqu'à un angle allant jusqu'à 90° par rapport à l'axe de la section adjacente du doigt et orientées dans toutes les positions possibles.

Dans le cas des essais de contrôle du degré de protection IPXXD, le calibre d'accessibilité peut pénétrer sur toute sa longueur, mais la plaque d'arrêt ne doit pas passer par l'ouverture.

Tableau 1 – Calibres d’accessibilité pour les essais de la protection contre l’accès aux parties dangereuses

Premier chiffre	Lettre additionnelle	Sonde d’approche (dimensions en mm)	Force pour l’essai
2	B	<p>Doigt d’épreuve articulé</p> <p>Voir fig. 1 pour toutes les dimensions</p> <p>Isolant</p> <p>Doigt d’épreuve articulé (métal)</p> <p>Plaque d’arrêt (Ø 50 x 20)</p> <p>Ø 12</p> <p>80</p>	10 N ± 10 %
4, 5, 6	D	<p>Tige d’essai de 1,0 mm de diamètre et 100 mm de long</p> <p>Sphère 35 ± 0,2</p> <p>Approx. 100</p> <p>100 ± 0,2</p> <p>Ø 10</p> <p>Manche (isolant)</p> <p>Face d’arrêt (isolant)</p> <p>Fil rigide d’essai (métal)</p> <p>Extrémité ébavurée</p> <p>+0,05</p> <p>Ø 1</p>	1 N ± 10 %

Figure 1 – Doigt d'épreuve articulé



Matière: métal sauf spécification contraire

Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

- sur les angles:  $0/-10^\circ$ ;
- sur les dimensions linéaires: jusqu'à 25 mm:  $0/-0,05$  au-dessus de 25 mm:  $\pm 0,2$ .

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de  $90^\circ$  avec une tolérance de  $0$  à  $+10^\circ$ .

## Annexe 4

### MÉTHODE DE MESURE DE LA RÉSISTANCE D'ISOLEMENT

#### 1. PRESCRIPTION GÉNÉRALE

La résistance d'isolement pour chaque rail haute tension du véhicule doit être mesurée ou déterminée par calcul sur la base de valeurs de mesure obtenues pour chaque partie ou élément d'un rail haute tension (cette méthode étant ci-après désignée «mesure fractionnée»).

#### 2. MÉTHODE DE MESURE

La mesure de la résistance d'isolement se fera par une méthode de mesure appropriée choisie parmi celles énumérées aux paragraphes 2.1 et 2.2, en fonction de la charge électrique des éléments sous tension ou de la résistance d'isolement, etc.

La gamme de tension du circuit électrique à mesurer doit être déterminée à l'avance à l'aide de schémas du circuit électrique, etc.

En outre, les modifications nécessaires pour permettre la mesure de la résistance d'isolement pourront être effectuées, telles que l'enlèvement du carter de protection pour avoir accès aux éléments sous tension, la pose de câbles de mesure, la modification du logiciel, etc.

Dans les cas où les valeurs mesurées ne sont pas stables du fait du fonctionnement du système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement, ou d'autres appareils, les modifications nécessaires pour l'exécution de la mesure peuvent être effectuées, comme d'interrompre le fonctionnement du dispositif en question ou de l'enlever. En outre, quand le dispositif est enlevé, il doit être démontré, sur la base de schémas, etc., que cette opération ne modifie pas la résistance d'isolement entre les éléments sous tension et la masse électrique.

Des précautions très sérieuses doivent être prises pour éviter les courts-circuits ou les risques de choc électrique, etc., si l'on emploie cette méthode de confirmation qui peut nécessiter une alimentation directe du circuit à haute tension.

##### 2.1 Méthode de mesure utilisant une source de tension continue extérieure au véhicule

###### 2.1.1 Instrument de mesure

Il doit être utilisé un instrument d'essai de résistance d'isolement pouvant appliquer une tension continue supérieure à la tension de fonctionnement du rail haute tension.

###### 2.1.2 Méthode de mesure

Un instrument d'essai de résistance d'isolement doit être raccordé entre les éléments sous tension et la masse électrique. La résistance d'isolement doit alors être mesurée par application d'une tension continue au moins égale à la moitié de la tension de fonctionnement du rail haute tension.

Si le système a plusieurs gammes de tension (par exemple à cause de la présence d'un convertisseur d'appoint) dans un circuit galvaniquement relié, et que certains des composants ne peuvent pas supporter la tension de fonctionnement du circuit complet, la résistance d'isolement entre ces composants et la masse électrique peut être mesurée séparément par application de la moitié au moins de la tension de fonctionnement propre de ceux-ci, ces composants étant déconnectés.

## 2.2 Méthode de mesure utilisant le SRSE du véhicule comme source de tension continue

### 2.2.1 Conditions concernant le véhicule d'essai

Le rail haute tension doit être mis sous tension par le SRSE du véhicule et/ou le système convertisseur, et la tension du SRSE et/ou du système convertisseur pendant tout l'essai doit être au moins égale à la tension de fonctionnement nominale telle qu'elle est spécifiée par le constructeur du véhicule.

### 2.2.2 Instrument de mesure

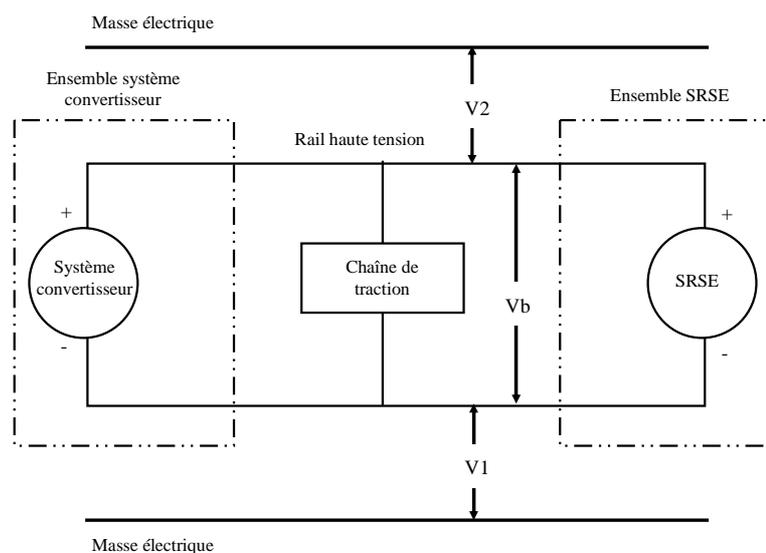
Le voltmètre utilisé pour cet essai doit mesurer les tensions continues et avoir une résistance interne d'au moins 10 M $\Omega$ .

