2026/1695

17.8.2026

Seuls les textes originaux de la CEE (ONU) ont un effet légal en vertu du droit public international. Le statut et la date d'entrée en vigueur du présent règlement sont à vérifier dans la dernière version du document de statut TRANS/WP.29/343 de la CEE (ONU), disponible à l'adresse suivante: https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Règlement ONU nº 100 – Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne les prescriptions particulières applicablesà la chaîne de traction électrique [2026/1695]

Comprenant tout le texte valide jusqu'à :

Série 05 d'amendements – Date d'entrée en vigueur: 26 septembre 2025

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Le texte authentique, juridiquement contraignant, est celui des documents suivants :

ECE/TRANS/WP.29/2020/109

ECE/TRANS/WP.29/2023/133

ECE/TRANS/WP.29/2021/118

ECE/TRANS/WP.29/2022/64

ECE/TRANS/WP.29/2023/119

ECE/TRANS/WP.29/2024/41

ECE/TRANS/WP.29/2024/122

ECE/TRANS/WP.29/2024/121

ECE/TRANS/WP.29/2025/41

ECE/TRANS/WP.29/2025/42

ECE/TRANS/WP.29/2025/43

TABLE DES MATIÈRES

Règlement

1. Domaine d'application

2. Définitions

3. Demande d'homologation

4. Homologation

5. Partie I : Prescriptions applicables à un véhicule en ce qui concerne les dispositions particulières applicables à la chaîne de traction électrique

6. Partie II : Prescriptions applicables à un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) en ce qui concerne sa sécurité

7. Partie III : Prescriptions en matière d'installation d'un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) homologué aux fins de l'homologation d'un véhicule

8 Modifications et extension de l'homologation du type

9. Conformité de la production

10. Sanctions pour non-conformité de la production

11. Arrêt définitif de la production

12. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type

13. Dispositions transitoires

Annexes

1 Partie 1 – Communication concernant la délivrance, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule en ce qui concerne sa sécurité électrique conformément au Règlement nº 100

1 Partie 2 – Communication concernant la délivrance, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de SRSEE en tant que composant/entité technique distincte conformément au Règlement nº 100

1 Appendice 1

1 Appendice 2

2 Exemples de marques d'homologation

3 Protection contre les contacts directs avec des pièces sous tension

4 Vérification de l'équipotentialité

5A Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur un véhicule

5B Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur les composants d'un SRSEE

6 Méthode de confirmation du bon fonctionnement du système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement

7A Méthode documentaire permettant aux autorités chargées des essais de s'assurer que le système électrique d'un véhicule satisfait aux prescriptions en matière de résistance à l'isolement après une exposition à l'eau

7B Épreuve de protection du véhicule contre les effets de l'eau

8 Détermination des émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge du SRSEE

Appendice 1 - Étalonnage des appareils pour les essais d'émissions d'hydrogène

Appendice 2 - Caractéristiques principales de la famille de véhicules

9 Procédure d'essai applicable aux SRSEE

Appendice 1 - Procédure à suivre pour effectuer un cycle standard

Appendice 2 - Procédure d'ajustement du niveau de charge

9A Essai de vibration

9B Essai de choc thermique et de cycles thermiques

9C Choc mécanique

9D Intégrité mécanique

9E Résistance au feu

Appendice 1 - Cotes et caractéristiques techniques des briques réfractaires

9F Protection contre les courts-circuits externes

9G Protection contre les surcharges

9H Protection contre les décharges excessives

9I Protection contre la surchauffe

9J Protection contre les surintensités

9K Essai de propagation thermique

Appendice 1 – Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par application rapide et localisée de chaleur depuis l'extérieur

Appendice 2 – Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par application de chaleur depuis l'intérieur

Appendice 3– Méthode de déclenchement de l'emballement thermique avec pénétration par une aiguille

Appendice 4 – Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par laser

10 Dispositions relatives à l'étiquette à apposer sur les véhicules des catégories M2/N2 et M3/N3 équipés d'une chaîne de traction électrique

1. Domaine d'application

1.1 Partie I : Prescriptions de sécurité applicables à la chaîne de traction électrique des véhicules routiers des catégories M, N et O ([1]) dont la vitesse maximale par construction dépasse 25 km/h, à l'exclusion des véhicules raccordés en permanence au réseau électrique.

Il convient toutefois de noter que les prescriptions de la partie I du présent Règlement s'appliquent aux véhicules de la catégorie O équipés de batteries rechargées par un ou plusieurs essieux électriques, notamment s'agissant des systèmes rechargeables de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) (c'est-à-dire que ces batteries sont considérées comme des SRSEE même si elles n'assurent pas la propulsion).

La partie I du présent Règlement n'énonce pas de prescriptions concernant :

a) La sécurité des véhicules routiers après un accident ;

b) Les composants et systèmes à haute tension qui ne sont pas galvaniquement reliés au rail haute tension de la chaîne de traction électrique ;

c) La connexion électrique à haute tension entre le véhicule tracteur et la ou les remorques.

1.2 Partie II : Prescriptions de sécurité applicables au SRSEE des véhicules routiers des catégories M, N et O équipés d'une chaîne de traction électrique, à l'exclusion des véhicules raccordés en permanence au réseau électrique.

La partie II du présent Règlement ne s'applique pas aux batteries dont la fonction principale est de fournir de l'énergie pour le démarrage du moteur, l'éclairage ou d'autres fonctions auxiliaires du véhicule.

Il convient toutefois de noter que les prescriptions de la partie II du présent Règlement s'appliquent aux véhicules de la catégorie O équipés de batteries rechargées par un ou plusieurs essieux électriques, notamment s'agissant des SRSEE (c'est-à-dire que ces batteries sont considérées comme des SRSEE même si elles n'assurent pas la propulsion).

1.3 Partie III : Prescriptions en matière d'installation d'un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) homologué sur les véhicules routiers des catégories M, N et O équipés d'une chaîne de traction électrique, à l'exclusion des véhicules raccordés en permanence au réseau électrique.

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 ou, pour les véhicules de la catégorie O, le mode de fonctionnement du véhicule lorsqu'il est attelé à un véhicule tracteur en mode actif de marche ;

2.2 Par «*électrolyte aqueux*», un électrolyte utilisant de l'eau comme solvant pour les composés (acides ou bases, par exemple), qui produit des ions conducteurs à la suite de sa dissociation ;

2.3 Par «*fonction de déconnexion automatique*», une fonction qui, lorsqu'elle est activée, isole électriquement les sources d'énergie électrique du véhicule du reste du circuit à haute tension de la chaîne de traction électrique ;

([1]) Selon les définitions figurant dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, par. 2 – https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions .

2.4 Par «*faisceau de câbles*», un ensemble de câbles reliés au SRSEE du côté traction de la fonction de déconnexion automatique, aux fins d'essais ;

2.5 Par «*pile*», un élément électrochimique contenu dans une enveloppe individuelle comportant une borne positive et une borne négative entre lesquelles il existe une différence de potentiel et utilisé comme dispositif rechargeable de stockage d'énergie électrique ;

2.6 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 électrique (SRSE) ;

2.7 Par «*connecteur*», un dispositif permettant d'effectuer une connexion ou une déconnexion physique entre des conducteurs électriques sous haute tension et des organes compatibles, y compris leur boîtier ;

2.8 Par «*système de raccordement pour la recharge du* système rechargeable de stockage de l'énergie électrique *(SRSEE)*», le circuit électrique utilisé pour recharger le SRSEE à partir d'une source électrique extérieure, y compris la prise de raccordement côté véhicule ;

2.9 Par «*Taux C*» de «*n C*», l'intensité constante du courant du dispositif soumis à l'essai avec laquelle il faut 1/n h pour charger ou décharger le dispositif entre un niveau de charge de 0 % et un niveau de charge de 100 % ;

2.10 Par «*contact direct*», le contact de personnes avec des composants sous haute tension ;

2.11 Par «*système de conversion pour l'alimentation électrique*», un système (une pile à combustible, par exemple) qui produit et fournit l'énergie électrique nécessaire à la traction ;

2.12 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 électrique, 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 SRSEE ;

2.13 Par «*masse électrique*», un ensemble d'éléments conducteurs reliés électriquement, dont le potentiel est pris comme référence ;

2.14 Par «*circuit électrique*», un ensemble d'éléments interconnectés conçus pour être sous tension dans des conditions de fonctionnement normales ;

2.15 Par «*barrière de protection électrique*», un élément de protection contre tout contact direct avec des composants sous haute tension ;

2.16 Par «*fuite d'électrolyte*», de l'électrolyte s'échappant du SRSEE sous forme liquide ;

2.17 Par «*convertisseur électronique*», un appareil permettant le contrôle et/ou la conversion de l'énergie électrique pour la traction ;

2.18 Par «*carter de protection*», un composant qui contient les organes internes et protège contre tout contact direct ;

2.19 Par «*explosion*», une libération soudaine d'énergie suffisante pour engendrer une onde de choc et/ou des projections susceptibles de causer des dégâts structurels et/ou physiques dans la zone située autour du dispositif soumis à l'essai ;

2.20 Par «*partie conductrice exposée*», une partie conductrice qui peut être touchée selon les dispositions correspondant au degré de protection IPXXB, qui n'est normalement pas sous tension, mais qui peut être mise sous tension en cas de défaillance de l'isolement. Il s'agit notamment des éléments protégés par un cache qui peut être enlevé sans avoir recours à des outils ;

2.21 Par «*source d'énergie électrique extérieure*», une source d'énergie électrique fournissant du courant alternatif ou du courant continu extérieure au véhicule ;

2.22 Par «*feu*», l'émission de flammes par le dispositif soumis à l'essai. Les étincelles et la formation d'arcs électriques ne sont pas considérées comme des flammes ;

2.23 Par «*électrolyte inflammable*», un électrolyte contenant des matières affectées à la classe 3 «liquide inflammable» dans les «Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, Règlement type (17e révision de juin 2011), volume I, chapitre 2.3 ([2])» ;

2.24 Par «*à haute tension*», la catégorie nominale de classement d'un composant ou circuit électrique, si sa tension de fonctionnement est > 60 V et ≤ 1 500 Vcc ou > 30 V et ≤ 1 000 Vca (valeur efficace (rms)) ;

2.25 Par «*rail haute tension*», le circuit électrique, y compris le système de raccordement pour la recharge du SRSEE qui est sous haute tension. Dans le cas des circuits électriques qui sont reliés galvaniquement entre eux et qui remplissent les conditions spécifiques de tension telles que définies au paragraphe 2.42, seuls les éléments ou parties du circuit électrique qui fonctionnent sous haute tension sont considérés comme un rail haute tension ;

2.26 Par «*contact indirect*», le contact de personnes avec des parties conductrices exposées ;

2.27 Par «*composant sous tension*», un élément conducteur conçu pour être mis sous tension en conditions d'utilisation normales ;

2.28 Par «*compartiment à bagages*», l'espace réservé aux bagages sur le véhicule, séparé de l'habitacle par la cloison avant ou la cloison arrière et délimité par le pavillon, le capot, le plancher, les parois latérales, ainsi que par la barrière et le carter de protection destinés à empêcher les occupants d'entrer en contact direct avec des composants sous haute tension de la chaîne de traction ;

2.29 Par «*constructeur*», la personne ou l'organisme responsable devant l'autorité d'homologation de tous les aspects du processus d'homologation et de la conformité de la production. Il n'est pas indispensable que cette personne ou cet organisme participe directement à toutes les étapes de la fabrication du véhicule ou du composant soumis au processus d'homologation ;

2.30 Par «*électrolyte non aqueux*», un électrolyte dont le solvant n'est pas l'eau ;

2.31 Par «*conditions normales d'utilisation*», les modes et conditions d'utilisation que l'on s'attend à constater dans le cadre de l'utilisation ordinaire du véhicule, à savoir la conduite du véhicule aux vitesses autorisées et indiquées sur les panneaux de signalisation, le stationnement ou l'arrêt dans un embouteillage, ainsi que la recharge au moyen de chargeurs compatibles avec les prises de recharge prévues sur le véhicule. Sont exclues les conditions suivantes : véhicule endommagé du fait d'un accident, d'un objet encombrant la chaussée ou d'un acte de vandalisme, véhicule incendié ou immergé dans de l'eau, ou véhicule nécessitant une réparation ou un entretien ou en cours de réparation ou d'entretien ;

2.32 Par «*système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement*», le dispositif qui surveille la résistance d'isolement entre les rails haute tension et la masse électrique ;

2.33 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 ;

2.34 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 les occupants d'entrer en contact direct avec des composants sous tension de la chaîne de traction ;

([2]) www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev17/17files_e.html.

2.35 Par «*degré de protection IPXXB*», la protection contre tout risque de contact avec des composants sous haute tension, assurée par une barrière de protection électrique ou un carter de protection et mesurée au moyen d'un doigt d'épreuve articulé (IPXXB) tel que décrit à l'annexe 3 ;

2.36 Par «*degré de protection IPXXD*», la protection contre tout risque de contact avec des composants sous haute tension, assurée par une barrière de protection électrique ou un carter de protection et mesurée au moyen d'un fil d'épreuve (IPXXD) tel que décrit à l'annexe 3 ;

2.37 Par «*système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE)*», le système de stockage de l'énergie rechargeable qui fournit l'énergie électrique pour la traction.

Une batterie dont la fonction principale est de fournir de l'énergie pour le démarrage du moteur, l'éclairage ou d'autres fonctions auxiliaires du véhicule n'est pas considérée comme un SRSEE.

Le SRSEE peut comprendre des systèmes de support physique, de régulation thermique et de commande électronique, ainsi que des carters de protection ;

2.38 Par «*sous-système du SRSEE*», tout assemblage d'éléments du SRSEE qui emmagasine de l'énergie. Un sous-système de SRSEE peut ou non comprendre l'intégralité du système de gestion du SRSEE ;

2.39 Par «*rupture*», une ou plusieurs ouverture(s) dans le carter de tout assemblage de piles fonctionnel causée(s) ou agrandie(s) par un événement accidentel, suffisamment grande(s) pour permettre le passage d'un doigt d'épreuve de 12 mm de diamètre (IPXXB) qui puisse entrer en contact avec les pièces sous tension (voir annexe 3) ;

2.40 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 SRSEE, les piles à combustible, etc. ;

2.41 Par «*isolant solide*», le revêtement isolant du faisceau de câblage destiné à recouvrir les pièces sous haute tension et à empêcher tout contact direct avec elles ;

2.42 Par «*condition spécifique de tension*», la condition selon laquelle la tension maximale d'un circuit électrique relié galvaniquement entre un composant sous tension en courant continu et tout autre composant sous tension (en courant continu ou alternatif) est inférieure ou égale à 30 V en courant alternatif (valeur efficace) et inférieure ou égale à 60 V en courant continu.

Note 1 : Lorsqu'un composant sous tension en courant continu d'un tel circuit électrique est relié à la masse et que la condition spécifique de tension s'applique, la tension maximale entre tout composant sous tension et la masse électrique est inférieure ou égale à 30 V en courant alternatif (valeur efficace) et inférieure ou égale à 60 V en courant continu ;

Note 2 : Pour les tensions continues pulsées (tensions alternatives sans changement de polarité), le seuil de courant continu doit être appliqué.

2.43 Par «*niveau de charge*», la charge électrique disponible dans le dispositif soumis à l'essai exprimée en pourcentage de sa capacité nominale ;

2.44 Par «*dispositif soumis à l'essai*», soit le SRSEE complet soit le sous-système d'un SRSEE qui est soumis aux essais prescrits par le présent Règlement ;

2.45 Par «*événement thermique*», la situation dans laquelle la température à l'intérieur du SRSEE est beaucoup plus élevée que la température maximale de fonctionnement (selon les spécifications du constructeur) ;

2.46 Par «*emballement thermique*», une augmentation incontrôlée de la température d'une pile, causée par des réactions exothermiques à l'intérieur de celle-ci ;

2.47 Par «*propagation thermique*», un enchaînement d'emballements thermiques dans un SRSEE, provoqué par l'emballement thermique d'une pile faisant partie dudit système ;

2.48 Par «*type de SRSEE*», des systèmes qui ne présentent pas entre eux de différences essentielles quant aux points suivants :

a) La marque de fabrique ou de commerce du fabricant ;

b) La chimie, la capacité et les dimensions de leurs piles-éléments ;

c) Le nombre de piles-éléments, leur mode de connexion et leur support physique ;

d) La construction, les matériaux et les dimensions du carter ; et

e) Les dispositifs auxiliaires nécessaires de support physique, de régulation thermique et de commande électronique ;

2.49 Par «*connecteur pour véhicule*», le dispositif inséré dans la prise d'alimentation du véhicule afin de fournir l'énergie électrique à ce dernier à partir d'une source électrique extérieure ;

2.50 Par «*prise du véhicule*», le dispositif prévu sur un véhicule rechargeable depuis l'extérieur dans lequel le connecteur pour véhicule est inséré aux fins du transfert d'énergie électrique à partir d'une source électrique extérieure ;

2.51 Par «*type de véhicule*», des véhicules qui ne diffèrent pas du point de vue des caractéristiques essentielles telles que :

a) L'installation de la chaîne de traction électrique et du rail haute tension reliés galvaniquement ;

b) La nature et le type de la chaîne de traction électrique et des composants à haute tension reliés galvaniquement ;

2.52 Par «*évacuation des gaz*», le relâchement de la pression interne excessive d'une pile, d'un sous-système de SRSEE ou du SRSEE, visant à éviter une rupture ou une explosion ;

2.53 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.

2.54 Par "*compartiment de chargement de la remorque*", le compartiment de la remorque défini par la carrosserie. Il est délimité par le plancher de la zone de chargement et la surface intérieure de la carrosserie et comprend l'intérieur de l'équipement de stockage (par exemple, la caisse-palette, etc.), le cas échéant ;

2.55 Par "*essieu électrique*", un essieu monté sur un véhicule de la catégorie O qui génère de l'énergie électrique ou assure la propulsion électrique.

Les batteries qui sont chargées par un ou plusieurs essieux électriques du véhicule peuvent comprendre les systèmes de support physique, de régulation thermique et de commande électronique, ainsi que des carters de protection.

2.56 Par "espace d'affichage commun", une zone où deux fonctions d'information ou plus (par exemple, un symbole) peuvent être affichées mais pas simultanément.