### 2.2.3 Mode opératoire

#### 2.2.3.1 Première étape

La tension est mesurée comme indiqué à la figure 1 et la tension ( $V_b$ ) du rail haute tension est enregistrée.  $V_b$  doit être égale ou supérieure à la tension de fonctionnement nominale du SRSE et/ou du système convertisseur telle qu'elle est spécifiée par le constructeur du véhicule.

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



## 2.2.3.2 Deuxième étape

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

## 2.2.3.3 Troisième étape

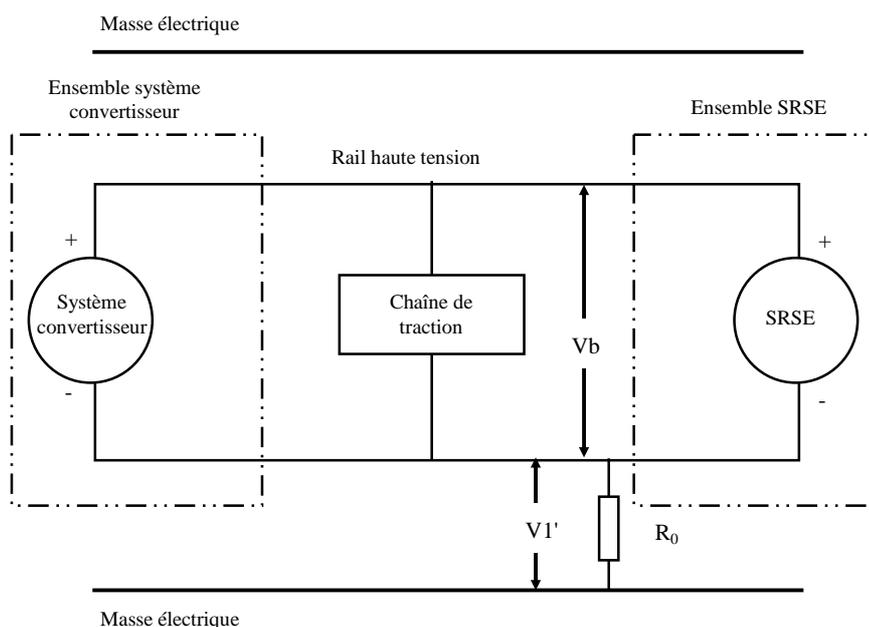
Mesurer et enregistrer la tension ( $V_2$ ) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 1).

## 2.2.3.4 Quatrième étape

Si  $V_1$  est égale ou supérieure à  $V_2$ , insérer une résistance normalisée connue ( $R_0$ ) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance  $R_0$  étant en place, mesurer la tension ( $V_1'$ ) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 2).

Calculer l'isolement électrique ( $R_i$ ) conformément à la formule suivante:

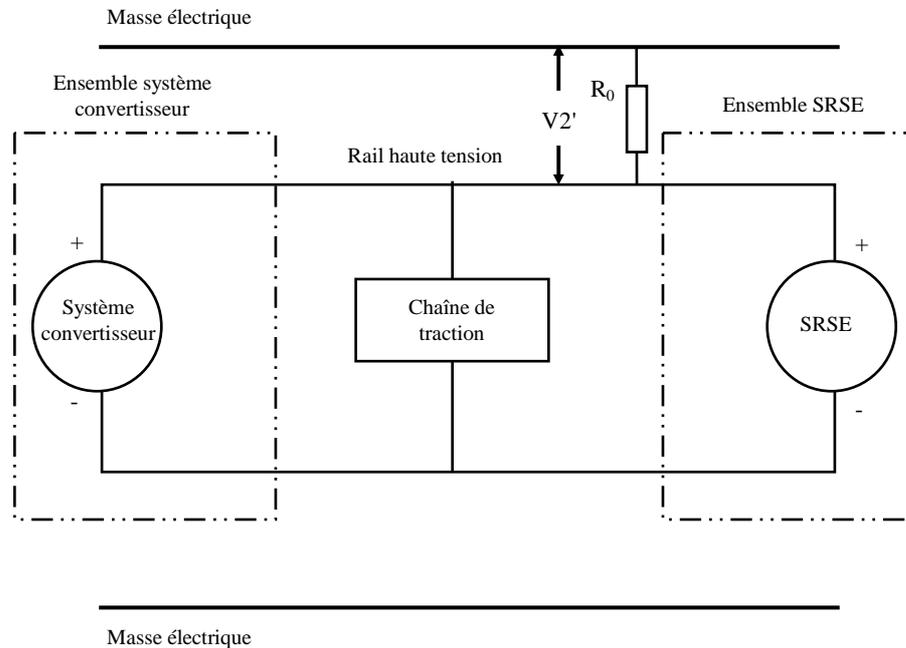
$$R_i = R_0 \cdot (V_b / V_1' - V_b / V_1) \quad \text{ou} \quad R_i = R_0 \cdot V_b \cdot (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

Figure 2 – Mesure de  $V_1'$ 

Si  $V_2$  est supérieure à  $V_1$ , insérer une résistance normalisée connue ( $R_0$ ) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance  $R_0$  étant en place, mesurer la tension ( $V_2'$ ) entre le pôle positif du rail haute tension (voir fig. 3). Calculer l'isolement électrique ( $R_i$ ) conformément à la formule indiquée. Diviser cette valeur d'isolement électrique (en ohms) par la tension de fonctionnement nominale du rail haute tension (en volts).

Calculer l'isolement électrique ( $R_i$ ) conformément à la formule suivante:

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

Figure 3 – Mesure de  $V_2'$ 

### 2.2.3.5 Cinquième étape

La valeur d'isolement électrique  $R_i$  (en ohms) divisée par la tension de fonctionnement du rail haute tension (en volts) donne la résistance d'isolement (en ohms/volt).

Note 1: La résistance normalisée connue  $R_o$  (en ohms) devrait correspondre à la valeur de la résistance d'isolement minimale requise (en ohms/V) multipliée par la tension de fonctionnement du véhicule  $\pm 20\%$  (en volts). La valeur de  $R_o$  ne doit pas nécessairement être exactement égale à cette valeur, les équations restant valides pour toute valeur de  $R_o$ ; cependant, une valeur de  $R_o$  située dans cette plage devrait permettre de mesurer la tension avec une résolution satisfaisante.

Annexe 5

MÉTHODE DE CONFIRMATION DU BON FONCTIONNEMENT  
DU SYSTÈME EMBARQUÉ DE SURVEILLANCE  
DE LA RÉSISTANCE D'ISOLEMENT

Le bon fonctionnement du système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement doit être confirmé par application de la méthode ci-après:

Insérer une résistance qui ne cause pas de baisse de la résistance d'isolement entre la borne surveillée et la masse électrique au-dessous de la valeur minimale requise de résistance d'isolement. Le signal d'avertissement doit être actionné.

Annexe 6CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU VÉHICULE ROUTIER  
OU SYSTÈME

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 fabricant: .....
  - 1.7 Dessin ou photographie du véhicule: .....
2. Moteur électrique (moteur de traction)
  - 2.1 Type (enroulement, excitation): .....
  - 2.2 Puissance horaire maximale (kW): .....
3. Batterie (si le SRSE est constitué par des batteries)
  - 3.1 Marque de fabrique ou de commerce de la batterie: .....
  - 3.2 Indication de tous les types électrochimiques d'éléments: .....
  - 3.3 Tension nominale (V): .....
  - 3.4 Nombre d'éléments de batterie: .....
  - 3.5 Taux de recombinaison des gaz (%): .....
  - 3.6 Type(s) de système de ventilation pour le monobloc ou le tiroir batterie: .....
  - 3.7 Type de système de refroidissement (s'il existe): .....
  - 3.8 Capacité (Ah): .....
4. Piles à combustible (si elles existent)
  - 4.1 Marque de fabrique et désignation commerciale: .....

- 4.2 Type: .....
- 4.3 Tension nominale (V): .....
- 4.4 Nombre d'éléments: .....
- 4.5 Type de système de refroidissement (s'il existe): .....
- 4.6 Puissance maximale (kW): .....
- 5. Fusible ou coupe-circuit
- 5.1 Type: .....
- 5.2 Schéma indiquant la gamme de fonctionnement: .....
- 6. Faisceau de câblage
- 6.1 Type: .....
- 7. Protection contre le choc électrique
- 7.1 Description du concept de protection: .....
- 8. Données supplémentaires
- 8.1 Brève description de l'installation des composants du circuit de puissance ou schémas/photos indiquant l'emplacement de l'installation des composants du circuit de puissance: .....
- 8.2 Schéma de principe de toutes les fonctions électriques incluses dans le circuit de puissance: .....
- 8.3 Tension de fonctionnement (V): .....

Annexe 7

DÉTERMINATION DES ÉMISSIONS D'HYDROGÈNE  
PENDANT LES OPÉRATIONS DE CHARGE DE  
LA BATTERIE DE TRACTION

1. INTRODUCTION

La présente annexe décrit la méthode à suivre pour la détermination des émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction des véhicules routiers électriques, conformément au paragraphe 5.4 du présent Règlement.

2. DESCRIPTION DES ESSAIS

L'essai décrit ici (fig. 7.1) vise à mesurer les émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction avec le chargeur embarqué. Il comporte les phases suivantes:

- a) préparation du véhicule;
- b) décharge de la batterie de traction;
- c) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale;
- d) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur embarqué présentant une défaillance.