2.57 Par "*anodes en métal alcalin*", les électrodes négatives des piles, composées de lithium, de sodium ou de potassium, sous forme par exemple de feuilles métalliques (utilisées seules ou appliquées sur un collecteur de courant) et de métaux en insertion dans une ou plusieurs structures hôtes.

3. Demande d'homologation

3.1 Partie I : Homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne les dispositions particulières applicables à la chaîne de traction électrique

3.1.1 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.

3.1.2 Elle doit être accompagnée des pièces mentionnées ci-dessous, en trois exemplaires, et des indications suivantes :

3.1.2.1 Description détaillée du type de véhicule en ce qui concerne la chaîne de traction électrique et le rail haute tension auquel elle est reliée galvaniquement

3.1.2.2 Pour les véhicules équipés d'un SRSEE, des preuves supplémentaires du fait que le SRSEE est conforme aux prescriptions du paragraphe 6 du présent Règlement.

3.1.3 Un véhicule représentatif du type à homologuer doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation, et, selon le cas, à la discrétion du fabricant et en accord avec le service technique, soit un ou plusieurs véhicules supplémentaires, soit les parties du véhicule que le service technique juge essentielles pour le ou les essais visés au paragraphe 6 du présent Règlement.

3.2 Partie II : Homologation d'un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE)

3.2.1 La demande d'homologation d'un type de SRSEE en ce qui concerne les prescriptions de sécurité doit être présentée par le fabricant du SRSEE ou par son représentant dûment accrédité.

3.2.2 Elle doit être accompagnée des pièces mentionnées ci-dessous, en triple exemplaire, ainsi que des indications suivantes :

3.2.2.1 Description détaillée du type de système rechargeable de stockage de l'énergie électrique en ce qui concerne la sécurité dudit système.

3.2.3 Un ou plusieurs composants représentatifs du type de SRSEE à homologuer et, à la discrétion du fabricant et en accord avec le service technique, les parties du véhicule que le service technique juge essentielles pour l'essai doivent être présentés au service technique chargé des essais d'homologation.

3.3 L'autorité d'homologation vérifiera l'existence de dispositions satisfaisantes pour garantir le contrôle effectif de la conformité de la production avant que l'homologation du type ne soit accordée.

3.4 S'il est indiqué que les informations font l'objet de droits de propriété intellectuelle ou constituent un savoir-faire spécifique du constructeur ou de ses fournisseurs, le constructeur ou les fournisseurs doivent fournir les éléments d'information suffisants pour permettre d'effectuer convenablement les vérifications mentionnées dans le présent Règlement. Ces éléments d'information doivent être utilisés de façon confidentielle.

3.5 La documentation doit être fournie en deux parties :

a) Le dossier d'information officiel aux fins de l'homologation, contenant les renseignements énumérés à l'appendice 1 ou 2 de l'annexe 1, à présenter à l'autorité d'homologation ou à son service technique au moment du dépôt de la demande d'homologation de type. Ce dossier d'information doit être utilisé par l'autorité d'homologation ou son service technique comme référence de base pour la procédure d'homologation. L'autorité d'homologation ou son service technique doit faire en sorte que ce dossier d'information reste disponible pendant au moins dix ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du type de véhicule/de SRSEE considéré ;

b) Les autres éléments d'information pertinents au regard des prescriptions du présent Règlement, qui peuvent être conservés par le constructeur et doivent pouvoir faire l'objet d'une inspection au moment de l'homologation de type. Le constructeur doit faire en sorte que toute information pouvant faire l'objet d'une inspection au moment de l'homologation de type reste disponible pendant au moins dix ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du type de véhicule et/ou de SRSEE considéré.

4. Homologation

4.1 Chaque type homologué reçoit un numéro d'homologation conformément à l'annexe 4 de l'Accord de 1958 (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

4.2 La délivrance, le refus, l'extension ou le retrait d'une homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule au titre du présent Règlement est notifié aux Parties à l'Accord appliquant ledit Règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle de la partie 1 (en ce qui concerne l'homologation d'un type de véhicule conformément à la partie I ou à la partie III du présent Règlement) ou de la partie 2 (en ce qui concerne l'homologation d'un type de SRSEE conformément à la partie II du présent Règlement), selon le cas, de l'annexe 1.

4.3 Sur tout véhicule ou SRSEE conforme à un type homologué en application du présent Règlement, il est apposé de manière visible, en un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale composée :

4.3.1 D'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre «E» suivie du numéro distinctif du pays ayant délivré l'homologation ([3]) ;

4.3.2 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 4.3.1.

4.3.3 Dans le cas de l'homologation d'un SRSEE, le «R» doit être suivi du symbole «ES».

4.4 Si dans le pays qui a accordé l'homologation en application du présent Règlement le véhicule ou le SRSEE est conforme à un type 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 4.3.1 ; 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 délivré l'homologation en application du présent Règlement doivent être inscrits l'un au-dessous de l'autre à droite du symbole prescrit au paragraphe 4.3.1.

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

4.5.1 Dans le cas d'un véhicule, la marque d'homologation doit être placée sur la plaque signalétique du véhicule ou à proximité de celle-ci.

4.5.2 Dans le cas d'un SRSEE, la marque d'homologation sera apposée sur l'élément principal dudit SRSEE par le constructeur.

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

([3]) Les numéros distinctifs des Parties contractantes à l'Accord de 1958 sont reproduits à l'annexe 3 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7/Amend.3.

5. Partie I : Prescriptions applicables à un véhicule en ce qui concerne les dispositions particulières applicables à la chaîne de traction électrique

5.1.1 Protection contre le contact direct

Les composants sous tension doivent satisfaire aux dispositions des paragraphes 5.1.1.1 et 5.1.1.2 en ce qui concerne la protection contre les contacts directs. Les barrières de protection électrique, les carters de protection, les isolants solides et les connecteurs ne doivent pas pouvoir être ouverts, découplés, démontés ou retirés sans l'aide d'outils ou, pour les véhicules des catégories N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 et O_4, d'un dispositif manuel d'activation ou de désactivation ou d'un dispositif équivalent.

Cependant, les connecteurs (notamment la prise d'alimentation du véhicule) peuvent être découplés sans l'aide d'outils, pourvu qu'ils remplissent une ou plusieurs des conditions ci-dessous :

a) Ils satisfont aux dispositions des paragraphes 5.1.1.1 et 5.1.1.2 lorsqu'ils sont découplés ;

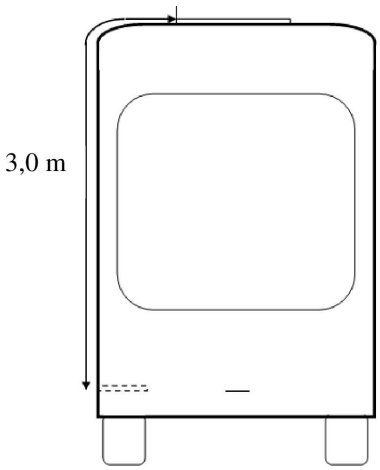
b) Ils sont munis d'un mécanisme de verrouillage (au moins deux opérations distinctes sont nécessaires pour séparer le connecteur de l'organe auquel il est raccordé). En outre, les autres éléments ne faisant pas partie du connecteur doivent pouvoir être retirés uniquement avec l'aide d'outils ou, pour les véhicules des catégories N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 et O_4, d'un dispositif manuel d'activation ou de désactivation ou d'un dispositif équivalent, si l'on veut découpler le connecteur ;

c) La tension des composants sous tension devient égale ou inférieure à 60 V en courant continu ou à 30 V en courant alternatif (valeur efficace) dans la seconde qui suit le découplage du connecteur.

Pour les véhicules des catégories N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 et O_4, les dispositifs de couplage conductif qui ne sont pas sous tension sauf pendant la charge du SRSEE sont dispensés de la présente prescription s'ils sont situés sur le toit du véhicule et hors de portée d'une personne debout à l'extérieur du véhicule et, pour les véhicules des catégories M_2 et M_3, si la longueur développée entre le marchepied du véhicule et le dispositif de recharge monté sur le toit est au minimum de 3 m. S'il y a plusieurs marches du fait de la présence d'un plancher surélevé à l'intérieur du véhicule, cette longueur est mesurée à partir de la marche la plus basse permettant d'entrer dans le véhicule, comme l'illustre la figure 1.

Figure 1

Mesure de la longueur développée



5.1.1.1 Pour les composants sous haute tension situés à l'intérieur de l'habitacle, du compartiment à bagages ou du compartiment de chargement de la remorque, il doit être satisfait au degré de protection IPXXD. ».

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

5.1.1.3 Coupe-circuit de service

Pour les coupe-circuit de service sous haute tension qui peuvent être ouverts, démontés ou retirés sans l'aide d'outils, ou, dans le cas des véhicules des catégories N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 et O_4, pour les dispositifs manuels d'activation ou de désactivation ou les dispositifs équivalents, il doit être satisfait au degré de protection IPXXB lors de l'ouverture, du démontage ou du retrait.

5.1.1.4 Marquage

5.1.1.4.1 Le symbole représenté à la figure 2 doit être présent sur ou près d'un SRSEE pouvant être mis sous haute tension. L'arrière-fond du symbole doit être jaune, le liseré et l'éclair doivent être noirs.

Cette prescription s'applique également à un SRSEE qui fait partie d'un circuit galvaniquement relié ne remplissant pas les conditions spécifiques de tension, indépendamment de la tension maximale du SRSEE.

Figure 2

Marquage de l'équipement sous haute tension



5.1.1.4.2 Le symbole doit être apposé de manière visible sur les carters et barrières de protection électrique qui, une fois retirés, donnent accès à des composants 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) Si les barrières ou carters de protection électrique ne sont pas physiquement accessibles ou ne peuvent pas être ouverts ou retirés, à moins que d'autres composants du véhicule ne soient retirés à l'aide d'outils ;

b) Si les barrières ou carters de protection électrique sont situés sous le plancher du véhicule ;

c) Pour les véhicules des catégories N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 et O_4, si les barrières ou carters de protection électrique de dispositifs de couplage conductif satisfont aux conditions prescrites au paragraphe 5.1.1.

5.1.1.4.3 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 électrique conducteurs, doivent être reliés galvaniquement de manière fiable à la masse électrique soit par liaison avec un câble électrique ou un câble de masse, soit par soudage ou par vissage, 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 A, doit être inférieure à 0,1 Ω.

La résistance entre deux éléments conducteurs exposés simultanément accessibles de barrières de protection électrique qui sont à moins de 2,5 m l'un de l'autre ne doit pas dépasser 0,2 Ω. Cette résistance peut également être calculée à partir des valeurs de résistance des éléments pertinents du circuit électrique mesurées séparément.

On considère qu'il est satisfait à cette prescription si la liaison galvanique a été effectuée par soudage. En cas de doute, ou si la liaison a été établie par d'autres moyens qu'une soudure, des mesures doivent être effectuées conformément à l'une des procédures d'essai décrites à l'annexe 4.

5.1.2.3 Dans le cas des véhicules conçus pour être raccordés à une source d'énergie électrique extérieure mise à la terre par l'intermédiaire d'un couplage conductif entre la prise du véhicule et le connecteur pour véhicule, un dispositif permettant d'établir la liaison galvanique entre la masse électrique du véhicule et la prise de terre de la source extérieure d'énergie électrique 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 ainsi jusqu'à ce que la tension de la source extérieure cesse d'être appliquée.

La conformité à cette prescription peut être prouvée soit au moyen du connecteur spécifié par le constructeur du véhicule, soit par inspection visuelle, soit à l'aide de schémas.

Les prescriptions ci-dessus s'appliquent uniquement aux véhicules qui sont chargés à partir d'une borne fixe, au moyen d'un câble de longueur déterminée, par l'intermédiaire d'un dispositif de raccordement consistant en un connecteur pour véhicule fiché dans la prise d'alimentation du véhicule.

5.1.3 Résistance d'isolement

Le présent paragraphe ne s'applique pas aux circuits électriques qui sont reliés galvaniquement entre eux, lorsque la partie sous courant continu de ces circuits est reliée à la masse électrique et que la condition spécifique de tension est remplie.

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

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

La mesure doit être effectuée conformément conformément aux dispositions de l'annexe 5A (Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur véhicule).

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 Ω/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 entre le rail haute tension et la masse électrique doit avoir une valeur minimale de 100 Ω/V de tension de fonctionnement :

a) Au moins deux couches d'isolants solides, de barrières ou de carters de protection électrique 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 méthodes.

La mesure doit être effectuée conformément aux dispositions de l'annexe 5A (Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur véhicule).

5.1.3.3 Véhicules à pile à combustible

Dans le cas des véhicules à pile à combustible, les rails haute tension à courant continu doivent être pourvus d'un 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 (100 Ω/V). Le bon fonctionnement de ce système doit être confirmé comme indiqué à l'annexe 6.

La résistance d'isolement entre le rail haute tension du système de raccordement pour la charge du SRSEE – qui n'est pas sous tension sauf pendant la charge dudit SRSEE – et la masse électrique n'a pas à être surveillée.

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

Dans le cas du dispositif de couplage conductif du véhicule conçu pour être relié par conduction à la source de courant électrique alternatif extérieure mise à la terre et le circuit électrique qui est relié galvaniquement au dispositif de couplage conductif du véhicule lors de la recharge du SRSEE, la résistance d'isolement entre le rail haute tension et la masse électrique doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.1.3.1 lorsque le couplage conductif est déconnecté et que la résistance d'isolement est mesurée sur les éléments sous haute tension (contacts) du dispositif de couplage conductif du véhicule. Au cours de la mesure, le SRSEE peut être déconnecté.

5.1.4 Protection contre les effets de l'eau

Les véhicules doivent conserver leur résistance d'isolement après une exposition à l'eau (lors d'un lavage ou du passage de la voiture dans une flaque d'eau, par exemple). Le présent paragraphe ne s'applique pas aux circuits électriques qui sont reliés galvaniquement entre eux, lorsque la partie en courant continu de ces circuits est reliée à la masse électrique et que les conditions spécifiques de tension sont remplies.

5.1.4.1 Le constructeur du véhicule peut se conformer au choix aux prescriptions du paragraphe 5.1.4.2, à celles du paragraphe 5.1.4.3 ou à celles du paragraphe 5.1.4.4.

5.1.4.2 Le constructeur du véhicule doit fournir à l'autorité d'homologation de type ou au service technique, selon le cas, des pièces justificatives ou des documents attestant que les composants électriques situés en dehors de l'habitable ou fixés à l'extérieur du véhicule restent sûrs et satisfont aux prescriptions énoncées à l'annexe 7A après une exposition à l'eau. Si les pièces justificatives ou les documents fournis ne donnent pas satisfaction, l'autorité d'homologation de type ou le service technique chargé des essais, selon le cas, demandera au constructeur de réaliser un essai physique sur un composant, conformément aux prescriptions de l'annexe 7A.

5.1.4.3 Si les procédures d'essais spécifiées à l'Annexe 7B sont exécutées, après chaque exposition et tant que le véhicule est encore mouillé, le véhicule doit satisfaire aux prescriptions de l'essai de résistance d'isolement présenté en Annexe 5A et les prescriptions sur la résistance d'isolement du paragraphe 5.1.3 doivent être satisfaites. En outre, après une pause de 24 heures, l'essai de résistance d'isolement décrit à l'Annexe 5A doit être à nouveau exécuté et les prescriptions sur la résistance d'isolement du paragraphe 5.1.3 doivent être satisfaites.

5.1.4.4 Si le véhicule est équipé d'un système de surveillance de la résistance d'isolement et si la résistance d'isolement mesurée est inférieure aux valeurs prescrites au paragraphe 5.1.3, le conducteur doit en être averti. Le bon fonctionnement du système embarqué de surveillance de la résistance d'isolement doit être confirmé comme prescrit à l'annexe 6.

5.2 Système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE)

5.2.1 Le SRSEE, y compris les éléments, les systèmes et la structure du véhicule qui y sont liés, le cas échéant, doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 6 du présent Règlement.

5.2.2 Prescriptions concernant l'installation d'un SRSEE

5.2.2.1 Le type de SRSEE doit être pleinement compatible avec la conception du ou des types de véhicules.

5.2.2.2 Les fumées causées par la propagation thermique ne doivent pas s'échapper dans l'habitacle. Le respect de cette prescription doit être vérifié dans le cadre de l'examen de la conception de la stratégie d'évacuation des gaz prévue pour le SRSEE et son installation.

5.2.2.3 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.

5.2.3 Avertissement en cas de défaillance du SRSEE

Le véhicule doit émettre un signal d'avertissement à l'intention du conducteur lorsqu'il est en mode actif de marche et qu'il se produit le type de défaillance décrit aux paragraphes 6.13 à 6.15.

Dans le cas d'un signal d'avertissement visuel, le témoin doit émettre suffisamment de lumière pour être vu par le conducteur aussi bien en conduite de jour qu'en conduite de nuit, une fois que ce dernier s'est adapté aux conditions d'éclairage ambiantes.

Le même témoin doit être activé, à titre de vérification du bon fonctionnement, lorsqu'on met le système de propulsion en position de contact ou bien lorsqu'on le met à une position intermédiaire entre le contact et le démarrage prévue par le constructeur comme position de vérification. Cette prescription ne s'applique toutefois pas au témoin ou au message affiché dans un espace d'affichage commun.

Nonobstant les dispositions ci-dessus, les remorques des véhicules de la catégorie O doivent émettre un signal d'avertissement visuel ou acoustique à l'intention du conducteur du véhicule tracteur s'il se produit le type de défaillance décrit aux paragraphes 6.13 à 6.15.

Les remorques des véhicules des catégories O_3 et O_4 peuvent émettre, à l'intention du véhicule tracteur, un signal lui enjoignant d'émettre un signal d'avertissement visuel conforme aux prescriptions du présent paragraphe ou un signal d'avertissement acoustique (par exemple, transmission par bus CAN, conformément à la norme ISO 11992-2) s'il se produit le type de défaillance décrit aux paragraphes 6.13 à 6.15.

5.2.4 Avertissement de faible niveau de charge du SRSEE

Pour les véhicules électriques purs (c'est à dire sur lesquels les convertisseurs d'énergie utilisés pour la chaîne de traction sont exclusivement des machines électriques et les systèmes de stockage de l'énergie de propulsion sont exclusivement des systèmes rechargeables de stockage de l'énergie électrique), le conducteur doit être averti du faible niveau de charge du SRSEE. Il appartient au constructeur de déterminer, sur la base de ses compétences techniques, quel niveau d'énergie du SRSEE doit déclencher le premier signal d'avertissement du conducteur.