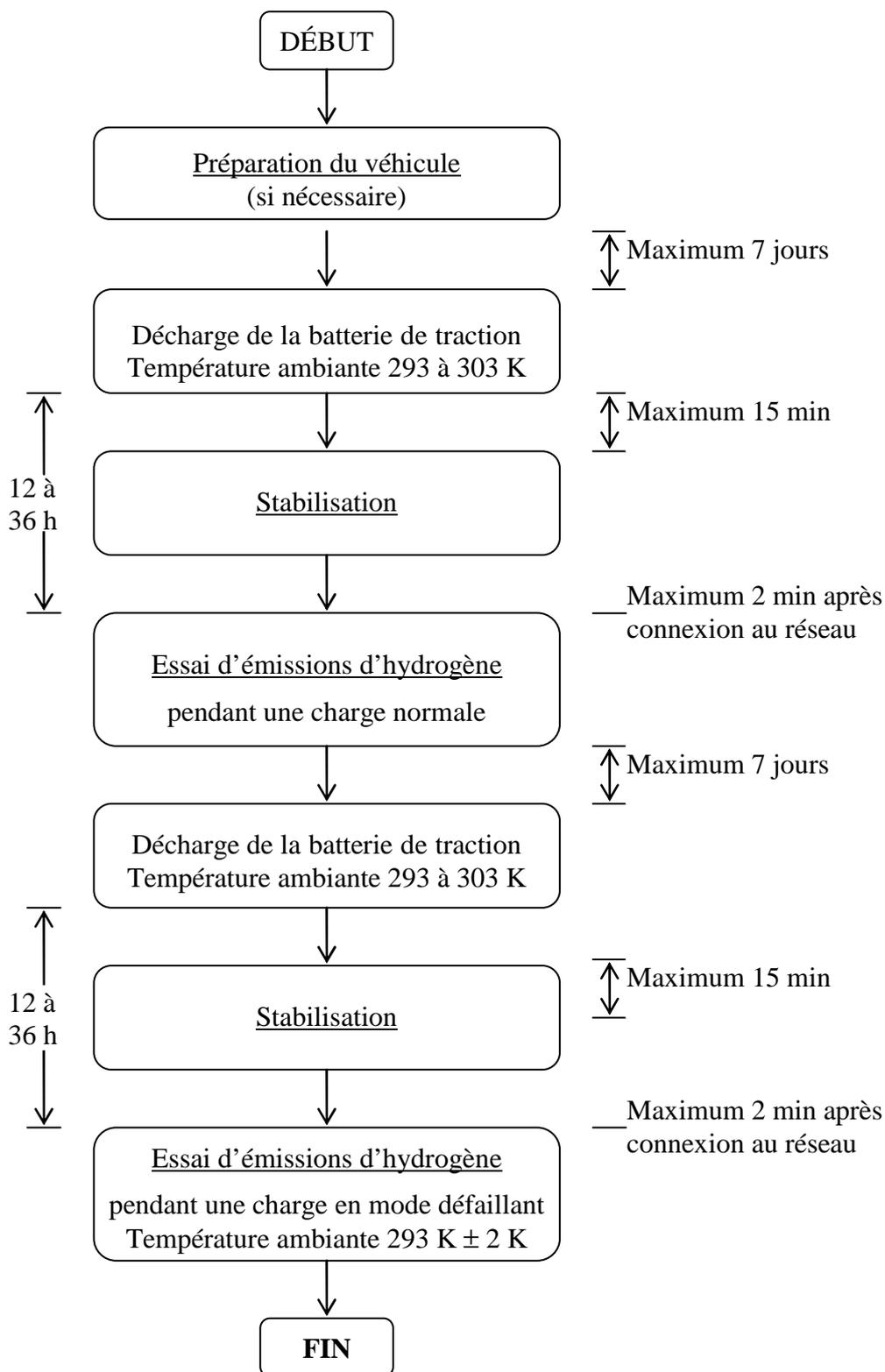
3. VÉHICULE

3.1 Le véhicule présenté doit être en bon état mécanique, il doit avoir parcouru au minimum 300 km au cours des sept jours précédant l'essai. Pendant cette période, le véhicule doit être équipé de la batterie de traction soumise à l'essai d'émissions d'hydrogène.

3.2 Si la batterie est utilisée à une température supérieure à la température ambiante, l'opérateur doit suivre la méthode recommandée par le constructeur pour maintenir la température de la batterie de traction dans la plage de fonctionnement normal.

Le représentant du constructeur doit pouvoir certifier que le système de régulation thermique de la batterie de traction n'est ni endommagé, ni en défaut de capacité.

Figure 7.1 – Détermination des émissions d’hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction



#### 4. APPAREILLAGE POUR L'ESSAI D'ÉMISSIONS D'HYDROGÈNE

##### 4.1 Banc à rouleaux

Le banc à rouleaux doit être conforme aux exigences de la série 05 d'amendements au Règlement n° 83.

##### 4.2 Enceinte de mesure des émissions d'hydrogène

L'enceinte de mesure des émissions d'hydrogène doit être constituée par une enveloppe étanche aux gaz, pouvant contenir le véhicule soumis à l'essai.

Le véhicule doit être accessible de tous les côtés et, lorsque l'enceinte est fermée de manière étanche, elle doit être imperméable aux gaz, conformément à l'appendice 1 de la présente annexe. La surface intérieure de l'enveloppe doit être imperméable et non réactive à l'hydrogène. Le système de régulation de température doit permettre de régler la température de l'air à l'intérieur de l'enceinte afin de respecter, pendant toute la durée de l'essai, la température prévue, avec une tolérance de  $\pm 2$  K sur la durée de l'essai.

Pour résoudre le problème des variations de volume dues aux émissions d'hydrogène à l'intérieur de l'enceinte, on peut utiliser une enceinte à volume variable ou un autre appareillage. Le volume de l'enceinte doit pouvoir varier en fonction des émissions d'hydrogène. Deux moyens possibles pour faire varier le volume intérieur consistent à utiliser des panneaux mobiles, ou un système de soufflets, dans lequel des sacs imperméables placés à l'intérieur de l'enceinte se dilatent et se contractent en réaction aux variations de pression internes, par échange d'air avec l'extérieur de l'enceinte. Tout système de variation du volume doit respecter l'intégrité de l'enceinte conformément à l'appendice 1 de la présente annexe.

Toute méthode de variation du volume doit limiter le différentiel entre la pression interne de l'enceinte et la pression barométrique à une valeur maximale de  $\pm 5$  hPa.

Le volume de l'enceinte doit pouvoir être verrouillé à une valeur déterminée. Une enceinte à volume variable doit permettre une variation par rapport à son «volume nominal» (voir annexe 7, appendice 1, par. 2.1.1), en fonction des émissions d'hydrogène au cours des essais.

##### 4.3 Systèmes d'analyse

###### 4.3.1 Analyseur d'hydrogène

###### 4.3.1.1 L'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte est contrôlée au moyen d'un analyseur d'hydrogène du type détecteur électrochimique ou d'un chromatographe équipé d'un catharomètre (détecteur de conductibilité thermique). L'échantillon de gaz doit être prélevé au centre d'une face latérale ou du toit de l'enceinte, et tout écoulement dérivé doit être renvoyé dans l'enceinte, de préférence vers un point immédiatement en aval du ventilateur de mélange.

4.3.1.2 L'analyseur d'hydrogène doit avoir un temps de réponse inférieur à 10 s à 90 % de la pleine échelle de lecture. Il doit avoir une stabilité meilleure que 2 % de la pleine échelle à zéro et à  $80 \pm 20$  % de la pleine échelle, pendant une durée de 15 min et pour toutes les plages de fonctionnement.

4.3.1.3 La répétabilité de l'analyseur, exprimée en écart type, doit être meilleure que 1 % de la pleine échelle, à zéro et à  $80 \pm 20$  % de la pleine échelle, pour toutes les plages utilisées.

4.3.1.4 Les plages de fonctionnement de l'analyseur doivent être choisies pour obtenir la meilleure résolution sur l'ensemble des procédures de mesure, d'étalonnage et de contrôle des fuites.

4.3.2 Système enregistreur associé à l'analyseur d'hydrogène

L'analyseur d'hydrogène doit être muni d'un équipement permettant d'enregistrer les signaux électriques de sortie, à une fréquence d'au moins une fois par minute. Cet équipement d'enregistrement doit avoir des caractéristiques de fonctionnement au moins équivalentes aux signaux à enregistrer, et doit fournir un enregistrement continu des résultats. Cet enregistrement doit indiquer de manière claire le début et la fin des essais de charge normale et en mode défaillant.

4.4 Enregistrement des températures

4.4.1 La température ambiante de l'enceinte est mesurée en deux points par des capteurs de température qui sont interconnectés de manière à indiquer une valeur moyenne. Les points de mesure sont situés à environ 0,1 m vers l'intérieur de l'enceinte, à partir de l'axe vertical de symétrie de chaque paroi latérale, à une hauteur de  $0,9 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ .

4.4.2 Les températures des monoblocs de batterie doivent être enregistrées au moyen de capteurs.

4.4.3 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, les températures doivent être enregistrées à la fréquence d'au moins une fois par minute.

4.4.4 La justesse du système d'enregistrement des températures doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 1,0 \text{ K}$  et la résolution de cet équipement doit être égale à  $0,1 \text{ K}$ .

4.4.5 Le système d'enregistrement ou de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une résolution de  $\pm 15 \text{ s}$ .

4.5 Enregistrement de la pression

4.5.1 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, la différence  $\Delta p$  entre la pression barométrique dans la zone d'essai et la pression intérieure de l'enceinte doit être enregistrée à la fréquence d'au moins une fois par minute.

- 4.5.2 La justesse du système d'enregistrement de la pression doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 2$  hPa et la résolution de l'équipement doit être égale à 0,2 hPa.
- 4.5.3 Le système d'enregistrement ou de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une résolution de  $\pm 15$  s.
- 4.6 Enregistrement de la tension et de l'intensité
- 4.6.1 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, la tension et l'intensité (batterie) délivrées par le chargeur embarqué devront être enregistrées à la fréquence d'au moins une fois par minute.
- 4.6.2 La justesse du système d'enregistrement de la tension doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 1$  V et la résolution de l'équipement doit être égale à 0,1 V.
- 4.6.3 La justesse du système d'enregistrement de l'intensité doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 0,5$  A et la résolution de l'équipement doit être égale à 0,05 A.
- 4.6.4 Le système d'enregistrement ou de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une résolution de  $\pm 15$  s.
- 4.7 Ventilateurs
- L'enceinte devra être équipée d'un ou plusieurs ventilateurs ou soufflantes ayant un débit de 0,1 à 0,5 m<sup>3</sup>/s, pour assurer un brassage complet de l'atmosphère de l'enceinte. Il faut obtenir une répartition régulière de la température et de la concentration en hydrogène dans l'enceinte pendant les mesures. Le véhicule placé dans l'enceinte ne doit pas être soumis directement à un courant d'air provenant des ventilateurs ou des soufflantes.
- 4.8 Gaz
- 4.8.1 On doit disposer des gaz purs ci-après pour l'étalonnage et le fonctionnement de l'installation:
- a) air synthétique purifié (pureté < 1 ppm C<sub>1</sub> équivalent; < 1 ppm CO; < 400 ppm CO<sub>2</sub>; < 0,1 ppm NO); concentration d'oxygène de 18 à 21 % en volume,
  - b) hydrogène (H<sub>2</sub>), à 99,5 % de pureté minimale.
- 4.8.2 Les gaz utilisés pour l'étalonnage et le réglage d'échelle doivent être constitués par des mélanges d'hydrogène (H<sub>2</sub>) et d'air synthétique purifié. Les concentrations réelles d'un gaz d'étalonnage doivent être conformes à la valeur nominale  $\pm 2$  % près. La justesse de la concentration des gaz dilués obtenus en utilisant un mélangeur-doseur de gaz doit être de  $\pm 2$  % de la valeur nominale. Les valeurs de concentration

indiquées dans l'appendice 1 peuvent aussi être obtenues en utilisant un mélangeur-doseur de gaz avec de l'air synthétique comme gaz de dilution.

## 5. PROCÉDURE D'ESSAI

La méthode d'essai prévoit les cinq phases ci-après:

- a) préparation du véhicule;
- b) décharge de la batterie de traction;
- c) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale;
- d) décharge de la batterie de traction;
- e) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur embarqué à l'état défaillant.

Si le véhicule doit être déplacé entre les différentes phases, il doit être poussé jusqu'à la zone d'essai suivante.

### 5.1 Préparation du véhicule

Le vieillissement de la batterie de traction doit être vérifié, en démontrant que le véhicule présenté a parcouru un minimum de 300 km au cours des sept jours précédant l'essai. Pendant cette période, le véhicule doit être équipé de la batterie de traction soumise à l'essai d'émissions d'hydrogène. Si ce fait ne peut pas être prouvé, la procédure suivante doit être appliquée.

#### 5.1.1 Décharges et charges initiales de la batterie

On commence par décharger la batterie de traction en faisant rouler le véhicule sur piste ou sur banc à rouleaux à une vitesse stabilisée représentant  $70 \% \pm 5 \%$  de la vitesse maximale du véhicule sur 30 min.

On arrête la décharge:

- a) lorsque le véhicule n'est plus en mesure de rouler à 65 % de la vitesse maximale sur 30 min, ou
- b) lorsque les instruments de bord de série indiquent au conducteur qu'il faut arrêter le véhicule, ou
- c) lorsque la distance de 100 km a été couverte.

#### 5.1.2 Charge initiale de la batterie

La charge est effectuée:

- a) avec le chargeur embarqué;

- b) à une température ambiante comprise entre 293 K et 303 K.

La procédure exclut tous les types de chargeurs extérieurs.

Le critère de fin de charge de la batterie de traction correspond à l'arrêt automatique commandé par le chargeur embarqué.

Cette procédure peut inclure tous les types de charges spéciales qui pourraient être enclenchés automatiquement, comme l'égalisation ou la charge de service.

- 5.1.3 La procédure décrite aux paragraphes 5.1.1 et 5.1.2 doit être répétée deux fois.