Dans le cas d'un signal d'avertissement visuel, le témoin doit émettre suffisamment de lumière pour être vu par le conducteur aussi bien en conduite de jour qu'en conduite de nuit, une fois que ce dernier s'est adapté aux conditions d'éclairage ambiantes.

Ce signal d'avertissement n'est pas requis pour les véhicules de la catégorie O.

5.3 Protection contre les déplacements accidentels ou involontaires du véhicule

5.3.1 Un signal au moins temporaire doit être émis à l'intention du conducteur chaque fois que le véhicule passe en "mode actif de marche" à la suite de l'activation manuelle du système de propulsion.

Cette disposition est toutefois facultative dans les cas où un moteur à combustion interne fournit directement ou indirectement la puissance de traction du véhicule au démarrage et pour les véhicules de la catégorie O.

Pour s'assurer que le véhicule de la catégorie O ne puisse passer librement en mode de marche, il convient de veiller à ce que son système de propulsion ne soit activé que lorsque la remorque est attelée à un véhicule tracteur et lorsqu'un signal ou une commande est envoyé(e) au système de propulsion de la remorque.

5.3.2 Lorsqu'il quitte le véhicule, le conducteur doit être informé par un signal (optique ou acoustique, par exemple) si le véhicule est encore sur le mode actif de marche. En outre, dans le cas des véhicules des catégories M_2 et M_3 ayant une capacité de plus de 22 voyageurs outre le conducteur, ce signal doit déjà être émis dès que le conducteur quitte son siège.

Cette disposition est toutefois facultative si un moteur à combustion interne fournit directement ou indirectement la puissance de traction du véhicule lorsque le conducteur quitte le véhicule ou son siège, et pour les véhicules de la catégorie O. ».

5.3.3 Si le SRSEE du véhicule peut être rechargé depuis l'extérieur, tout déplacement du véhicule sous l'action de son propre système de traction doit être impossible tant que le connecteur pour véhicule est physiquement raccordé à la prise d'alimentation du véhicule.

La conformité à cette prescription doit être prouvée au moyen du connecteur pour véhicule spécifié par le constructeur.

Dans le cas des véhicules de la catégorie O, le frein de stationnement de la remorque doit s'activer automatiquement lorsque le connecteur de la remorque est physiquement raccordé à la prise d'alimentation de la remorque et le rester jusqu'au débranchement.

Les prescriptions ci-dessus s'appliquent uniquement aux véhicules qui sont chargés à partir d'une borne fixe, au moyen d'un câble de longueur déterminée, par l'intermédiaire d'un dispositif de raccordement consistant en un connecteur pour véhicule fiché dans la prise d'alimentation du véhicule.

5.3.4 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. Si le SRSEE a été homologué en vertu de la partie II du présent Règlement et installé conformément au paragraphe 5.2.1.1, l'homologation du véhicule peut se faire sans cet essai.

5.4.2 L'essai doit être conduit selon la méthode décrite à l'annexe 8 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 8, les émissions d'hydrogène doivent être inférieures à 125 g pour une durée de 5 h ou inférieures à 25 x t_2 g pour une durée de t_2 (en heures).

5.4.4 Lors d'une recharge effectuée avec un chargeur présentant une défaillance (dans les conditions prévues à l'annexe 8), les émissions d'hydrogène produites par la batterie de traction doivent être inférieures à 42 g. De plus, le chargeur doit être conçu pour limiter la durée de cette défaillance possible à 30 min.

5.4.5 Toutes les opérations liées à la recharge du SRSEE 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 d'une façon permanente. Il est entendu par défaillance importante une défaillance de nature à causer un fonctionnement défectueux du chargeur 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 8, appendice 2.

5.5 Identification des véhicules électriques

5.5.1 Une étiquette conforme aux prescriptions de l'annexe 10 doit être apposée sur les véhicules des catégories M_2/N_2 et M_3/N_3 équipés d'une chaîne de traction électrique à haute tension.

5.5.1.1 La condition prescrite au paragraphe 5.5.1 est considérée comme satisfaite si les prescriptions du paragraphe 7.1.7 du Règlement ONU n° 134 sont satisfaites.

5.5.2 Pour les véhicules électriques hybrides fonctionnant au diesel ou à l'essence, la chaîne de traction à haute tension est considérée comme la source d'énergie première du véhicule, quelle que soit la capacité du SRSEE.

5.5.3 Ces étiquettes doivent être placées à l'avant du véhicule, ainsi que sur les côtés gauche et droit de celui-ci ; les étiquettes placées sur les côtés devraient l'être à proximité d'une porte avant, s'il y en a une. En l'absence de porte avant, l'étiquette doit être placée sur le premier tiers de la longueur du véhicule.

En outre, pour les véhicules des catégories M_2 et M_3, une étiquette doit être apposée à l'arrière du véhicule.

6. Partie II : Prescriptions applicables à un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) en ce qui concerne sa sécurité

6.1 Prescription générale

Les procédures prescrites à l'annexe 9 du présent Règlement s'appliquent.

6.2 Vibrations

6.2.1 L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9A du présent Règlement.

6.2.2 Critère d'acceptation

6.2.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit être observé aucun des effets suivants :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.2.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.3 Chocs et cycles thermiques

6.3.1 Cet essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9B du présent Règlement.

6.3.2 Critère d'acceptation

6.3.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit être observé aucun des effets suivants :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.3.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.4 Impacts mécaniques

6.4.1 Choc mécanique

Au choix du constructeur, l'essai peut prendre l'une des formes suivantes :

a) Essai sur un véhicule conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.1.1 du présent Règlement ; ou

b) Essai sur un composant conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.1.2 du présent Règlement ; ou

c) Toute combinaison de a) et b) ci-dessus, pour différentes directions de déplacement du véhicule.

6.4.1.1 Essai sur un véhicule

Le respect des prescriptions en matière de critère d'acceptation énoncées au paragraphe 6.4.1.3 ci-après peut être démontré par le(s) SRSEE installé(s) dans des véhicules qui ont été soumis à des essais de choc conformément au Règlement ONU n° 94 (annexe 3) ou au Règlement ONU n° 137 (série 02 d'amendements ou ultérieurs) en ce qui concerne le choc avant, et au Règlement ONU n° 95 (annexe 4) en ce qui concerne le choc latéral. La température ambiante et le niveau de charge doivent être conformes au Règlement concerné. Cette condition est considérée comme remplie si le véhicule équipé d'une chaîne de traction électrique fonctionnant sous haute tension est homologué conformément au Règlement ONU n° 94 (série 04 d'amendements ou ultérieure) ou au Règlement ONU n° 137 (série 02 d'amendements ou ultérieurs) en ce qui concerne le choc avant et au Règlement ONU n° 95 (série 05 d'amendements ou ultérieure) en ce qui concerne le choc latéral.

L'homologation d'un SRSEE soumis à l'essai en vertu du présent paragraphe doit se limiter au type de véhicule donné.

6.4.1.2 Essai sur un composant

L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9C du présent Règlement.

6.4.1.3 Critères d'acceptation

Au cours de l'essai, il ne doit être observé aucun des effets suivants :

a) Feu ;

b) Explosion ;

c1) Fuite d'électrolyte au cas où l'essai s'effectue conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.1.1 :

i) Cas d'un SRSEE à électrolyte aqueux :

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte du SRSEE vers l'intérieur de l'habitacle et il ne doit pas se produire de fuite d'électrolyte du SRSEE vers l'extérieur de l'habitacle supérieure à 5,0 l et à 7 % en volume de la contenance en électrolyte du SRSEE. On peut mesurer la quantité d'électrolyte écoulée, une fois celui-ci recueilli, en employant les méthodes classiques de détermination des volumes de liquide. Dans le cas d'un récipient contenant du solvant Stoddard, un liquide de refroidissement coloré et l'électrolyte, on peut isoler les fluides en fonction de leur masse volumique avant de les mesurer ;

ii) Cas d'un SRSEE à électrolyte non aqueux :

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte liquide du SRSEE ni vers l'habitacle ou le compartiment à bagages ni à l'extérieur du véhicule. La recherche d'une fuite éventuelle doit s'effectuer par inspection visuelle, sans démonter aucune partie du véhicule ;

c2) Fuite d'électrolyte au cas où l'essai s'effectue conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.1.2 :

Après l'essai effectué sur un véhicule (par. 6.4.1.1), le SRSEE doit rester fixé au véhicule par au moins un ancrage, un support ou une structure transférant les charges subies à la structure du véhicule, et un SRSEE installé à l'extérieur de l'habitacle ne doit pas pénétrer dans ce dernier.

Après l'essai effectué sur un composant (par. 6.4.1.2), le dispositif soumis à l'essai doit être retenu par son montage et ses éléments ne doivent pas s'en détacher.

Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V pour l'ensemble du SRSEE lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5A ou à l'annexe 5B du présent Règlement, sinon l'indice de protection IPXXB doit être appliqué pour le dispositif soumis à l'essai.

Dans le cas d'un SRSEE soumis à l'essai en vertu des dispositions du paragraphe 6.4.1.2, la recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.4.2 Intégrité mécanique

Cet essai ne s'applique qu'à un SRSEE destiné à être installé dans des véhicules des catégories M_1 et N_1.

Au choix du constructeur, l'essai peut prendre l'une des formes suivantes :

a) Essai sur un véhicule conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.2.1 du présent Règlement ; ou

b) Essai sur un composant conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.2.2 du présent Règlement.

6.4.2.1 Essai spécifique à un véhicule

Au choix du constructeur, l'essai peut prendre l'une des formes suivantes :

a) Un essai dynamique effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.2.1.1 du présent Règlement ; ou

b) Un essai effectué sur un composant spécifique à un véhicule conformément aux prescriptions du paragraphe 6.4.2.1.2 du présent Règlement ; ou

c) Toute combinaison de a) et b) ci-dessus, pour différentes directions de déplacement du véhicule.

Lorsque le SRSEE est monté dans un emplacement situé entre une ligne allant du bord arrière du véhicule perpendiculairement à l'axe du véhicule et à une distance de 300 mm en avant et parallèle à cet axe, le constructeur doit apporter au service technique la preuve de l'intégrité mécanique du SRSEE.

L'homologation d'un SRSEE soumis à l'essai en vertu du présent paragraphe n'est valable que pour un type de véhicule donné.

6.4.2.1.1 Essai dynamique sur un véhicule

Le respect des prescriptions en matière de critère d'acceptation énoncées au paragraphe 6.4.2.3 ci-après peut être démontré par le(s) SRSEE installé(s) dans des véhicules qui ont été soumis à des essais de choc conformément au Règlement ONU n° 94 (annexe 3) ou au Règlement ONU n° 137 (série 02 d'amendements ou ultérieurs) en ce qui concerne le choc avant, et au Règlement n° 95 (annexe 4) en ce qui concerne le choc latéral. La température ambiante et le niveau de charge doivent être conformes au Règlement concerné. Cette condition est considérée comme remplie si le véhicule équipé d'une chaîne de traction électrique fonctionnant sous haute tension est homologué conformément au Règlement ONU n° 94 (série 04 d'amendements ou ultérieure) ou au Règlement ONU n° 137 (série 02 d'amendements ou ultérieurs) en ce qui concerne le choc avant, et au Règlement ONU n° 95 (série 05 d'amendements ou ultérieure) en ce qui concerne le choc latéral.

6.4.2.1.2 Essai sur un composant spécifique à un véhicule

L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9D du présent Règlement.

La force d'écrasement spécifiée au paragraphe 3.2.1 de l'annexe 9D peut être remplacée par la valeur déclarée par le constructeur du véhicule sur la base des résultats d'un essai de choc réel ou simulé comme indiqué à l'annexe 3 du Règlement ONU nº 94 ou du Règlement ONU nº 137 dans le sens de la marche et conformément aux prescriptions de l'annexe 4 du Règlement ONU nº 95 dans la direction horizontalement perpendiculaire au sens de la marche. Ces forces doivent être approuvées par le service technique.

En accord avec le service technique, le constructeur peut appliquer des valeurs de force déduites des résultats obtenus avec des procédures d'essai de choc différentes, pour autant que ces forces soient égales ou supérieures à celles qui auraient été déterminées à partir des données obtenues conformément aux Règlements mentionnés ci-dessus.

Le constructeur peut définir les parties de la structure du véhicule qui assurent la protection mécanique des éléments du SRSEE. Pour l'essai, il faut que le SRSEE soit monté sur cette structure d'une manière qui corresponde à son montage sur le véhicule.

6.4.2.2 Essai sur un composant

L'essai doit être exécuté conformément à l'annexe 9D du présent Règlement.

Un SRSEE homologué en vertu des dispositions du présent paragraphe doit être monté dans un emplacement situé entre les deux plans suivants : a) un plan vertical perpendiculaire à l'axe médian du véhicule situé à 420 mm vers l'arrière du point avant extrême de la carrosserie du véhicule ; et b) un plan vertical perpendiculaire à l'axe médian du véhicule situé à 300 mm vers l'avant du point arrière extrême de la carrosserie du véhicule.

Les restrictions quant à la position de montage sont indiquées à l'appendice 2 de l'annexe 1.

La force d'écrasement spécifiée au paragraphe 3.2.1 de l'annexe 9D peut être remplacée par la valeur déclarée par le constructeur, la force d'écrasement étant indiquée à l'appendice 2 de l'annexe 1 comme une restriction de montage. Dans ce cas, le constructeur du véhicule qui utilise un tel SRSEE doit démontrer, au cours du processus d'homologation pour la partie I du présent Règlement, que la force appliquée au SRSEE ne dépasse pas celle qui a été déclarée par le constructeur du SRSEE. Cette force doit être déterminée par le constructeur du véhicule sur la base des résultats d'un essai de choc réel ou simulé comme indiqué à l'annexe 3 du Règlement ONU nº 94 ou du Règlement ONU nº 137 dans le sens de la marche et conformément aux prescriptions de l'annexe 4 du Règlement nº 95 dans la direction horizontalement perpendiculaire au sens de la marche. Le constructeur et le service technique doivent s'accorder sur ces forces.

En accord avec le service technique, le constructeur peut appliquer des valeurs de force déduites des résultats obtenus avec des procédures d'essai de choc différentes, pour autant que ces forces soient égales ou supérieures à celles qui auraient été déterminées à partir des données obtenues conformément aux Règlements mentionnés ci-dessus.

6.4.2.3 Critères d'acceptation

Au cours de l'essai, il ne doit être observé aucun des effets suivants :

a) Feu ;

b) Explosion ;

c1) Fuite d'électrolyte au cas où l'essai s'effectue conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.2.1.1 :

i) Cas d'un SRSEE à électrolyte aqueux :

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte du SRSEE vers l'intérieur de l'habitacle, et il ne doit pas se produire vers l'extérieur de l'habitacle de fuite d'électrolyte du SRSEE supérieure à 5,0 l et à 7 % en volume de la contenance en électrolyte du SRSEE. On peut mesurer la quantité d'électrolyte écoulée, une fois celui-ci recueilli, en employant les méthodes classiques de détermination des volumes de liquide. Dans le cas d'un récipient contenant du solvant Stoddard, un liquide de refroidissement coloré et l'électrolyte, on peut isoler les fluides en fonction de leur masse volumique avant de les mesurer.

ii) Cas d'un SRSEE à électrolyte non aqueux :

Au cours des 60 min qui suivent le choc, il ne doit se produire aucune fuite d'électrolyte liquide du SRSEE ni vers l'habitacle ou le compartiment à bagages ni à l'extérieur du véhicule. La recherche d'une fuite éventuelle doit s'effectuer par inspection visuelle, sans démonter aucune partie du véhicule.

c2) Fuite d'électrolyte au cas où l'essai s'effectue conformément aux dispositions du paragraphe 6.4.2.1.2 ou du paragraphe 6.4.2.2.

Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V pour l'ensemble du SRSEE lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5A ou à l'annexe 5B du présent Règlement, sinon l'indice de protection IPXXB doit être appliqué pour le dispositif soumis à l'essai.

Dans le cas d'un SRSEE soumis à l'essai en vertu des dispositions du paragraphe 6.4.2.2, la recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.5 Résistance au feu

Cet essai est exigé dans le cas des SRSEE qui contiennent des électrolytes inflammables.

Cet essai n'est pas nécessaire lorsque le SRSEE installé dans le véhicule est monté de telle sorte que la surface inférieure du carter du SRSEE soit à plus de 1,5 m au-dessus du sol. À la demande du constructeur, cet essai peut être exécuté lorsque la surface inférieure du SRSEE se trouve à plus de 1,5 m au-dessus du sol. L'essai s'effectue sur un seul échantillon.

Au choix du constructeur, l'essai peut prendre l'une des formes suivantes :

a) Un essai sur le véhicule effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 6.5.1 du présent Règlement ; ou

b) Un essai sur un composant effectué conformément aux prescriptions du paragraphe 6.5.2 du présent Règlement.

6.5.1 Essai sur un véhicule

L'essai doit être réalisé conformément au paragraphe 3.2.1 de l'annexe 9E du présent Règlement.

L'homologation d'un SRSEE soumis à l'essai en vertu du présent paragraphe n'est valable que pour un type de véhicule donné.

6.5.2 Essai sur un composant

L'essai doit être réalisé conformément au paragraphe 3.2.2 de l'annexe 9E du présent Règlement.

6.5.3 Critère d'acceptation

6.5.3.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe d'explosion dans le dispositif soumis à l'essai.

6.6 Protection contre les courts-circuits externes

6.6.1 L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9F du présent Règlement.

6.6.2 Critère d'acceptation

6.6.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe de :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.6.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.7 Protection contre une surcharge

6.7.1 L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9G du présent Règlement.

6.7.2 Critère d'acceptation

6.7.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe de :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.7.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.8 Protection contre les décharges excessives

6.8.1 L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9H du présent Règlement.

6.8.2 Critère d'acceptation

6.8.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe de :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.8.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.9 Protection contre la surchauffe

6.9.1 L'essai doit être réalisé conformément à l'annexe 9I du présent Règlement.

6.9.2 Critère d'acceptation

6.9.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe de :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.9.2.2 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.10 Protection contre les surintensités

Cet essai est exigé dans le cas des SRSEE destinés aux véhicules des catégories M_1 et N_1 pouvant être chargés au moyen d'une source extérieure de courant continu.