## 5.2 Décharge de la batterie

On décharge la batterie de traction en faisant rouler le véhicule sur piste ou sur banc à rouleaux à une vitesse stabilisée représentant  $70\% \pm 5\%$  de la vitesse maximale du véhicule sur 30 min.

On arrête la décharge:

- a) lorsque les instruments de bord de série indiquent au conducteur qu'il faut arrêter le véhicule, ou
- b) lorsque la vitesse maximale atteinte par le véhicule est inférieure à 20 km/h.

## 5.3 Phase de stabilisation

Dans les 15 min qui suivent l'achèvement de l'opération de décharge de la batterie décrite au paragraphe 5.2, le véhicule est placé dans la zone de stabilisation à une température de  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ . La phase de stabilisation dure entre 12 h au minimum et 36 h au maximum; elle s'intercale entre la fin de l'opération de décharge de la batterie et le début de l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale.

## 5.4 Essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale

- 5.4.1 Avant l'achèvement de la phase de stabilisation, l'enceinte de mesure doit être purgée pendant plusieurs minutes, jusqu'à ce que l'on obtienne une concentration résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de mélange de l'enceinte doivent également être mis en marche.

- 5.4.2 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant l'essai.

- 5.4.3 À la fin de la phase de stabilisation, le véhicule d'essai, moteur arrêté, fenêtres et coffre à bagages ouverts, est poussé dans l'enceinte de mesure.

- 5.4.4 Le véhicule doit être connecté au réseau. La batterie est soumise à la procédure de charge normale définie au paragraphe 5.4.7 ci-dessous.

5.4.5 Les portes de l'enceinte sont fermées de manière étanche aux gaz dans un délai de 2 min après l'enclenchement de la phase de charge normale.

5.4.6 La période pour l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. On mesure alors la concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique, pour avoir les valeurs initiales correspondantes  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$  pour l'essai en mode charge normale.

Ces valeurs sont utilisées dans les calculs des émissions d'hydrogène (par. 6). La température ambiante  $T$  de l'enceinte ne devra pas être inférieure à 291 K, ni supérieure à 295 K pendant la période de charge normale.

5.4.7 Procédure de charge normale

La charge normale est réalisée avec le chargeur embarqué et est composée des phases suivantes:

- a) phase de charge à puissance constante d'une durée  $t_1$ ;
- b) phase de surcharge à courant constant d'une durée  $t_2$ . L'intensité de surcharge est spécifiée par le constructeur et correspond à celle utilisée en charge d'égalisation.

Le critère de fin de charge de la batterie de traction correspond à l'arrêt automatique du chargeur embarqué à un temps de  $t_1 + t_2$ . Ce temps de charge sera limité à  $t_1 + 5$  h, même si les instruments de série indiquent clairement au conducteur que la batterie n'est pas encore complètement chargée.

5.4.8 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant la fin de l'essai.

5.4.9 L'essai se termine à  $t_1 + t_2$  ou  $t_1 + 5$  h après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.4.6. Les différents temps écoulés sont enregistrés. La concentration en hydrogène dans l'enceinte, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs finales correspondantes  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$  pour l'essai en mode charge normale, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6.

5.5 Essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant

5.5.1 Dans un délai maximal de sept jours après l'essai précédent, on commence par décharger la batterie de traction suivant les conditions fixées par le paragraphe 5.2.

5.5.2 Répéter les étapes de la procédure décrite au paragraphe 5.3.

5.5.3 Avant l'achèvement de la phase de stabilisation, l'enceinte de mesure doit faire l'objet d'un rinçage pendant plusieurs minutes, jusqu'à obtenir une concentration

résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de mélange de l'enceinte doivent également être mis en marche.

- 5.5.4 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant l'essai.
- 5.5.5 À la fin de la phase de stabilisation, le véhicule d'essai, moteur arrêté, fenêtres et coffre à bagages ouverts, est amené dans l'enceinte de mesure.
- 5.5.6 Le véhicule est connecté au secteur. La batterie est soumise à la procédure de charge en mode défaillant définie au paragraphe 5.5.9.
- 5.5.7 Les portes de l'enceinte sont fermées de manière étanche aux gaz dans un délai de 2 min après l'enclenchement de la phase de charge en mode défaillant.
- 5.5.8 La période pour l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. On mesure alors la concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique, pour avoir les valeurs initiales correspondantes  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$  en vue de l'essai de charge en mode défaillant.

Ces valeurs sont utilisées dans les calculs des émissions d'hydrogène (par. 6). La température ambiante  $T$  de l'enceinte ne devra pas être inférieure à 291 K, ni supérieure à 295 K pendant la période de charge en mode défaillant.

#### 5.5.9 Procédure de charge en mode défaillant

La charge en mode défaillant est réalisée avec le chargeur embarqué et est composée des phases suivantes:

- a) phase de charge à puissance constante d'une durée  $t_1$ ;
- b) phase de charge au courant maximal d'une durée de 30 min. Durant cette phase, le chargeur embarqué est bloqué au courant maximal applicable.

5.5.10 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant la fin de l'essai.

5.5.11 L'essai se termine à  $t_1 + 30$  min après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.5.8. Les différents temps écoulés sont enregistrés. La concentration en hydrogène dans l'enceinte, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs finales correspondantes  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$  pour l'essai de charge en mode défaillant, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6.

## 6. CALCULS

Les essais d'émissions d'hydrogène décrits au paragraphe 5 permettent le calcul des émissions d'hydrogène pendant les phases de charge normale et de charge en mode

défaillant. Pour chacune de ces phases, on calcule les émissions d'hydrogène, d'après les valeurs initiales et finales de la concentration en hydrogène, de la température et de la pression dans l'enceinte et d'après la valeur nette du volume de l'enceinte.