6.10.1 L'essai doit être réalisé conformément aux dispositions de l'annexe 9J du présent Règlement.

6.10.2 Critères d'acceptation

6.10.2.1 Au cours de l'essai, il ne doit y avoir aucun signe de :

a) Fuite d'électrolyte ;

b) Rupture (seulement dans le cas des SRSEE à haute tension) ;

c) Évacuation de gaz (dans le cas d'un SRSEE autre qu'une batterie de traction du type non étanche) ;

d) Feu ;

e) Explosion.

La recherche d'une fuite éventuelle d'électrolyte s'effectue par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai. Au besoin, une méthode appropriée doit être employée pour détecter une fuite d'électrolyte du SRSEE résultant de l'essai. La recherche d'une éventuelle évacuation de gaz doit s'effectuer par inspection visuelle également, sans démonter aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.10.2.2 La fonction de protection contre les surintensités doit mettre fin à la recharge, ou la température mesurée sur l'enveloppe du SRSEE doit être stabilisée de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C au cours des 2 h suivant l'atteinte du niveau maximal de charge.

6.10.2.3 Dans le cas d'un SRSEE à haute tension, la résistance d'isolement doit être d'au moins 100 Ω/V lorsqu'elle est mesurée après l'essai conformément à l'annexe 5B du présent Règlement.

6.11 Protection contre les basses températures

Le fabricant du SRSEE, à la demande du service technique, doit mettre à disposition, selon qu'il convient, les documents ci-après renseignant sur les fonctions de sécurité prévues à l'échelle du SRSEE ou de ses sous-systèmes, afin de démontrer que le SRSEE surveille et gère convenablement son propre fonctionnement aux basses températures, dans les limites qu'impose la sécurité :

a) Un schéma du système visé ;

b) Une explication (par écrit) relative à la température limite aux fins de la sécurité de fonctionnement du SRSEE ;

c) Le descriptif de la méthode employée pour mesurer la température du SRSEE ;

d) Le descriptif des mesures prises lorsque la température du SRSEE est égale ou inférieure à la température limite prévue aux fins de la sécurité de son fonctionnement.

6.12 Gestion des gaz émis par le SRSEE

6.12.1 Dans le cadre de l'utilisation du véhicule, y compris en cas de défaillance, les occupants du véhicule ne doivent pas être exposés à un environnement dangereux du fait de l'émission de gaz par le SRSEE.

6.12.2 Les batteries de traction du type non étanche doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 5.4 du présent Règlement en ce qui concerne les émissions d'hydrogène.

6.12.3 Dans le cas des SRSEE autres que les batteries de traction du type non étanche, la prescription du paragraphe 6.12.1 est réputée satisfaite si toutes les prescriptions applicables des essais visés aux paragraphes suivants sont respectées : paragraphe 6.2 (vibrations), paragraphe 6.3 (chocs et cycles thermiques), paragraphe 6.6 (protection contre les courts-circuits externes), paragraphe 6.7 (protection contre les surcharges), paragraphe 6.8 (protection contre les décharges excessives), paragraphe 6.9 (protection contre les surchauffes), paragraphe 6.10 (protection contre les surintensités) et paragraphe 6.15 (propagation thermique).

6.13 Avertissement en cas de défaillance des composants qui gèrent le fonctionnement du SRSEE en toute sécurité

Le SRSEE ou le système du véhicule doit émettre un signal pour activer l'avertissement spécifié au paragraphe 5.2.3 en cas de défaillance des éléments du véhicule qui gèrent le fonctionnement du SRSEE en toute sécurité (par exemple, les échanges de signaux avec le système de gestion du SRSEE, les capteurs au sein du SRSEE, etc.). Le fabricant du SRSEE ou le constructeur du véhicule, à la demande du service technique, doit mettre à disposition, selon qu'il convient, les documents ci-après renseignant sur les fonctions de sécurité prévues à l'échelle du SRSEE ou de ses sous-systèmes :

6.13.1 Un schéma montrant tous les composants gérant les fonctions du SRSEE. Ce schéma doit indiquer les composants utilisés pour émettre un avertissement dans le cas où le système de gestion du SRSEE ne parvient pas à exécuter une ou plusieurs opérations de base ;

6.13.2 Une description (par écrit) du fonctionnement des composants gérant les fonctions du SRSEE. Cette description doit détailler les différents éléments du système de gestion avec leurs fonctions respectives, ainsi que les conditions entraînant l'émission du signal d'avertissement et le diagramme logique correspondant.

6.14 Avertissement en cas d'événement thermique à l'intérieur du SRSEE

Le SRSEE ou le système du véhicule doit émettre un signal pour activer l'avertissement spécifié au paragraphe 5.2.3 lorsqu'il se produit un événement thermique à l'intérieur du SRSEE (selon les spécifications du constructeur). Le fabricant du SRSEE ou le constructeur du véhicule, à la demande du service technique, doit mettre à disposition, selon qu'il convient, certains éléments renseignant sur les fonctions de sécurité prévues à l'échelle du SRSEE du véhicule ou de ses sous-systèmes, à savoir :

6.14.1 Les paramètres et seuils correspondants utilisés pour signaler un événement thermique (température, cadence d'augmentation de la température, niveau de charge, baisse de tension, courant électrique, etc.) et déclencher un signal d'avertissement.

6.14.2 Un schéma et une description (par écrit) des capteurs et du fonctionnement des composants intervenant dans la gestion du SRSEE en cas d'événement thermique.

6.15 Propagation thermique

Lorsqu'un SRSEE contient un électrolyte inflammable ou des anodes en métal alcalin, les occupants du véhicule ne doivent pas être exposés à un environnement dangereux du fait d'une propagation thermique déclenchée par un court-circuit interne entraînant l'emballement thermique d'une pile. Pour cela, il doit être satisfait aux prescriptions des paragraphes 6.15.1 et 6.15.2 conformément à la procédure de vérification décrite au paragraphe 6.15.3.

Les prescriptions du présent paragraphe ne s'appliquent pas aux SRSEE qui sont seulement installés sur des véhicules de la catégorie O ni aux batteries des véhicules de la catégorie O réservées à la récupération.

6.15.1 Le SRSEE ou le système du véhicule doit émettre un signal activant l'avertissement spécifié au paragraphe 5.2.3 en cas de propagation thermique causée par un court-circuit interne ayant entraîné l'emballement thermique d'une pile, de sorte que les occupants aient le temps de sortir du véhicule.

Cette prescription est réputée satisfaite si l'une des conditions ci-dessous est remplie :

a) Aucune situation dangereuse, telle que définie par les critères de réussite et d'échec énoncés au paragraphe 6.15.3.4, ne survient dans les 5 minutes suivant le signal d'avertissement ;

b) L'emballement thermique d'une pile n'entraîne pas de propagation thermique dans le SRSEE pendant les 2 heures qui suivent son déclenchement ; ou

c) L'emballement thermique de la pile ne peut être déclenché, ce qui est confirmé par la répétition de la même procédure d'essai (c'est-à-dire même méthode de déclenchement et même niveau d'essai) ou par un essai mené sur une pile.

Dans le cas des conditions visées aux alinéas b) ou c), le signal d'avertissement spécifié au paragraphe 6.15.1 n'est pas obligatoire.

6.15.1.1 Le fabricant du SRSEE ou le constructeur du véhicule doit mettre à disposition les éléments suivants :

a) Les paramètres (température, tension ou courant électrique, par exemple) en fonction desquels le signal d'avertissement est émis ;

b) La description du système d'avertissement.

6.15.2 Le SRSEE ou le système du véhicule doit posséder, à l'échelle de la pile, du SRSEE ou du véhicule, des fonctions ou des caractéristiques conçues pour protéger les occupants (comme indiqué au paragraphe 6.15) en cas de propagation thermique causée par un court-circuit interne ayant entraîné l'emballement thermique d'une pile.

6.15.3 Procédure de vérification du respect des normes de sécurité en matière de propagation thermique

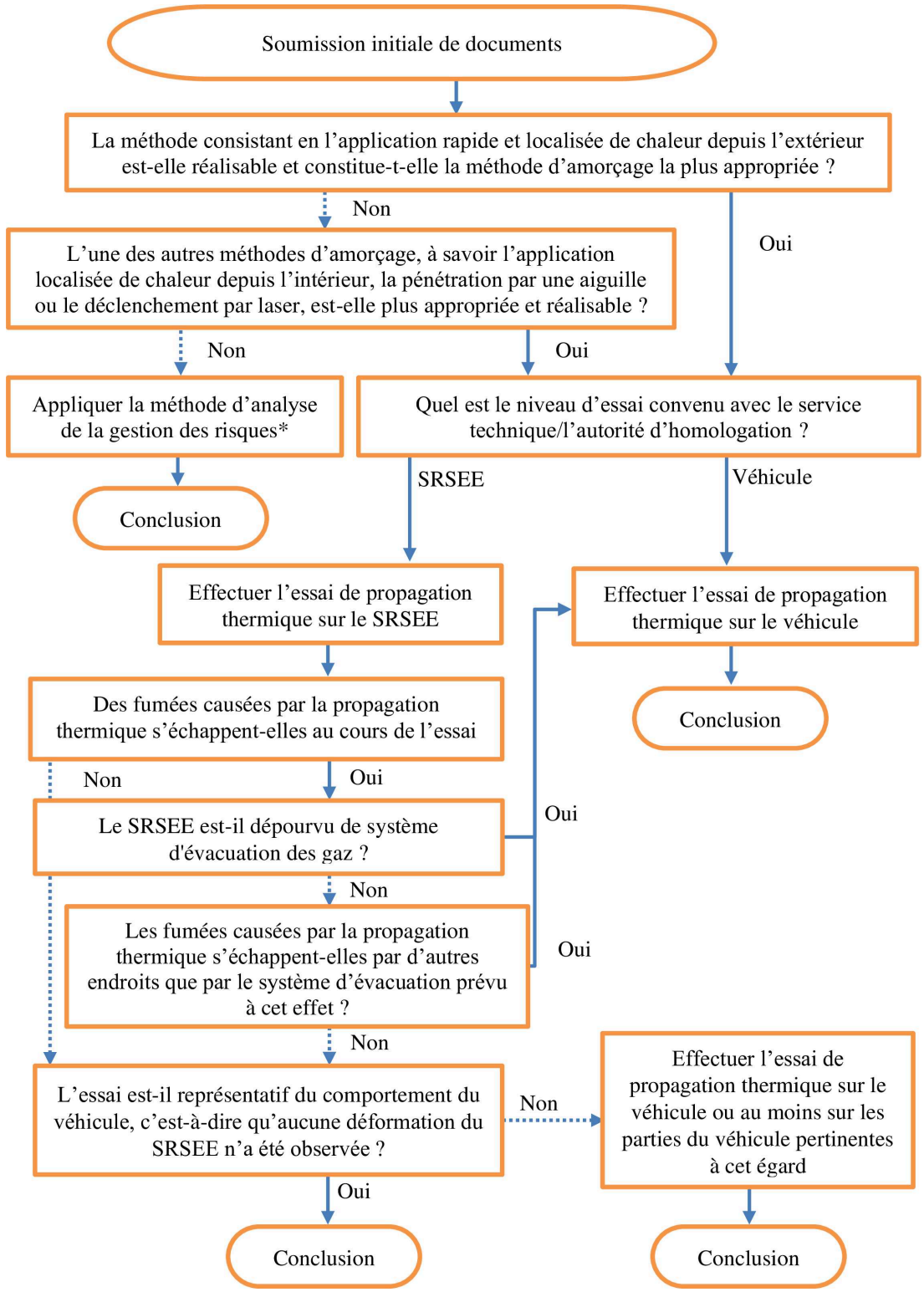
Compte tenu des différents modèles de SRSEE et de véhicules sur le marché, et afin de garantir la neutralité technologique de la présente prescription, la vérification du respect des normes de sécurité en matière de propagation thermique suit une approche en plusieurs étapes décrites du paragraphe 6.15.3.1 au paragraphe 6.15.3.4.

Le respect des normes de sécurité en matière de propagation thermique est démontré soit par un essai physique (décrit à l'annexe 9K), soit, lorsqu'il serait impossible de mener un tel essai sans altérer les éléments de conception du SRSEE destinés à garantir son fonctionnement en toute sécurité (par exemple, dans le cas où la conception du SRSEE exclurait tout démontage), au moyen d'une méthode systématique d'analyse de la gestion des risques (par. 6.15.4). L'autorité d'homologation de type et le service technique doivent déterminer, au moyen des éléments fournis par le constructeur ou fabricant, s'il est possible d'effectuer un essai physique sans altérer les fonctions de sécurité ou la conception du véhicule et/ou du SRSEE.

Si le SRSEE est conçu pour être chargé uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée et si sa capacité exprimée en ampères-heures multipliée par sa tension nominale ne dépasse pas 2 kWh, seule l'analyse de la gestion des risques spécifiée au paragraphe 6.15.4 doit être effectuée.

Figure 3

Arbre de décision – Procédure de vérification (donné à titre indicatif, non juridiquement contraignant)



* En ce qui concerne les SRSEE conçus pour être chargés uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée et dont la capacité exprimée en ampères-heures multipliée par la tension nominale ne dépasse pas 2 kWh, seule l'analyse de la gestion des risques spécifiée au paragraphe 6.15.4 doit être effectuée.

6.15.3.1 Étape 1 : Soumission initiale de documents

Le constructeur ou fabricant doit fournir des documents techniques comprenant :

a) Un schéma montrant tous les systèmes et composants physiques pertinents ;

b) Un schéma indiquant le principe de fonctionnement des systèmes et composants visés et présentant l'ensemble des fonctions ou caractéristiques d'atténuation des risques mises à contribution ;

c) Pour chaque fonction ou caractéristique d'atténuation des risques présentée, une indication du système ou composant physique qui exécute la fonction et une description du principe de fonctionnement ;

d) La température de fonctionnement maximale ;

e) Des recommandations concernant la faisabilité des essais physiques ;

f) Le cas échéant, des recommandations concernant une méthode de déclenchement plus appropriée et plus praticable, précisant notamment les paramètres à prendre en compte pour la méthode en question, les étapes de préparation du dispositif soumis à l'essai et les instruments dont il doit être équipé ;

g) Le cas échéant, une recommandation concernant le calibrage en amont des dispositifs de déclenchement et de mesure, comprenant notamment une description détaillée des étapes à suivre.

Les systèmes et composants pertinents sont ceux qui contribuent à la protection des occupants du véhicule contre les situations dangereuses découlant d'une propagation thermique causée par l'emballement thermique d'une pile.

6.15.3.2 Étape 2 : Choix de la méthode de déclenchement

Au moment de choisir la méthode de déclenchement à utiliser dans le cadre de l'essai physique portant sur les fonctions de sécurité en matière de propagation thermique, le service technique doit d'abord envisager l'application rapide et localisée de chaleur depuis l'extérieur. Une autre méthode (par exemple, application localisée de chaleur depuis l'intérieur, pénétration par une aiguille ou déclenchement par laser) peut être utilisée si elle est recommandée par le constructeur ou fabricant et considérée par le service technique comme étant plus à même, compte tenu de la conception du SRSEE, de provoquer l'emballement thermique d'une pile détecté conformément au paragraphe 5 de l'annexe 9K. Le choix du service technique doit être dûment consigné et justifié dans le procès-verbal d'essai.

Les méthodes de déclenchement sont décrites aux appendices 1 à 4 de l'annexe 9K.

6.15.3.3 Étape 3 : Choix du niveau d'essai

L'essai doit être mené soit sur un véhicule, soit sur un composant.

Si le carter du SRSEE n'a pas de système d'évacuation des gaz et que des fumées causées par la propagation thermique se dégagent pendant l'essai, ou si ces fumées s'échappent par d'autres endroits que par le système d'évacuation prévu à cet effet, l'essai doit être mené sur un véhicule. Il convient en outre de démontrer que l'essai mené sur un composant est représentatif du comportement du véhicule. Si des parties du véhicule sont susceptibles d'avoir une incidence sur les résultats de l'essai, par exemple en raison de phénomènes tels que des déformations essentielles, ces parties doivent être comprises dans le montage d'essai, en accord avec le service technique et l'autorité d'homologation de type. En cas de doute, l'essai de propagation thermique doit être mené sur un véhicule ou doit au moins porter sur les parties du véhicule pertinentes à cet égard.

6.15.3.4 Critères de réussite ou d'échec de l'essai physique de propagation thermique

Pendant les 5 minutes suivant le signal activant l'avertissement, aucun des effets néfastes d'une propagation thermique énoncés ci-après ne doit se produire :

a) Feu ;

b) Explosion ;

c) Dégagement de fumées dans l'habitacle.

Le signal d'avertissement peut être activé soit lorsque l'emballement thermique de la pile d'amorçage commence, soit lorsque le SRSEE a détecté de manière fiable un cas de propagation thermique, à condition que les conditions de sécurité susmentionnées soient réunies.

Lorsque l'essai est mené sur un véhicule, la recherche d'une situation dangereuse (feu, explosion et dégagement de fumées dans l'habitacle) doit s'effectuer par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai ou du véhicule.

Lorsque l'essai est mené sur un composant, la recherche d'une situation dangereuse (feu, explosion et échappement des fumées causées par la propagation thermique par d'autres endroits que par le système d'évacuation du SRSEE prévu à cet effet) doit s'effectuer par inspection visuelle sans démontage d'aucune partie du dispositif soumis à l'essai.

6.15.3.4.1 Si aucune propagation thermique n'est observée au cours des deux heures suivant le déclenchement de l'emballement thermique dans la pile d'amorçage, les prescriptions du paragraphe 6.15.3.4 sont réputées satisfaites.

6.15.3.4.2 Si aucun emballement thermique ne se produit pendant l'essai avec la méthode de déclenchement choisie, ce qui est confirmé par la répétition de la même procédure d'essai (c'est-à-dire même méthode de déclenchement et même niveau d'essai) ou par un essai mené sur une pile avec la même méthode de déclenchement, les prescriptions du paragraphe 6.15.3.4 sont réputées satisfaites.

6.15.4 Méthode d'analyse de la gestion des risques (le cas échéant/en application du paragraphe 6.15.3)

Le constructeur ou fabricant doit mener une évaluation des risques axée sur la protection des occupants, dans les conditions normales d'utilisation définies au paragraphe 2.31, et rendre compte des résultats obtenus. L'analyse des risques doit être exhaustive et suivre une procédure systématique couvrant les aspects à la fois matériels et logiciels (pour de plus amples orientations, voir par exemple la norme ISO 6469-1:2019/AMD 2022, la norme ISO 26262 ou des normes équivalentes). Le produit de travail doit permettre d'expliquer les fonctions de sécurité des systèmes du véhicule en cas de propagation thermique causée par un court-circuit interne ayant entraîné l'emballement thermique d'une pile.

Le constructeur ou fabricant met à la disposition de l'autorité d'homologation de type et du service technique un rapport détaillé comprenant les principales données et un résumé des informations importantes concernant la protection des occupants en cas d'emballement thermique d'une pile et de propagation thermique, tirées de l'évaluation des risques et de l'analyse de réduction des risques. Le rapport doit comporter quatre parties correspondant aux paragraphes 6.15.4.1, 6.15.4.2, 6.15.4.3 et 6.15.4.4 ci-après.

L'autorité d'homologation de type et/ou le service technique doit évaluer l'analyse de gestion des risques dans l'optique de garantir la sécurité des occupants en cas de propagation thermique causée par un court-circuit interne ayant entraîné l'emballement thermique d'une pile.

6.15.4.1 Analyse du système

L'analyse du système doit comporter :

a) Un schéma montrant tous les systèmes et composants physiques pertinents ;

b) Une description des systèmes et composants concernés par l'emballement thermique d'une pile et la propagation thermique causés par un court-circuit interne, ainsi que des précisions concernant leur interopérabilité. Les systèmes et composants pertinents sont ceux qui contribuent à la protection des occupants du véhicule contre les effets néfastes d'une propagation thermique causée par l'emballement thermique d'une pile, notamment le SRSEE, les capteurs, le système de régulation thermique et les systèmes de gestion des batteries ;

c) Une description du signal d'avertissement et de son principe de fonctionnement ;

d) Des analyses fonctionnelles recensant les conditions qui entraînent l'emballement thermique d'une pile, c'est-à-dire un court-circuit interne, et les associant aux composants, unités fonctionnelles ou sous-systèmes correspondants.

6.15.4.2 Identification et atténuation des risques

L'analyse permettant l'identification et l'atténuation des risques, réalisée sur la base d'une méthode appropriée établie sous forme de norme (IEC 61508, MIL-STD 882E, ISO 26262, manuel AMDEC AIAG-VDA, analyse des défaillances selon SAE J2929 ou méthode équivalente), présente les risques pour les occupants du véhicule d'une propagation thermique causée par un court-circuit interne ayant entraîné l'emballement thermique d'une pile et permet de recenser les moyens de réduction de ces risques grâce à la mise en œuvre des fonctions ou caractéristiques d'atténuation appropriées. Elle doit permettre de déterminer la gravité de l'événement thermique et le risque de propagation aux piles adjacentes du bloc de batterie.

L'analyse permettant l'identification et l'atténuation des risques doit couvrir, selon qu'il convient :

a) L'atténuation des risques dès la conception ;

b) L'atténuation des risques au cours de la phase de fabrication ;

c) L'atténuation des risques par d'autres moyens.

L'analyse des risques contient en outre des informations et des explications sur les hypothèses concernant les caractéristiques et propriétés des fonctions du système, sur le comportement du modèle ou sur l'importance relative et la probabilité des scénarios de risque mentionnés.

L'évaluation des risques concerne uniquement la protection des occupants dans le domaine de conception fonctionnelle du SRSEE et du véhicule.

6.15.4.3 Efficacité de l'atténuation des risques – validation et vérification

L'efficacité de chacune des mesures de réduction des risques doit être analysée et évaluée. L'analyse peut se faire à la lumière d'éléments, utilisés séparément ou conjointement, à savoir des essais, des analyses, des simulations, des modèles, des articles scientifiques, des données de terrain ou d'autres méthodes appropriées. Les évaluations doivent satisfaire aux prescriptions des paragraphes 6.15.4.3.1 et 6.15.4.3.2, selon qu'il convient.

6.15.4.3.1 Méthodes d'essai et de vérification

Il convient de consigner les méthodes d'essai et de vérification utilisées pour les essais unitaires, les essais de mise en œuvre et la validation et d'indiquer clairement quelles fonctions de sécurité elles couvrent. Il est recommandé de mener des essais conformément à des normes reconnues par le secteur, telles que les normes de l'ISO, de l'IEC, de SAE ou des équivalents, lorsque ces normes sont disponibles et adaptées aux objectifs visés. En l'absence de méthodes et d'essais relevant de normes reconnues par le secteur, le constructeur ou fabricant doit concevoir des méthodes d'essai et des techniques de vérification praticables permettant de contrôler les fonctions des composants et/ou des systèmes et, partant, de vérifier et valider l'efficacité de la stratégie d'atténuation des risques. Il convient de consigner expressément l'utilisation d'une telle méthode, et notamment d'expliquer quelle caractéristique, capacité ou qualité fait l'objet de l'essai et de préciser dans quelle mesure la méthode permet d'obtenir les données requises et en quoi elle est pertinente.

6.15.4.3.2 Sources des données et exigences de qualité

L'ensemble des données recueillies doit permettre d'évaluer les fonctions préalablement définies des composants et des unités opérationnelles. Il convient de décrire et de démontrer en quoi ces données sont pertinentes et appropriées. Les principaux facteurs d'incertitude doivent, dans la mesure du possible, être recensés et quantifiés.

Les données peuvent comprendre des spécifications techniques et des rapports d'essais de vérification émanant des fournisseurs et/ou du constructeur ou fabricant, des simulations mathématiques à partir de modèles de systèmes théoriques ou empiriques, des rapports et des publications scientifiques, ainsi que des données de terrain.

Tous les résultats pertinents disponibles doivent être compilés dans un rapport complet et cohérent. Les sources de données externes doivent être indiquées.

Il doit être procédé à un contrôle d'exhaustivité afin de garantir que toutes les informations et données pertinentes nécessaires à l'interprétation sont disponibles et complètes.

Il doit être procédé à une analyse de sensibilité permettant d'évaluer la fiabilité des résultats finaux et des conclusions tirées et consistant à déterminer comment ceux-ci sont influencés par les incertitudes liées aux données, aux méthodes utilisées pour définir les fonctions des composants ou aux hypothèses formulées concernant le SRSEE.

6.15.4.4 Conclusions ([4])

a) La partie finale du rapport doit comprendre un bref résumé des principaux résultats de l'analyse de la gestion des risques et une déclaration selon laquelle les prescriptions des paragraphes 6.15.1 et 6.15.2 sont satisfaites, dans laquelle il convient notamment de préciser ce qui suit : les méthodes utilisées sont scientifiquement et techniquement valables au regard de la portée de l'analyse de la gestion des risques ;

b) L'utilisation des données est appropriée et raisonnable au regard de l'objectif de l'analyse de la gestion des risques ;

c) Les conclusions tirées sont pertinentes et tiennent compte des hypothèses formulées et des limites recensées au cours de l'analyse.

Cette partie peut prendre la forme d'un rapport d'examen critique interne ou externe, si le constructeur ou fabricant a mis en place une telle procédure.

6.16 Communication entre le véhicule et le SRSEE

Les systèmes de communication du SRSEE et du véhicule doivent être compatibles.

7. Partie III : Prescriptions en matière d'installation d'un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) homologué aux fins de l'homologation d'un véhicule

7.1 Un SRSEE d'un type homologué conformément à la partie II du présent Règlement doit être installé conformément aux instructions fournies par le fabricant du SRSEE et à la description qui figure à la partie 2 de l'annexe 1 du présent Règlement.

7.2 Les prescriptions des paragraphes 5.1 à 5.1.4.4 et des paragraphes 5.2.2 à 5.5.3 ci-dessus doivent être respectées.

8. Modifications et extension de l'homologation du type

8.1 Toute modification du type de véhicule ou de SRSEE en ce qui concerne le présent Règlement doit être signalée à l'autorité d'homologation. Celle-ci peut alors :

a) Décider, en consultation avec le constructeur ou le fabricant, qu'il convient d'accorder une nouvelle homologation de type ; ou

b) Appliquer la procédure prévue au paragraphe 7.1.1 (révision) et, le cas échéant, la procédure décrite au paragraphe 7.1.2 (extension).

8.1.1 Révision

Si certains renseignements consignés dans les dossiers d'information visés à l'appendice 1 ou à l'appendice 2 de l'annexe 1 ont changé et si l'autorité d'homologation estime que les modifications apportées ne devraient pas avoir de conséquences néfastes notables, et que dans tous les cas le véhicule est toujours conforme aux prescriptions, la modification est qualifiée de «révision».

En pareil cas, l'autorité d'homologation de type doit publier, s'il y a lieu, les pages révisées des dossiers d'information visés à l'appendice 1 ou à l'appendice 2 de l'annexe 1, en faisant clairement apparaître sur chacune des pages révisées la nature des modifications et la date de republication. Une version récapitulative actualisée du dossier d'information visé à l'appendice 1 ou à l'appendice 2 de l'annexe 1, accompagnée d'une description détaillée de la modification, est réputée satisfaire à cette exigence.

([4]) Le constructeur ou fabricant est responsable de l'authenticité et de l'intégrité des documents soumis.

8.1.2 Extension

La modification doit être considérée comme une «extension» si, outre les modifications apportées aux renseignements consignés dans le dossier d'information :

a) D'autres contrôles ou essais sont nécessaires ; ou

b) Une information figurant sur la fiche de communication (à l'exception des pièces jointes) a été modifiée ; ou

c) L'homologation en vertu d'une série d'amendements ultérieure est demandée après son entrée en vigueur.

9. Conformité de la production

La procédure de contrôle de la conformité de la production doit être conforme aux prescriptions énoncées dans l'annexe 1 de l'Accord (E/ECE/TRANS/505/Rev.3).

9.1 Tout véhicule ou SRSEE homologué selon les dispositions du présent Règlement doit être construit en conformité avec le type homologué, dans la mesure où il satisfait aux prescriptions énoncées dans les parties pertinentes du présent Règlement.

9.2 Afin de vérifier que les prescriptions du paragraphe 8.1 sont respectées, il doit être effectué des contrôles appropriés sur la production.

10. Sanctions pour non-conformité de la production

10.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule ou de SRSEE en application du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions du paragraphe 8 ci-dessus ne sont pas respectées.

10.2 Si une Partie contractante à l'Accord appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle doit en informer immédiatement les autres Parties contractantes appliquant ledit Règlement, au moyen d'une copie de la fiche d'homologation portant à la fin, en gros caractères, la mention signée et datée «HOMOLOGATION RETIRÉE».

11. Arrêt définitif de la production

Si le titulaire d'une homologation arrête totalement la fabrication d'un type de véhicule ou de SRSEE homologué conformément au 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 appliquant le présent Règlement, au moyen d'une copie de la fiche d'homologation portant à la fin, en gros caractères, la mention signée et datée «PRODUCTION ARRÊTÉE».

12. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type

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 des autorités d'homologation de type qui délivrent les homologations et auxquelles doivent être envoyées les fiches d'homologation ou d'extension, de refus ou de retrait de l'homologation, ou d'arrêt définitif de la production émises dans les autres pays.

13. Dispositions transitoires

13.1 Dispositions générales

13.1.1 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement sont en droit d'accorder des homologations de type au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

13.1.2 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accorder des extensions pour les homologations existantes délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

13.2 Dispositions transitoires applicables à la série 03 d'amendements.

13.2.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 03 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne pourra refuser d'accorder ou d'accepter une homologation de type en vertu du présent Règlement tel que modifié par la série 03 d'amendements.

13.2.2 À compter du 1er septembre 2023, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type établies conformément aux précédentes séries d'amendements, délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2023.

13.2.3 Jusqu'au 1er septembre 2025, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement sont tenues d'accepter les homologations de type établies conformément aux précédentes séries d'amendements, délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2023.

13.2.4 À compter du 1er septembre 2025, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type délivrées en vertu des précédentes séries d'amendements au présent Règlement.

13.3 Dispositions transitoires applicables à la série 04 d'amendements.

13.3.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 04 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ONU ne pourra refuser d'accorder des homologations de type au titre dudit Règlement tel que modifié par la ladite série ou d'accepter les homologations ainsi délivrées.

13.3.2 À compter du 1er septembre 2026, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements et délivrées pour la première fois le 1er septembre 2026 ou après cette date.

13.3.3 Jusqu'au 1er septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront accepter les homologations de type accordées au titre de la série 03 d'amendements et délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2026.

13.3.4 À compter du 1er septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

13.3.5 Nonobstant les dispositions du paragraphe 13.3.4, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accepter les homologations de type délivrées au titre de la série 03 d'amendements audit Règlement pour les véhicules et les systèmes non visés par les modifications apportées par la série 04 d'amendements.

13.3.6 Nonobstant les dispositions transitoires énoncées ci-dessus, les Parties contractantes qui commenceront à appliquer le présent Règlement après la date d'entrée en vigueur de la série 04 d'amendements ne seront pas tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

13.4 Dispositions transitoires applicables à la série 05 d'amendements

13.4.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 05 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne pourra refuser d'accorder des homologations de type au titre dudit Règlement tel que modifié par ladite série ou d'accepter les homologations ainsi délivrées.

13.4.2 À compter du 1er septembre 2027, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements et délivrées pour la première fois après le 1er septembre 2027.

13.4.3 Jusqu'au 1er septembre 2029, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements et délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2027, à condition que les dispositions transitoires desdites séries d'amendements prévoient cette possibilité.

13.4.4 À compter du 1er septembre 2029, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

13.4.5 Nonobstant les dispositions du paragraphe 13.4.4, jusqu'au 1er septembre 2030, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accepter les homologations de type accordées au titre de la série 03 (sous réserve du paragraphe 13.3.5) ou de la série 04 d'amendements audit Règlement, pour les véhicules respectant les dispositions de l'alinéa a) du paragraphe 6.15.1 desdites séries d'amendements, et délivrées pour la première fois avant le 1er septembre 2027.

13.4.6 Nonobstant les dispositions du paragraphe 13.4.4, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accepter les homologations de type délivrées au titre de la série 03 (sous réserve du paragraphe 13.3.5) ou de la série 04 d'amendements audit Règlement pour les véhicules ou les systèmes pour véhicules non visés par les modifications apportées par la série 05 d'amendements.

13.4.7 Nonobstant les dispositions transitoires énoncées ci-dessus, les Parties contractantes qui commenceront à appliquer le présent Règlement après la date d'entrée en vigueur de la série 05 d'amendements ne seront pas tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement, leur seule obligation étant d'accepter les homologations de type accordées au titre de ladite série.

ANNEXE 1

PARTIE 1

Communication

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



Émanant de : Nom de l'administration :
.....
.....
.....
.....

concernant (2) : Délivrance d'une homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule en ce qui concerne sa sécurité électrique conformément au Règlement nº 100.

Nº d'homologation ..... Nº d'extension .....

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 SRSEE : .....

6.1.1 Numéro d'homologation du SRSEE ou description du SRSEE (2)

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 : .....

.....

(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.

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.

18. Remarques : .....

ANNEXE 1 – PARTIE 2

Communication

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



Émanant de : Nom de l'administration :
.....
.....
.....

concernant ([2]) : Délivrance d'une homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un type de SRSEE en tant que composant/entité technique distincte ([2]) conformément au Règlement n° 100.

N° d'homologation ..... N° d'extension .....

1. Marque de fabrique ou de commerce du SRSEE : .....

2. Type du SRSEE : .....

3. Nom et adresse du constructeur : .....

4. Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur : .....

5. Description du SRSEE : .....

6. Restrictions d'installation applicables au SRSEE telles qu'elles sont définies aux paragraphes 6.4, 6.5, 6.10, 6.15 et 6.16 : .....

6.1 Catégorie de véhicules pour laquelle l'installation du SRSEE est prévue .....

7. SRSEE 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 : .....

([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.

15. Date : ……

16. Signature : ……

17. Les documents du dossier accompagnant la demande d'homologation ou d'extension peuvent être obtenus sur demande.

18. Remarques : ……

Annexe 1 – Appendice 1

Caractéristiques essentielles du véhicule routier ou des systèmes

1. Description générale

1.1 Marque (nom commercial du fabricant) : .....

1.2 Type : .....

1.3 Catégorie de véhicule : .....

1.4 Dénomination(s) commerciale(s) (le cas échéant) : .....

.....

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 : .....

1.8 Numéro d'homologation du SRSEE : .....

2. Moteur électrique (moteur de traction)

2.1 Type (enroulement, excitation) : .....

2.2 Puissance nette maximale et/ou puissance maximale sur 30 min (kW) : .....

3. SRSEE

3.1 Marque de fabrique ou de commerce du SRSEE : .....

3.2 Indication de tous les types de piles-éléments : .....

3.2.1 Chimie des piles-éléments : .....

3.2.2 Dimensions : .....

3.2.3 Capacité de la pile-élément (Ah) : .....

3.3 Description ou dessin(s) ou image(s) du SRSEE expliquant les aspects suivants :

3.3.1 Structure : .....

3.3.2 Configuration (nombre de piles-éléments, mode de connexion, etc.) : .....

3.3.3 Dimensions : .....

3.3.4 Carter (construction, matériaux et dimensions) : .....

3.4 Caractéristiques électriques : .....

3.4.1 Tension nominale (V) : .....

3.4.2 Tension de fonctionnement (V) : .....

3.4.3 Capacité (Ah) : .....

3.4.4 Courant maximal (A) : .....

3.5 Taux de recombinaison des gaz (%) : .....

3.6 Description ou dessin(s) ou image(s) de l'installation du SRSEE dans le véhicule : .....

3.6.1 Support physique : .....

3.7 Type de régulation thermique : .....

3.8 Commande électronique : .....

4. Piles à combustible (si elles existent)

4.1 Marque de fabrique et de commerce : .....

.....