On utilise la formule suivante:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left( \frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

avec:

$M_{H_2}$  = masse d'hydrogène (g),

$C_{H_2}$  = valeur mesurée de la concentration en hydrogène dans l'enceinte en ppm volume,

$V$  = volume net de l'enceinte en m<sup>3</sup>, déduction faite du volume du véhicule avec les fenêtres et le coffre à bagages ouverts. Si le volume du véhicule n'est pas déterminé, on retranche un volume de 1,42 m<sup>3</sup>,

$V_{out}$  = volume de compensation en m<sup>3</sup>, à la température et pression de l'essai,

$T$  = température ambiante dans l'enceinte (K),

$P$  = pression absolue dans l'enceinte d'essai (kPa),

$k$  = 2,42,

sachant que:  $i$  est un indice de valeur initiale,

$f$  est un indice de valeur finale.

## 6.1 Résultats de l'essai

Les valeurs des émissions d'hydrogène, en masse, sont égales à:

$M_N$  = émission d'hydrogène, en masse (g), pour l'essai en charge normale,

$M_D$  = émission d'hydrogène, en masse (g), pour l'essai de charge en mode défaillant.

## Annexe 7 – Appendice 1

### ÉTALONNAGE DES APPAREILS POUR LES ESSAIS D'ÉMISSIONS D'HYDROGÈNE

#### 1. FRÉQUENCE ET MÉTHODES D'ÉTALONNAGE

Tout le matériel doit être étalonné avant la première utilisation et subir ensuite un étalonnage aussi souvent que nécessaire et, en tout état de cause, au cours du mois qui précède un essai en vue de l'homologation. Les méthodes d'étalonnage à utiliser sont décrites dans le présent appendice.

#### 2. ÉTALONNAGE DE L'ENCEINTE

##### 2.1 Détermination initiale du volume interne de l'enceinte

- 2.1.1 Avant une première utilisation de l'enceinte, on détermine le volume interne de celle-ci en opérant comme indiqué ci-après. On mesure avec soin les dimensions internes de l'enceinte, en tenant compte de toute irrégularité, comme par exemple des poutrelles de contreventement. On détermine le volume interne de l'enceinte d'après ces mesures.

L'enceinte est verrouillée à un volume déterminé et maintenue à une température ambiante de 293 K. Le volume nominal ainsi calculé devra être répétable à 0,5 % près.

- 2.1.2 On obtient le volume interne net en déduisant  $1,42 \text{ m}^3$  du volume interne de l'enceinte. Au lieu de déduire  $1,42 \text{ m}^3$ , on peut aussi déduire le volume du véhicule d'essai, le coffre à bagages et les fenêtres du véhicule étant ouverts.

- 2.1.3 On vérifie alors l'étanchéité de l'enceinte, en procédant comme indiqué au paragraphe 2.3. Si la valeur trouvée pour la masse d'hydrogène ne correspond pas à la masse injectée, à  $\pm 2 \%$  près, il faut agir en conséquence pour rectifier le défaut.

##### 2.2 Détermination des émissions résiduelles dans l'enceinte

Cette opération permet de déterminer si l'enceinte ne contient aucune matière susceptible d'émettre des quantités significatives d'hydrogène. On effectuera cette vérification pour la mise en service de l'enceinte, ainsi qu'après tout travail effectué dans l'enceinte pouvant entraîner des émissions résiduelles et à raison d'au moins une fois par an.

- 2.2.1 Comme indiqué au paragraphe 2.1.1, l'enceinte à volume variable peut être utilisée en configuration verrouillée ou non verrouillée. La température ambiante doit être maintenue à  $293 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  pendant la période de 4 h mentionnée ci-après.

- 2.2.2 L'enceinte peut être fermée de manière étanche et le ventilateur de mélange peut fonctionner pendant une durée allant jusqu'à 12 h avant que ne débute la période de 4 h de mesure de la concentration résiduelle.
- 2.2.3 Étalonner l'analyseur (si nécessaire), le mettre à zéro et l'étalonner à nouveau.
- 2.2.4 Purger l'enceinte jusqu'à obtenir une valeur stable pour la mesure de la concentration d'hydrogène. Mettre en marche le ventilateur de mélange si ce n'est déjà fait.
- 2.2.5 Fermer l'enceinte de manière étanche et mesurer la valeur de la concentration résiduelle en hydrogène ainsi que la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs initiales  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$ , à utiliser pour calculer les conditions résiduelles dans l'enceinte.
- 2.2.6 Laisser l'enceinte au repos avec le ventilateur de mélange en marche pendant 4 h.
- 2.2.7 Après cette période de 4 h, on utilise le même analyseur pour mesurer la concentration en hydrogène dans l'enceinte. On mesure également la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs finales  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$ .
- 2.2.8 On calcule alors la variation de la masse d'hydrogène dans l'enceinte pendant la durée de l'essai, comme indiqué au paragraphe 2.4. Cette variation ne doit pas être supérieure à 0,5 g.
- 2.3 Étalonnage de l'enceinte et essai de rétention de l'hydrogène
- L'essai d'étalonnage et de rétention de l'hydrogène dans l'enceinte permet de vérifier la valeur calculée du volume (par. 2.1) et sert aussi à mesurer un taux de fuite éventuel. Le taux de fuite de l'enceinte doit être déterminé lors de sa mise en service, après tout travail effectué dans l'enceinte et susceptible d'en affecter l'intégrité, et au moins une fois par mois. Si six essais de rétention mensuels consécutifs sont effectués sans qu'aucune action corrective n'apparaisse nécessaire, le taux de fuite de l'enceinte pourra par la suite être déterminé tous les trimestres, tant qu'aucune correction n'est requise.
- 2.3.1 Purger l'enceinte jusqu'à obtenir une concentration d'hydrogène stable. Mettre en marche le(s) ventilateur(s) de mélange, si ce n'est déjà fait. Mettre l'analyseur à zéro, l'étalonner si nécessaire.
- 2.3.2 Verrouiller l'enceinte à volume variable selon la configuration volumique nominale.
- 2.3.3 Mettre en marche le système de régulation de la température ambiante (si ce n'est déjà fait) et le régler à une température initiale de 293 K.
- 2.3.4 Lorsque la température de l'enceinte se stabilise à  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ , fermer l'enceinte de manière étanche et mesurer la concentration résiduelle, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs initiales  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$ , à utiliser pour l'étalonnage de l'enceinte.