4.2 Type : .....

4.3 Tension nominale (V) : .....

4.4 Nombre d'éléments : .....

4.5 Type de système de refroidissement (le cas échéant) : .....

4.6 Puissance maximale (kW) : .....

5. Fusible et/ou coupe-circuit

5.1 Type : .....

5.2 Schéma indiquant la plage 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 1 – Appendice 2

Caractéristiques essentielles du SRSEE

1. SRSEE

1.1 Marque de fabrique et de commerce du SRSEE : .....

1.1.1 Type du SRSEE : .....

1.2 Indication de tous les types de piles-éléments : .....

1.2.1 Chimie des piles-éléments : .....

1.2.2 Dimensions : .....

1.2.3 Capacité de l'élément (Ah) : .....

1.3 Description ou dessin(s) ou image(s) du SRSEE expliquant les aspects suivants :

1.3.1 Structure : .....

1.3.2 Configuration (nombre d'éléments, mode de connexion, etc.) : .....

1.3.3 Dimensions : .....

1.3.4 Carter (construction, matériaux et dimensions) : .....

1.4 Caractéristiques électriques

1.4.1 Tension nominale (V) :

1.4.2 Tension de fonctionnement (V) : .....

1.4.3 Capacité (Ah) : .....

1.4.4 Courant maximal (A) : .....

1.5 Taux de recombinaison des gaz (%) : .....

1.6 Description ou dessin(s) ou image(s) de l'installation du SRSEE dans le véhicule : .....

1.6.1 Support physique : .....

1.7 Type de régulation thermique : .....

1.8 Commande électronique : .....

1.9 Catégorie de véhicules sur laquelle le SRSEE peut être installé : .....

ANNEXE 2

Exemples de marques d'homologation

MODÈLE A

(voir par. 4.4 du présent Règlement)

Figure 1



a = 8 mm min.

La marque d'homologation de la figure 1 apposée sur un véhicle indique que le type concerné de véhicule routier a été homologué aux Pays-Bas (E 4) au titre du Règlement nº 100 sous le numéro d'homologation 052492. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation indiquent que celle-ci a été accordée conformément aux prescriptions du Règlement nº 100 tel que modifié par la série 05 d'amendements.

Figure 2

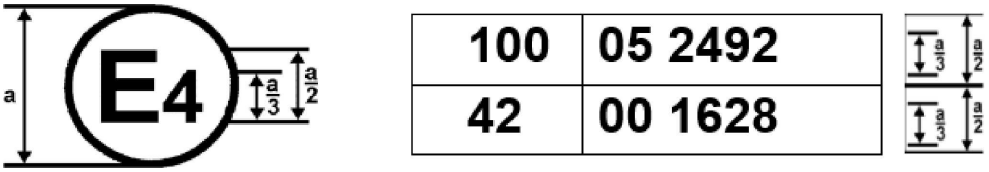


a = 8 mm min.

La marque d'homologation de la figure 2 apposée sur un SRSEE indique que le type concerné de SRSEE a été homologué aux Pays-Bas (E 4) au titre du Règlement nº 100, sous le numéro d'homologation 052492. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation indiquent que celle-ci a été accordée conformément aux prescriptions du Règlement nº 100 tel que modifié par la série 05 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 concerné a été homologué aux Pays-Bas (E 4) au titre des Règlements nos 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 no 100 était modifié par la série 05 d'amendements et le Règlement no 42 était sous sa forme initiale.

(*) Le dernier chiffre n'est donné qu'à titre d'exemple.

ANNEXE 3

Protection 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 composants 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 plaque d'arrêt ne doit passer entièrement 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 composants sous tension situés à l'intérieur de la barrière ou du carter de protection.

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

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

3. Conditions d'acceptation

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

Si le respect de cette prescription est contrôlé au moyen d'un circuit test entre le calibre d'accessibilité et les composants 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 plaque 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 complètement par l'ouverture.

Tableau 1

Calibres d'accessibilité pour les essais de la protection contre l'accès aux parties dangereuses

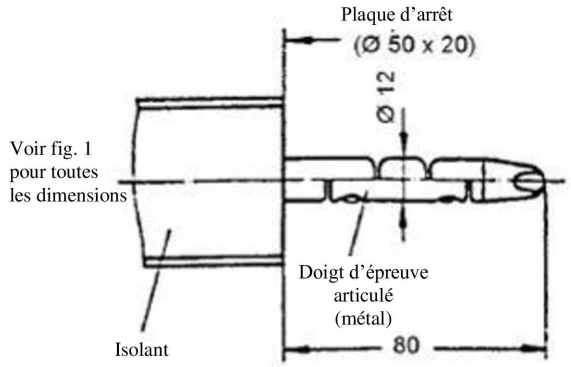
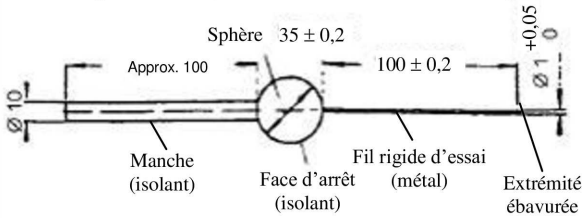
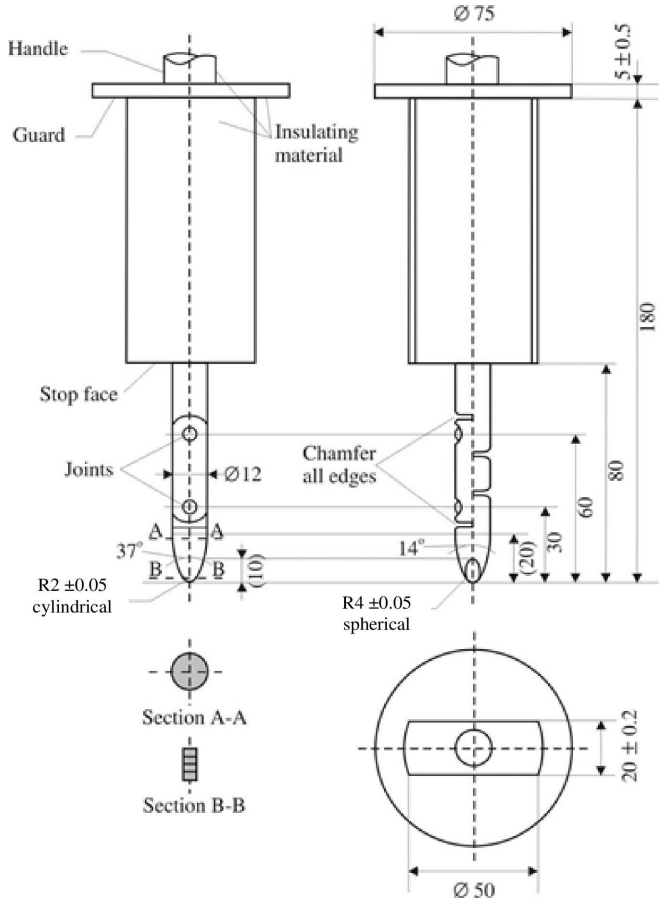
Premier chiffre	Lettre addition-nelle	Sonde d'approche (dimensions en mm)	Force pour l'essai
2	B	Doigt d'épreuve articulé  	10 N ± 10 %
4, 5, 6	D	Tige d'essai de 1,0 mm de diamètre et 100 mm de long  	1 N ± 10 %

Figure 1

Doigt d'épreuve articulé



Matériau : métal, sauf indication contraire

Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance :

a) Sur les angles : 0/-10 s ;

b) Sur les dimensions linéaires :

   i) Jusqu'à 25 mm : 0/- 0.05 mm ;

   ii) 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°.

ANNEXE 4

Vérification de l'équipotentialité

1. Méthode d'essai utilisant un mégohmmètre

Le mégohmmètre est relié aux points de mesure (en règle générale, la masse électrique et l'enveloppe conductrice/la barrière de protection électrique). On mesure la résistance à l'aide d'un mégohmmètre satisfaisant aux critères suivants :

a) Mégohmmètre : courant de mesure, au moins 0,2 A ;

b) Résolution : 0,01 Ω ou moins ;

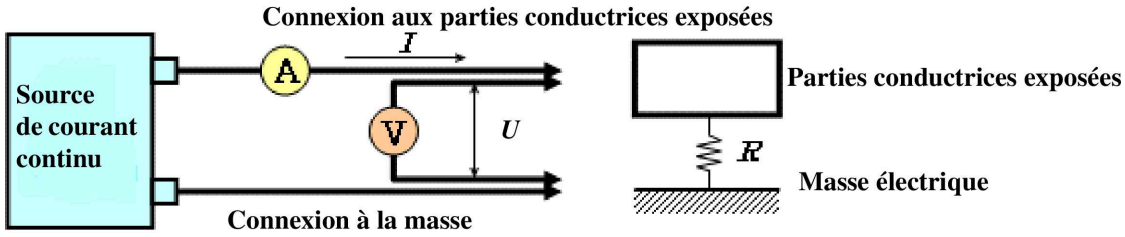
c) La résistance R doit être inférieure à 0,1 Ω.

2. Méthode d'essai utilisant une source de courant continu, un voltmètre et un ampèremètre

On trouvera dans la figure 1 ci-dessous un exemple de méthode d'essai utilisant une source de courant continu, un voltmètre et un ampèremètre.

Figure 1

Exemple de méthode d'essai utilisant une source de courant continu



2.1 Procédure d'essai

2.1 Procédure d'essai

La source de courant continu, le voltmètre et l'ampèremètre sont reliés aux points de mesure (en règle générale, la masse électrique et l'enveloppe conductrice/la barrière de protection électrique).

On règle la tension de la source de courant continu de manière à obtenir une intensité d'au moins 0,2 A.

On mesure l'intensité «I» et la tension «U».

On calcule la résistance «R» au moyen de la formule suivante :

$$R = U / I$$

La résistance R doit être inférieure à 0,1 Ω.

Note : Si l'on utilise des fils conducteurs pour mesurer la tension et l'intensité, chacun d'entre eux doit être raccordé de manière indépendante à la barrière ou l'enveloppe de protection électrique ou à la masse électrique. La borne peut être commune pour la mesure de la tension et de l'intensité.

ANNEXE 5A

Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur un véhicule

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 de la présente annexe, en fonction de la charge électrique des éléments sous tension ou de la résistance d'isolement, etc.

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.

La gamme de tensions du circuit électrique à mesurer doit être déterminée à l'avance à l'aide de schémas du circuit électrique, etc. Si les rails haute tension sont galvaniquement isolés les uns des autres, la résistance d'isolement doit être mesurée pour chaque circuit électrique.

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

Dans les cas où les valeurs relevées ne sont pas stables en raison du fonctionnement du système de surveillance de la résistance d'isolement, il est possible d'effectuer les modifications requises pour la mesure, à savoir l'arrêt de ce système ou sa désinstallation. En outre, si l'on désinstalle le système, il convient d'utiliser un ensemble de schémas pour démontrer que la résistance d'isolement entre les éléments sous tension et la masse électrique reste inchangée.

Ces modifications ne doivent pas avoir d'incidence sur les résultats de l'essai.

Des précautions très sérieuses doivent être prises pour éviter les courts-circuits et les chocs électriques, car cette méthode de confirmation peut nécessiter d'alimenter directement le circuit sous haute tension.

2.1 Méthode de mesure utilisant une source de tension continue extérieure

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 SRSEE 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 SRSEE du véhicule et/ou le système convertisseur, et la tension du SRSEE 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 MΩ.

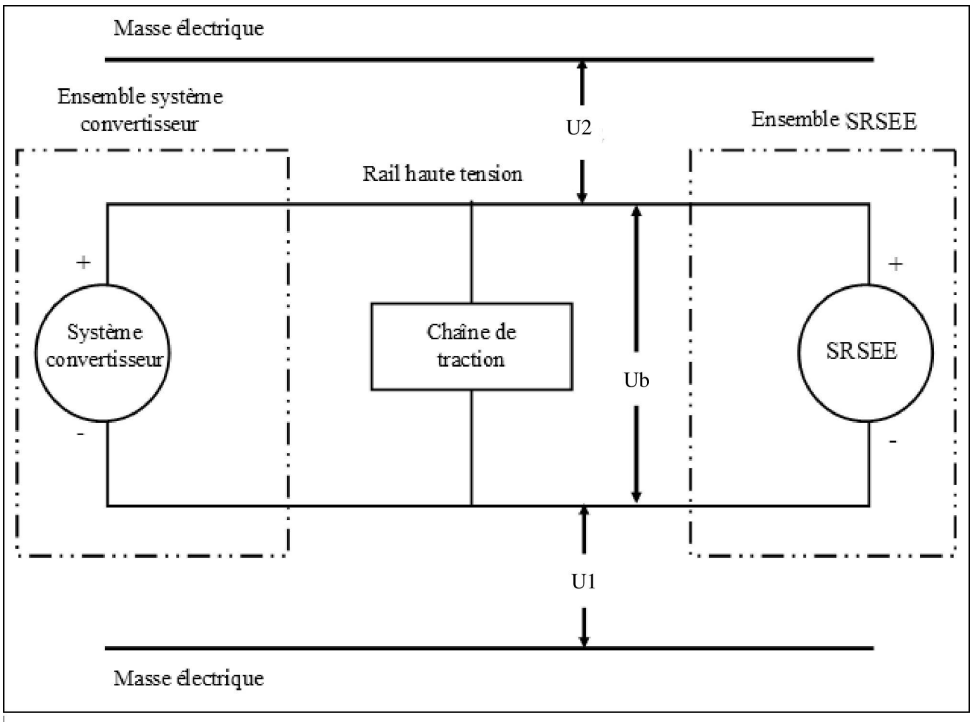
2.2.3 Mode opératoire

2.2.3.1 Premières étapes

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

Figure 1

Mesure de Ub, U1, U2



2.2.3.2 Deuxième étape

Mesurer et enregistrer la tension (U1) 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 (U2) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 1).

2.2.3.4 Quatrième étape

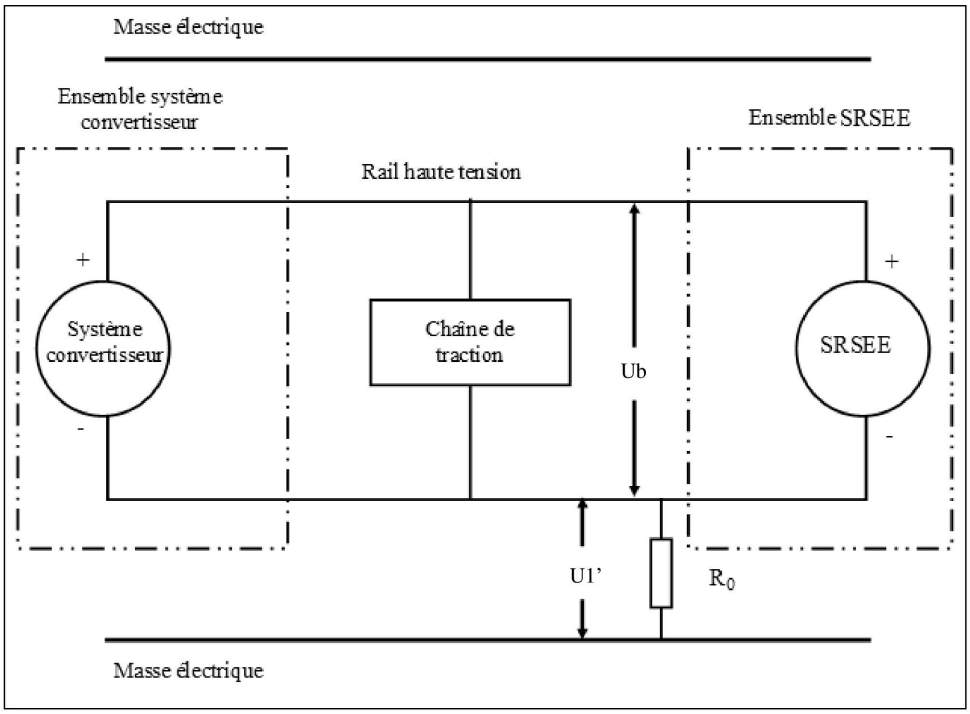
Si U1 est supérieure ou égale à U2, insérer une résistance normalisée connue (Ro) entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance Ro étant en place, mesurer la tension (U1') entre le pôle négatif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 2).

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

$$Ri = Ro * Ub * (1 / U1' - 1 / U1)$$

Figure 2

Mesure de U1'



Si U2 est supérieure à U1, insérer une résistance normalisée connue (Ro) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance Ro étant en place, mesurer la tension (U2') entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 3). Calculer l'isolement électrique (Ri) conformément à la formule indiquée. Diviser cette valeur d'isolement électrique (en Ω) par la tension de fonctionnement nominale du rail haute tension (en V).

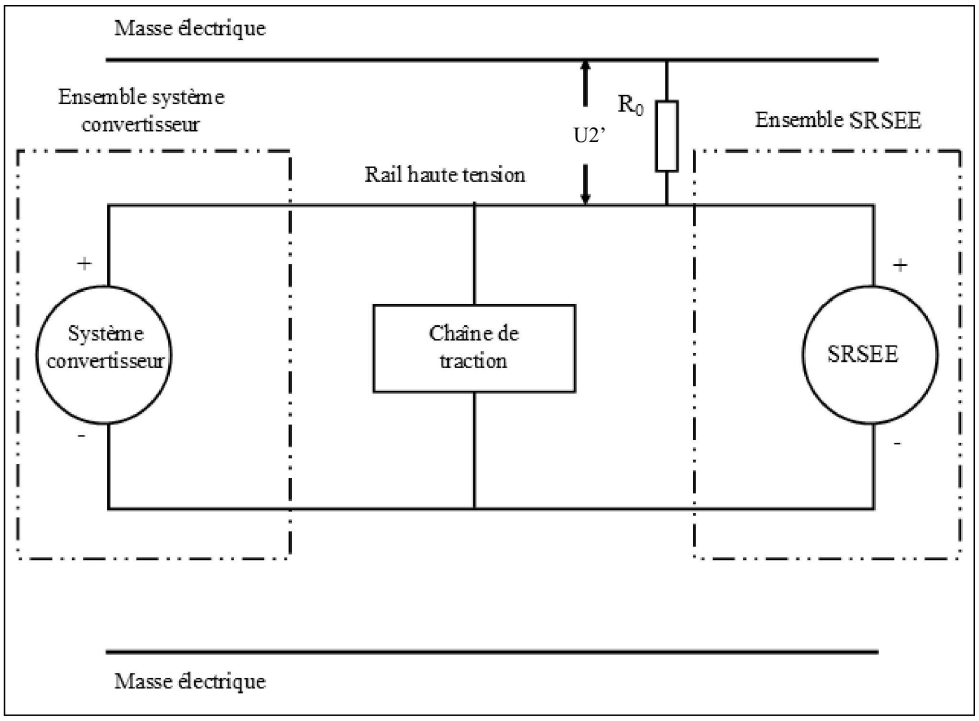
Si U2 est supérieure à U1, insérer une résistance normalisée connue (Ro) entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique. La résistance Ro étant en place, mesurer la tension (U2') entre le pôle positif du rail haute tension et la masse électrique (voir fig. 3). Calculer l'isolement électrique (Ri) conformément à la formule indiquée. Diviser cette valeur d'isolement électrique (en Ω) par la tension de fonctionnement nominale du rail haute tension (en V).

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

$$Ri = Ro*Ub*(1/U2' - 1/U2)$$

Figure 3

Mesure de U2'



2.2.3.5 Cinquième étape

2.2.3.5 Cinquième étape

La valeur d'isolement électrique Ri (en Ω) divisée par la tension de fonctionnement du rail haute tension (en V) donne la résistance d'isolement (en Ω/V).

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

ANNEXE 5B

Méthode de mesure de la résistance d'isolement pour les essais sur les composants d'un SRSEE

1. Méthode de mesure

La mesure de la résistance d'isolement se fera par une méthode appropriée choisie parmi celles qui sont énumérées aux paragraphes 1.1 et 1.2 de la présente annexe, en fonction de la charge électrique des éléments sous tension ou de la résistance d'isolement, etc.

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.

La gamme de tensions du circuit électrique à mesurer doit être déterminée à l'avance à l'aide de schémas du circuit électrique, etc. Si les rails haute tension sont galvaniquement isolés les uns des autres, la résistance d'isolement doit être mesurée pour chaque circuit électrique.

Si la tension de fonctionnement du dispositif soumis à l'essai (U_b, fig. 1) ne peut pas être mesurée (par exemple en raison de la déconnexion du circuit électrique par le coupe-circuit principal ou par un fusible) on peut effectuer l'essai avec un dispositif modifié pour permettre de mesurer les tensions internes (en amont des coupe-circuits principaux).

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

Dans les cas où les valeurs relevées ne sont pas stables en raison du fonctionnement du système de surveillance de la résistance d'isolement, il est possible d'effectuer les modifications requises pour la mesure, à savoir l'arrêt de ce système ou sa désinstallation. En outre, quand le dispositif est enlevé, il convient d'utiliser un ensemble de schémas pour démontrer que son retrait ne modifie pas la résistance d'isolement entre les éléments sous tension et la mise à la terre désignée par le constructeur comme point devant être connecté à la masse électrique.

Ces modifications ne doivent pas avoir d'incidences sur les résultats de l'essai.

Des précautions très sérieuses doivent être prises pour éviter les courts-circuits et les chocs électriques, car cette méthode de confirmation peut nécessiter d'alimenter directement le circuit à haute tension.

1.1 Méthode de mesure utilisant une source de tension continue extérieure

1.1.1 Instrument de mesure

Il faut utiliser un instrument d'essai de résistance d'isolement pouvant appliquer une tension continue supérieure à la tension nominale du dispositif soumis à l'essai.

1.1.2 Méthode de mesure

Un instrument d'essai de résistance d'isolement doit être raccordé entre les éléments sous tension et la mise à la terre. La résistance d'isolement doit alors être mesurée.

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 mise à la terre peut être mesurée séparément par application de la moitié au moins de la tension de fonctionnement propre de ceux-ci, ces composants étant déconnectés.

1.2 Méthode de mesure utilisant le dispositif soumis à l'essai comme source de tension continue

1.2.1 Conditions d'essai

La tension du dispositif soumis à l'essai doit être au moins égale à la tension nominale de ce dispositif pendant toute la durée de l'essai.

1.2.2 Instrument de mesure

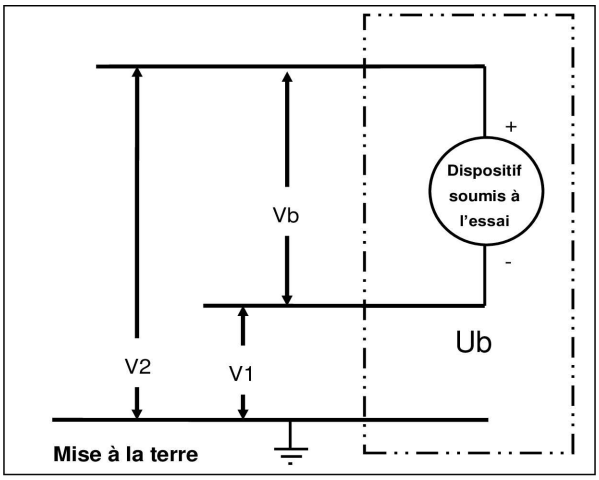
Le voltmètre utilisé pour cet essai doit mesurer les tensions continues et avoir une résistance interne d'au moins 10 MΩ.

1.2.3 Mode opératoire

1.2.3.1 Première étape

La tension est mesurée comme indiqué à la figure 1 et la tension du dispositif soumis à l'essai (Ub, fig. 1) est enregistrée. Ub doit être égale ou supérieure à la tension de fonctionnement du dispositif soumis à l'essai.

Figure 1



U2 U1

1.2.3.2 Deuxième étape

Mesurer et enregistrer la tension (U1) entre le pôle négatif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre (voir fig. 1).

1.2.3.3 Troisième étape

Mesurer et enregistrer la tension (U2) entre le pôle positif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre (voir fig. 1).

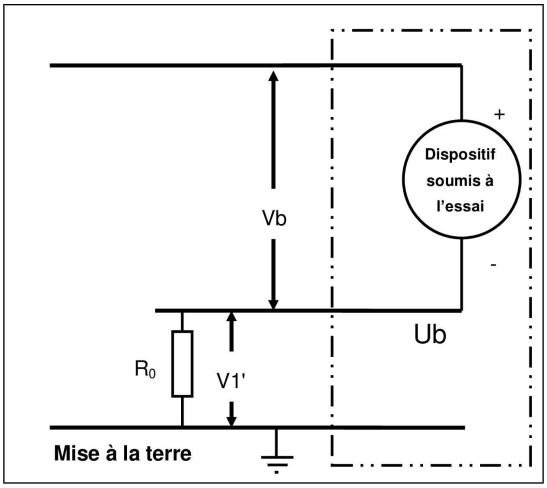
1.2.3.4 Quatrième étape

Si U_1 est supérieure ou égale à U_2, insérer une résistance normalisée connue (Ro) entre le pôle négatif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre. La résistance Ro étant en place, mesurer la tension (U_1') entre le pôle négatif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre (voir fig. 2).

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

$$Ri = Ro * U_b * (1 / U_1' - 1 / U_1)$$

Figure 2



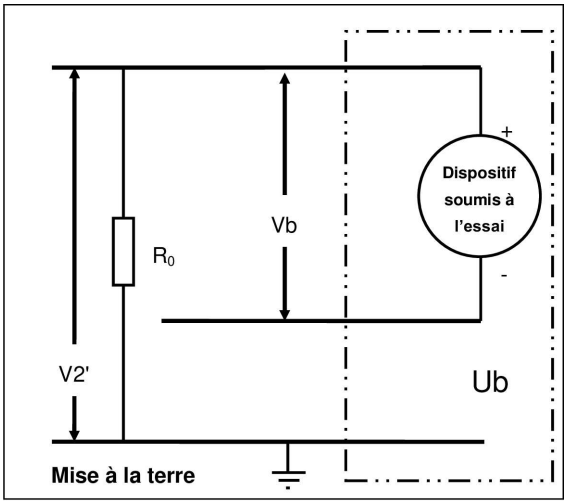
U1'

Si U_2 est supérieure ou égale à U_1, insérer une résistance normalisée connue (Ro) entre le pôle négatif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre. La résistance Ro étant en place, mesurer la tension (U_2') entre le pôle négatif du dispositif soumis à l'essai et la mise à la terre (voir fig. 3).

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

$$Ri = Ro * U_b * (1 / U_2' - 1/ U_2)$$

Figure 3



U2'

1.2.3.5 Cinquième étape

La valeur d'isolement électrique Ri (en Ω) divisée par la tension de fonctionnement du dispositif soumis à l'essai (en volt) donne la résistance d'isolement (en Ω/V).

Note : La résistance normalisée connue Ro (en Ω) doit correspondre à la valeur de la résistance d'isolement minimale requise (en Ω/V) multipliée par la tension nominale du dispositif soumis à l'essai ±20 % (en V). La valeur de Ro ne doit pas nécessairement être exactement égale à cette valeur, les équations restant valides pour toute valeur de Ro ; cependant, une valeur de Ro située dans cette plage devrait permettre de mesurer la tension avec une résolution satisfaisante.

ANNEXE 6

Méthode de confirmation du bon fonctionnement du système de surveillance de la résistance d'isolement

Le système de surveillance de la résistance d'isolement doit être mis à l'essai selon la procédure ci-après :

a) Déterminer la résistance d'isolement Ri de la chaîne de traction électrique équipée du système de surveillance de l'isolement électrique selon la procédure décrite à l'annexe 5A ;

b) Si la valeur minimale de la résistance d'isolement requise conformément au paragraphe 5.1.3.1 ou au paragraphe 5.1.3.2 est de 100 Ω/V, insérer une résistance de la valeur Ro entre l'un ou l'autre des pôles du rail haute tension présentant une valeur inférieure en U_1 ou U_2 mesurée conformément au paragraphe 2.2.3 de l'annexe 5A et la masse électrique. La valeur de Ro doit être telle que :

$$1 / (1 / (95 \times U) - 1 / Ri) \leq Ro < 1 / (1 / (100 \times U) - 1 / Ri)$$

où U est la tension de fonctionnement de la chaîne de traction électrique.

c) Si la valeur minimale de la résistance d'isolement requise conformément au paragraphe 5.1.3.1 ou au paragraphe 5.1.3.2 est de 500 Ω/V, insérer une résistance de la valeur Ro entre l'un ou l'autre des pôles du rail haute tension présentant une valeur inférieure en U_1 ou U_2 mesurée conformément au paragraphe 2.2.3 de l'annexe 5A et la masse électrique. La valeur de Ro doit être telle que :

$$1 / (1 / (475 \times U) - 1 / Ri) \leq Ro < 1 / (1 / (500 \times U) - 1 / Ri)$$

où U est la tension de fonctionnement de la chaîne de traction électrique.

ANNEXE 7A

Méthode documentaire permettant aux autorités chargées des essais de s'assurer que le système électrique d'un véhicule satisfait aux prescriptions en matière de résistance à l'isolement après une exposition à l'eau

On trouvera dans la présente annexe les prescriptions à appliquer pour la certification des dispositifs ou des éléments sous haute tension utilisés par le constructeur pour les protéger contre les effets de l'eau plutôt que de les soumettre à des essais physiques. En règle générale, la conception ou les composants électriques des véhicules doivent être conformes aux exigences spécifiées aux paragraphes 5.1.1 (Protection contre le contact direct), 5.1.2 (Protection contre le contact indirect) et 5.1.3 (Résistance d'isolement), respectivement ; ces vérifications doivent être effectuées séparément par l'autorité chargée des essais. Les constructeurs doivent indiquer aux autorités chargées des essais à quel endroit du véhicule doit être monté chacun des éléments sous haute tension.

1. Les documents fournis doivent préciser :

   a) La méthode utilisée par le constructeur pour voir si la résistance à l'isolement du système électrique du véhicule satisfait aux prescriptions en utilisant de l'eau douce ;

   b) La méthode utilisée, une fois l'essai effectué, pour voir si de l'eau est entrée dans le système ou dans l'un de ses éléments, et la méthode utilisée pour savoir si le système et tous ses éléments, en fonction de leur emplacement, ont été correctement protégés de l'eau.

2. Les autorités chargées des essais doivent vérifier l'authenticité des conditions observées, lesquelles doivent avoir été respectées lors de la certification par le constructeur :

2.1 Il est admis que, pendant l'essai, l'humidité contenue à l'intérieur du carter de protection se soit en partie condensée. Le dépôt de rosée n'est pas considéré comme une entrée d'eau. Aux fins des essais, la surface du système haute tension ou de ses éléments soumis aux essais est calculée avec une précision de 10 %. Dans la mesure du possible, le système haute tension ou ses éléments sont soumis à l'essai et mis sous tension. Si tel est le cas, des précautions suffisantes doivent être prises.

2.2 Pour les éléments électriques fixés à l'extérieur (par exemple dans le compartiment moteur) non protégés par en dessous et placés à un endroit exposé ou protégé, les autorités chargées des essais doivent s'assurer, afin de respecter les prescriptions, que la surface du système haute tension ou de ses éléments a été arrosée de toutes les directions possibles au moyen d'une buse d'essai normalisée décrite à la figure 1. Les valeurs ci-dessous doivent être respectées pendant l'essai :

   a) Diamètre intérieur de la buse : 6,3 mm ;

   b) Débit : 11,9-13,2 l/min ;

   c) Pression en sortie de buse : environ 30 kPa (0,3 bar) ;

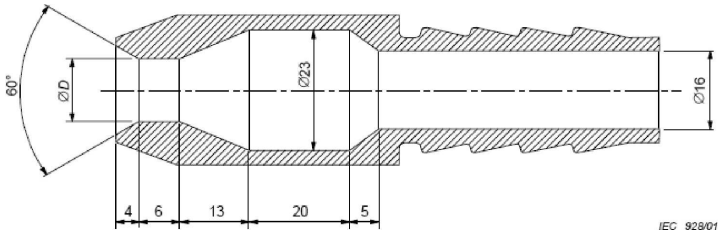
   d) Durée de l'essai par mètre carré de surface du système haute tension ou de ses éléments : 1 min ;

   e) Durée minimum de l'essai : 3 min ;

   f) Distance entre la buse et la surface de l'élément ou du système haute tension ou de l'un de ses éléments : environ 3 m (cette distance peut être réduite, le cas échéant, pour un meilleur mouillage en cas d'arrosage par en dessous).

Figure 1

Buse d'essai normalisée



Dimensions en millimètres.

Le diamètre *D* est égal à 6,3 mm, comme indiqué à l'alinéa a) du paragraphe 2.2 ci-dessus.

2.3 Pour les éléments électriques fixés à l'extérieur (par exemple dans le compartiment moteur) et protégés par en dessous, les autorités chargées des essais doivent s'assurer, afin de confirmer la conformité de l'élément, que :

a) Le carter protège l'élément contre une aspersion directe par en dessous et n'est pas visible ;

b) L'essai est effectué au moyen d'une buse d'arrosage telle que décrite à la figure 2 ;

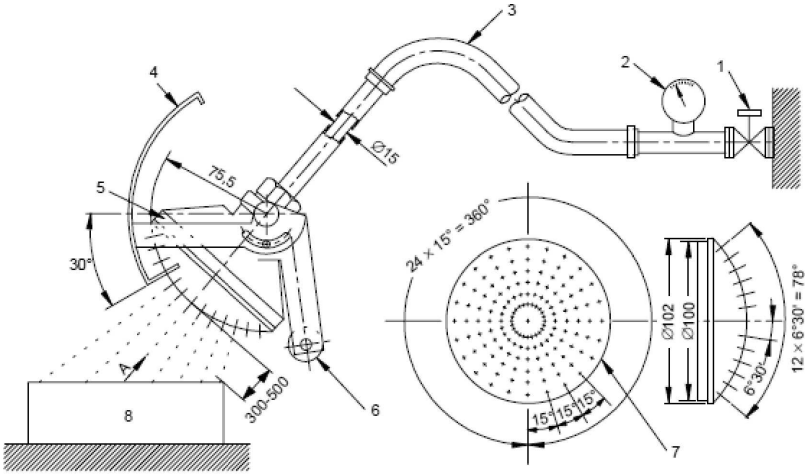
c) Le cache amovible est retiré de la buse et la machine est aspergée à partir de toutes les directions possibles ;

d) La pression de l'eau est réglée de façon à obtenir un débit de 10 ± 0,5 l/min, soit une pression approximative comprise entre 80 et 100 kPa (0,8 à 1,0 bar) ;

e) L'essai dure 1 minute par mètre carré de surface de la machine (à l'exclusion de tout élément de l'appareillage d'essai et de toute ailette de refroidissement) mais au minimum 5 min.

Figure 2

Buse d'arrosage d'essai



Dimensions en millimètres

Vue dans le sens indiqué par la flèche A (cache retiré)

IEC 927/01

Note :

1. Robinet d'arrêt
2. Manomètre
3. Tuyau souple
7. Buse d'arrosage en laiton percée de 121 trous de 0,5 mm de diamètre, répartis comme suit :
   1. 1 trou central
   2. 12 trous disposés sur un premier cercle, séparés par un écart angulaire de 30°°

4. Cache amovible (aluminium)
5. Buse d'arrosage
6. Contrepoids
7. 24 trous disposés sur un deuxième cercle, séparés par un écart angulaire de 15°°
8. Machine soumise à l'essai

3. L'ensemble du système sous haute tension et de ses éléments est vérifié pour s'assurer de leur conformité aux prescriptions de résistance à l'isolement définies au paragraphe 5.1.3, en respectant les conditions ci-dessous :

a) La masse électrique doit être simulée au moyen d'un conducteur électrique, par exemple une plaque de métal, à laquelle les éléments sont reliés au moyen des dispositifs habituels ;

b) Les câbles, s'ils existent, doivent être raccordés à l'élément.

4. Les pièces conçues pour ne pas être mouillées pendant le fonctionnement doivent rester sèches et aucune accumulation susceptible de les atteindre n'est tolérée à l'intérieur du système haute tension ou de l'un de ses éléments.

ANNEXE 7B

Épreuve de protection du véhicule contre les effets de l'eau

1. Lavage

Cette épreuve vise à simuler un lavage normal des véhicules, à l'exclusion des procédures spécifiques faisant usage de jets d'eau à haute pression et du lavage du dessous de caisse.

Les zones du véhicule concernées par cet essai sont les lignes de bordure, c'est-à-dire les joints entre deux pièces tels que les clapets, les joints des vitrages, le contour des éléments ouvrants, le contour de la calandre et les joints des feux.

Toutes les lignes de bordure doivent être exposées et aspergées d'eau dans toutes les directions au moyen d'une buse d'arrosage, dans les conditions correspondant au degré de protection IPX5 tel que défini à l'annexe 7A.