- 2.3.5 Déverrouiller l'enceinte de la configuration volumique nominale.
- 2.3.6 Injecter dans l'enceinte environ 100 g d'hydrogène. Cette masse d'hydrogène doit être mesurée avec une justesse de  $\pm 2\%$  de la valeur mesurée.
- 2.3.7 Brasser l'atmosphère de l'enceinte pendant 5 min et mesurer alors la concentration d'hydrogène, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs finales  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$  pour l'étalonnage de l'enceinte, ainsi que les valeurs initiales  $C_{H2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$  pour l'essai de rétention.
- 2.3.8 À partir des valeurs mesurées aux paragraphes 2.3.4 et 2.3.7 et de la formule indiquée au paragraphe 2.4, calculer la masse d'hydrogène contenue dans l'enceinte. Cette valeur doit être celle de la masse d'hydrogène mesurée au paragraphe 2.3.6 à  $\pm 2\%$  près.
- 2.3.9 Brasser l'atmosphère de l'enceinte pendant un minimum de 10 h. À la fin de cette période, mesurer et enregistrer la concentration finale d'hydrogène, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs finales  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$ , pour l'essai de rétention de l'hydrogène.
- 2.3.10 Au moyen de la formule indiquée au paragraphe 2.4, calculer la masse d'hydrogène, d'après les valeurs mesurées aux paragraphes 2.3.7 et 2.3.9. Cette masse ne doit pas différer de plus de 5 % de la masse d'hydrogène obtenue au paragraphe 2.3.8.

## 2.4 Calculs

Le calcul de la valeur nette de la variation de la masse d'hydrogène contenue dans l'enceinte sert à déterminer le taux résiduel en hydrogène de l'enceinte et son taux de fuite. Les valeurs initiales et finales de la concentration d'hydrogène, de la température et de la pression barométrique sont utilisées dans la formule ci-après pour calculer la variation de la masse:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left( \frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

avec:

$M_{H_2}$  = masse d'hydrogène (g),

$C_{H_2}$  = concentration d'hydrogène dans l'enceinte, en ppm volume,

$V$  = volume de l'enceinte en  $m^3$ , tel qu'il a été mesuré au paragraphe 2.1.1,

$V_{out}$  = volume de compensation en  $m^3$ , à la température et pression de l'essai,

$T$  = température ambiante dans l'enceinte (K),

$P$  = pression absolue dans l'enceinte (kPa),

$$k = 2,42,$$

sachant que:  $i$  est un indice de valeur initiale,  
 $f$  est un indice de valeur finale.

### 3. ÉTALONNAGE DE L'ANALYSEUR D'HYDROGÈNE

Effectuer cet étalonnage en utilisant de l'hydrogène dilué dans l'air et de l'air synthétique purifié. Voir paragraphe 4.8.2 de l'annexe 7.

Dans chacune des plages de fonctionnement normalement utilisées, on effectuera un étalonnage en procédant comme indiqué ci-après:

- 3.1 On détermine la courbe d'étalonnage sur cinq points au moins dont l'espacement doit être aussi uniforme que possible. La concentration nominale du gaz d'étalonnage à la plus forte concentration doit être égale à au moins 80 % de la pleine échelle.
- 3.2 La courbe d'étalonnage est calculée par la méthode des moindres carrés. Si le polynôme résultant est d'un degré supérieur à 3, le nombre de points d'étalonnage doit au moins être égal au degré du polynôme plus 2.
- 3.3 La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de 2 % de la valeur nominale de chaque gaz d'étalonnage.
- 3.4 En utilisant les coefficients du polynôme obtenu au paragraphe 3.2, on établit un tableau donnant les valeurs vraies de la concentration en regard des valeurs indiquées, avec des intervalles au plus égaux à 1 % de la pleine échelle. On doit établir ce tableau pour chaque échelle de l'analyseur.

Ce tableau doit aussi contenir d'autres indications et notamment:

- a) date de l'étalonnage;
  - b) valeurs indiquées par le potentiomètre, à zéro et pour l'étalonnage (le cas échéant);
  - c) échelle nominale;
  - d) données de référence pour chaque gaz d'étalonnage utilisé;
  - e) valeur réelle et valeur indiquée pour chaque gaz d'étalonnage utilisé, avec les différences en pourcentage;
  - f) pression d'étalonnage de l'analyseur.
- 3.5 D'autres techniques (utilisation d'un calculateur, commutation de gamme électronique, etc.) peuvent être appliquées, s'il est démontré au service technique qu'elles offrent une justesse équivalente.

Annexe 7 – Appendice 2

## CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA FAMILLE DE VÉHICULES

## 1. PARAMÈTRES DÉFINISSANT LA FAMILLE EN TERMES D'ÉMISSIONS D'HYDROGÈNE

La famille peut être définie par des paramètres de conception de base communs à tous les véhicules appartenant à cette famille. Dans certains cas, il peut y avoir une interaction entre plusieurs paramètres. Ces effets doivent également être pris en considération pour garantir que seuls les véhicules qui présentent des caractéristiques similaires d'émissions d'hydrogène soient inclus dans une famille.

## 2. À cette fin, les types de véhicules, dont les paramètres décrits ci-dessous sont identiques, sont considérés comme possédant les mêmes caractéristiques en termes de dégagement d'hydrogène.

Batterie de traction:

- a) marque de fabrique ou de commerce de la batterie;
- b) énumération de tous les types de couples électrochimiques utilisés;
- c) nombre d'éléments d'accumulateurs;
- d) nombre de monoblocs;
- e) tension nominale de la batterie (V);
- f) énergie de la batterie (kWh);
- g) taux de recombinaison des gaz (%);
- h) type(s) de système de ventilation pour le(s) monobloc(s) ou le tiroir-batterie;
- i) type du système de refroidissement (s'il existe).

Chargeur embarqué:

- a) marque et type des différents éléments constituant le chargeur;
- b) puissance nominale de sortie (kW);
- c) tension maximale de charge (V);
- d) intensité maximale de charge (A);
- e) marque et type du module de gestion (s'il existe);
- f) diagramme de fonctionnement, de contrôle et de sécurité;
- g) caractéristiques des phases de charge.

-----