2. Traversée d'un plan d'eau dormante

Le véhicule doit être conduit dans un bassin d'eau de 10 cm de profondeur, sur une distance de 500 m, à une vitesse de 20 km/h, pendant une durée d'environ 90 s. Si le bassin utilisé mesure moins de 500 m de long, le véhicule doit le parcourir plusieurs fois. La durée totale de l'essai, y compris le temps passé à l'extérieur du bassin, doit être inférieure à 10 min.

ANNEXE 8

Détermination des émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge du SRSEE

1. Introduction

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

2. Description des essais

L'essai décrit ici (fig. 1 de l'annexe 8) vise à mesurer les émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge du SRSEE avec le chargeur. Il comporte les phases suivantes :

a) Préparation du véhicule/SRSE ;

b) Décharge du SRSEE ;

c) Détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale ;

d) Détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur présentant une défaillance.

3. Essais

3.1 Essai sur le véhicule

3.1.1 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 du SRSEE soumis à l'essai d'émissions d'hydrogène.

3.1.2 Si le SRSEE est utilisé à une température supérieure à la température ambiante, l'opérateur doit suivre la méthode recommandée par le constructeur pour maintenir la température du SRSEE dans la plage de fonctionnement normal.

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

3.2 Essai sur un élément

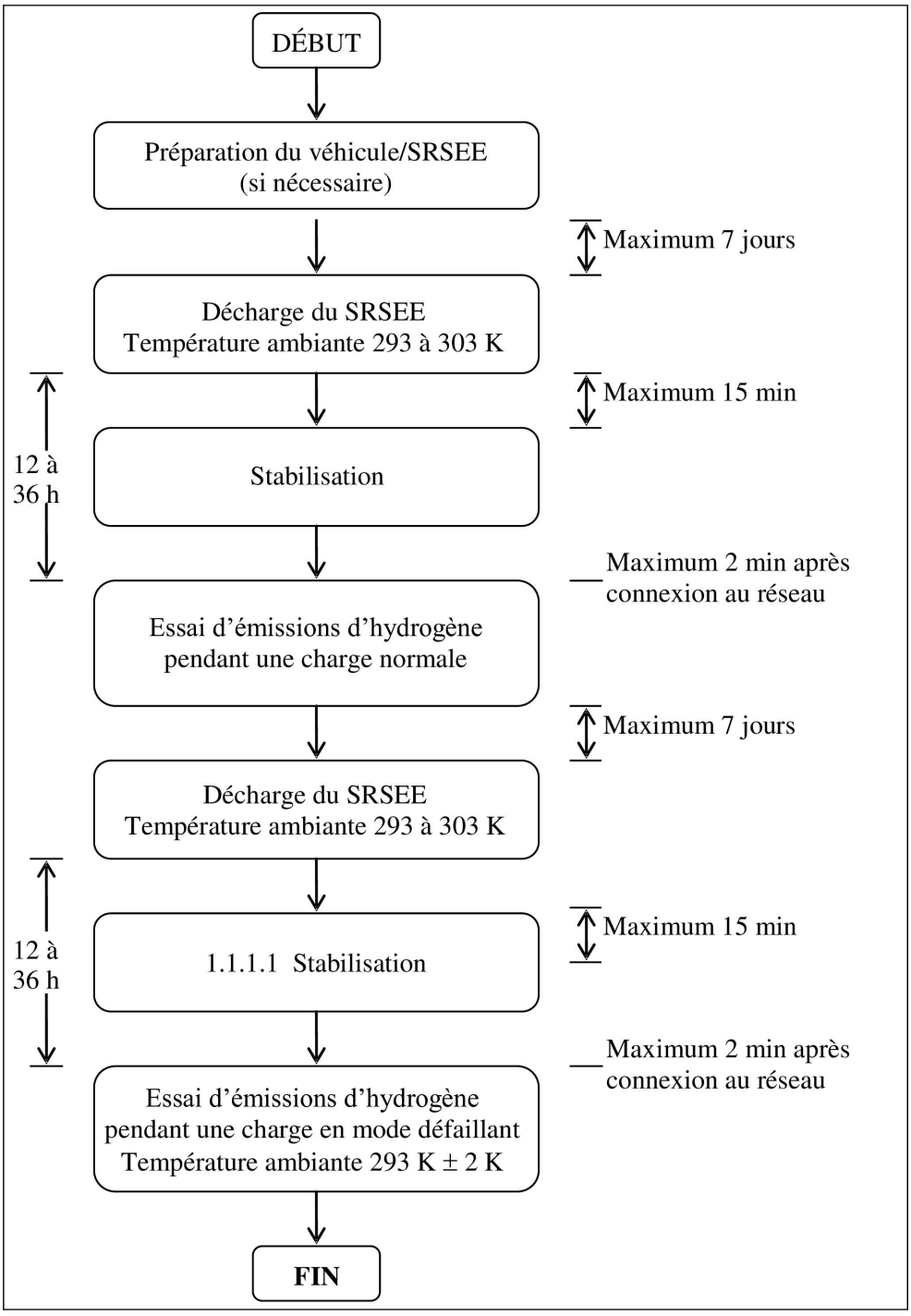
3.2.1 Le SRSEE doit être en bon état mécanique et avoir été soumis à au moins cinq cycles standard (comme indiqué à l'appendice 1 de l'annexe 9).

3.2.2 Si le SRSEE est utilisé à une température supérieure à la température ambiante, l'opérateur doit appliquer la méthode recommandée par le constructeur pour maintenir la température du SRSEE dans la plage de fonctionnement normal.

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

Figure 1

Détermination des émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge du SRSEE



4. Appareillage pour l'essai d'émissions d'hydrogène

4.1 Banc à rouleaux

Le banc à rouleaux doit satisfaire aux exigences de la série 06 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/SRSEE soumis à l'essai. Le véhicule/SRSEE 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 ±2K 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 l'annexe 8.

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 ±5 hPa.

Le volume de l'enceinte doit pouvoir être réglé et fixé à une valeur déterminée. Une enceinte à volume variable doit permettre une variation par rapport à son «volume nominal» (voir annexe 8, 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 brassage.

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 % ± 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 % ± 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 au moins équivalentes à celles des 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 m ± 0,2 m.

4.4.2 Les températures à proximité des éléments 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 ±1,0 K et la résolution de cet équipement doit être égale à 0,1 K.

4.4.5 Le système d'enregistrement ou de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une résolution de ±15 s.

4.5 Enregistrement de la pression

4.5.1 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, la différence Δp 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 ±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 ±15 s.

4.6 Enregistrement de la tension et de l'intensité

4.6.1 Sur l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, la tension et l'intensité (batterie) délivrées par le chargeur 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 ±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 ±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 ±15 s.

4.7 Ventilateurs

L'enceinte devra être équipée d'un ou de plusieurs ventilateurs ou soufflantes ayant un débit de 0,1 à 0,5 m^3/s, pour assurer un brassage complet de l'atmosphère de l'enceinte. Il convient d'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_1 équivalent ; < 1 ppm CO ; < 400 ppm CO_2 ; < 0,1 ppm NO) ; concentration d'oxygène de 18 à 21 % en volume ;

b) Hydrogène (H_2), 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_2) et d'air synthétique purifié. Les concentrations réelles d'un gaz d'étalonnage doivent être conformes à la valeur nominale ±2 % près. La justesse de la concentration des gaz dilués obtenus en utilisant un mélangeur-doseur de gaz doit être de ±2 % de la valeur nominale. Les valeurs de concentration indiquées dans l'appendice 1 de l'annexe 8 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/SRSEE ;

b) Décharge du SRSEE ;

c) Détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale ;

d) Décharge du SRSEE ;

e) Détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur à l'état défaillant.

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

5.1 Essai sur le véhicule

5.1.1 Préparation du véhicule

L'état de vieillissement du SRSEE doit être vérifié ; il doit être démontré 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 du SRSEE soumis à l'essai d'émissions d'hydrogène. Si ce fait ne peut pas être prouvé, la procédure suivante doit être appliquée.

5.1.1.1 Décharges et charges initiales du SRSEE

La procédure commence par la décharge du SRSEE par fonctionnement du véhicule sur piste ou sur banc à rouleaux à une vitesse stabilisée représentant 70 % ± 5 % de la vitesse maximale du véhicule sur 30 min.

La décharge est arrêtée :

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 que le véhicule doit être arrêté ; ou

c) Lorsque la distance de 100 km a été couverte.

5.1.1.2 Charge initiale du SRSEE

La charge est effectuée :

a) Avec le chargeur ;

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 du SRSEE correspond à l'arrêt automatique commandé par le chargeur.

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

5.1.1.3 La procédure décrite aux paragraphes 5.1.1.1 et 5.1.1.2 doit être répétée deux fois.

5.1.2 Décharge du SRSEE

Le SRSEE est déchargé par fonctionnement du véhicule sur piste ou sur banc à rouleaux à une vitesse stabilisée représentant 70 % ± 5 % de la vitesse maximale du véhicule sur 30 min.

La décharge est arrêtée ;

a) Lorsque les instruments de bord de série indiquent au conducteur que le véhicule doit être arrêté ; ou

b) Lorsque la vitesse maximale atteinte par le véhicule est inférieure à 20 km/h.

5.1.3 Phase de stabilisation

Dans les 15 min qui suivent la fin de l'opération de décharge du SRSEE décrite au paragraphe 5.1.2, le véhicule est placé dans la zone de stabilisation à une température de 293 K ± 2 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 du SRSEE et le début de l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale.

5.1.4 Essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale

5.1.4.1 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 brassage de l'enceinte doivent également être mis en marche.

5.1.4.2 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et calibré immédiatement avant l'essai.

5.1.4.3 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.

5.1.4.4 Le véhicule doit être raccordé au réseau. Le SRSEE est soumis à la procédure de charge normale définie au paragraphe 5.1.4.7 ci-dessous.

5.1.4.5 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.

5.1.4.6 La période de l'essai d'émissions d'hydrogène en charge normale commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. La concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs initiales correspondantes C_{H2i}, 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 de la présente annexe). 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.

5.1.4.7 Procédure de charge normale

La charge normale est réalisée avec le chargeur et se déroule en deux phases, à savoir :

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 du SRSEE correspond à l'arrêt automatique du chargeur 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.

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

5.1.4.9 L'essai se termine à $t_1 + t_2$ ou $t_1 + 5$ h après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.1.4.6 de l'annexe 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_{H2f}, T_f et P_f pour l'essai en mode charge normale, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6 de l'annexe 8.

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

5.1.5.1 Dans un délai maximal de sept jours après l'essai précédent, on commence par décharger le SRSEE suivant les conditions fixées par le paragraphe 5.1.2 de l'annexe 8.

5.1.5.2 Répéter les étapes de la procédure décrite au paragraphe 5.1.3 de l'annexe 8.

5.1.5.3 Avant l'achèvement de la phase de stabilisation, l'enceinte de mesure doit faire l'objet d'une purge pendant plusieurs minutes, jusqu'à obtenir une concentration résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de brassage de l'enceinte doivent également être mis en marche.

5.1.5.4 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et calibré immédiatement avant l'essai.

5.1.5.5 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.

5.1.5.6 Le véhicule est raccordé au secteur. Le SRSEE est soumis à la procédure de charge en mode défaillant définie au paragraphe 5.1.5.9 de la présente annexe.

5.1.5.7 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.

5.1.5.8 La période de l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. La concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs initiales correspondantes C_{H2i}, 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 de l'annexe 8). 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.

5.1.5.9 Procédure de charge en mode défaillant

La charge en mode défaillant est réalisée avec le chargeur et se déroule en deux phases, à savoir :

a) Phase de charge à puissance constante d'une durée t'_1 ;

b) Phase de charge au courant maximal recommandé par le fabriquant d'une durée de 30 min. Durant cette phase, le chargeur doit fournir ce courant maximal applicable.

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

5.1.5.11 L'essai se termine à $t'_1 + 30$ min après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.1.5.8 ci-dessus. 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_{H2f}, T_f et P_f pour l'essai de charge en mode défaillant, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6 de l'annexe 8.

5.2 Essai sur le composant

5.2.1 Préparation du SRSEE

L'état de vieillissement du SRSEE doit être vérifié ; il doit être démontré qu'il a été soumis à au moins 5 cycles standard (comme il est indiqué à l'appendice 1 de l'annexe 8).

5.2.2 Décharge du SRSEE

Le SRSEE est déchargé à 70 % ± 5 % de la puissance nominale du système.

La décharge est arrêtée lorsque le niveau de charge minimal spécifié par le constructeur est atteint.

5.2.3 Phase de stabilisation

Dans les 15 min qui suivent l'achèvement de l'opération de décharge du SRSEE décrite au paragraphe 5.2.2 ci-dessus et avant le début de l'essai d'émissions d'hydrogène, le SRSEE est placé dans la zone de stabilisation à une température de 293 K ± 2 K. La phase de stabilisation dure entre 12 h au minimum et 36 h au maximum.

5.2.4 Essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale

5.2.4.1 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 brassage de l'enceinte doivent également être mis en marche.

5.2.4.2 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et calibré immédiatement avant l'essai.

5.2.4.3 À la fin de la phase de stabilisation, le SRSEE doit être poussé moteur arrêté dans l'enceinte de mesure.

5.2.4.4 Le SRSEE est soumis à la procédure de charge normale définie au paragraphe 5.2.4.7 ci-dessous.

5.2.4.5 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.

5.2.4.6 La période pour l'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge normale commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. La concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs initiales correspondantes C_{H2i}, 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 de l'annexe 8). 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.

5.2.4.7 Procédure de charge normale

La charge normale est réalisée avec un chargeur approprié 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 du SRSEE correspond à l'arrêt automatique du chargeur 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 le SRSEE n'est pas encore complètement chargé.

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

5.2.4.9 L'essai se termine à $t_1 + t_2$ ou $t_1 + 5$ h après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.2.4.6 ci-dessus. 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_{H2f}, T_f et P_f pour l'essai en mode charge normale, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6 de l'annexe 8.

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

5.2.5.1 Dans un délai maximal de sept jours après l'essai décrit au paragraphe 5.2.4 ci-dessus, la procédure d'essai doit commencer par la décharge du SRSEE du véhicule suivant les conditions fixées par le paragraphe 5.2.2 ci-dessus.

5.2.5.2 Répéter les étapes de la procédure décrite au paragraphe 5.2.3 ci-dessus.

5.2.5.3 Avant l'achèvement de la phase de stabilisation, l'enceinte de mesure doit faire l'objet d'une purge pendant plusieurs minutes, jusqu'à obtenir une concentration résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de brassage de l'enceinte doivent également être mis en marche à ce moment.

5.2.5.4 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et calibré immédiatement avant l'essai.

5.2.5.5 À la fin de la phase de stabilisation, le SRSEE doit être amené dans l'enceinte de mesure.

5.2.5.6 Le SRSEE est soumis à la procédure de charge en mode défaillant définie au paragraphe 5.2.5.9 ci-après.

5.2.5.7 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.

5.2.5.8 La période d'essai d'émissions d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. La concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs initiales correspondantes C_{H2i}, 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 de l'annexe 8). La température ambiante T de l'enceinte ne doit pas être inférieure à 291 K, ni supérieure à 295 K pendant la période de charge en mode défaillant.

5.2.5.9 Procédure de charge en mode défaillant

La charge en mode défaillant est réalisée avec un chargeur approprié 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 recommandé par le constructeur d'une durée de 30 min. Durant cette phase, le chargeur doit fournir le courant maximal applicable recommandé par le constructeur.

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

5.2.5.11 L'essai se termine à $t'_1 + 30$ min après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.2.5.8 ci-dessus. 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_{H2f}, T_f et P_f pour l'essai de charge en mode défaillant, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6 ci-après.

6. Calculs

Les essais d'émissions d'hydrogène décrits au paragraphe 5 ci-dessus servent de base au 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 :

$$M_{H2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{(1 + \frac{V_{out}}{V}) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

Avec :

M_{H2} = masse d'hydrogène (g)

C_{H2} = valeur mesurée de la concentration en hydrogène dans l'enceinte en ppm volume

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

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 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 massiques d'hydrogène dans le cas du SRSEE sont égales à ;

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

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

Annexe 8 – 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 barres de contreventement. On détermine le volume interne de l'enceinte d'après ces mesures.

L'enceinte est réglée et fixée à un volume déterminé et maintenue à une température ambiante de 293 K. Le volume nominal ainsi calculé devra pouvoir se répéter à ±0,5 % près.

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

2.1.3 On vérifie alors l'étanchéité de l'enceinte, en procédant comme indiqué au paragraphe 2.3 de l'annexe 8. Si la valeur trouvée pour la masse d'hydrogène ne correspond pas à la masse injectée, à ±2 % près, des mesures doivent être prises 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 ci-dessus, l'enceinte à volume variable peut être utilisée en configuration verrouillée ou non verrouillée. La température ambiante doit être maintenue à 293 K ± 2 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 brassage 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 le calibrer ensuite.

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 brassage 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_{H2i}, 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 brassage 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_{H2f}, 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 de l'annexe 8. 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 ci-dessus) 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 brassage, 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 K ± 2 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_{H2i}, 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 ±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 ci-dessus et de la formule indiquée au paragraphe 2.4 ci-dessous, calculer la masse d'hydrogène contenue dans l'enceinte. Cette valeur doit être à ±2 % près égale à celle de la masse d'hydrogène mesurée au paragraphe 2.3.6 ci-dessous.

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 ci-dessous, calculer la masse d'hydrogène, d'après les valeurs mesurées aux paragraphes 2.3.7 et 2.3.9 ci-dessus. Cette masse ne doit pas différer de plus de 5 % de la masse d'hydrogène obtenue au paragraphe 2.3.8. ci-dessus.

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 :

$$M_{H2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{(1 + \frac{V_{out}}{V}) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

Avec :

M_{H2} = masse d'hydrogène (g)

C_{H2} = 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 8.

Sur chacune des gammes 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 trois, le nombre de points d'étalonnage doit au moins être égal au degré du polynôme plus deux.

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 ci-dessus, on établit un tableau donnant les valeurs vraies de la concentration en regard des valeurs indiquées, par paliers ne dépassant pas 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 de zéro et de calibrage au potentiomètre (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 8 – 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 d'émissions d'hydrogène.

   SRSEE :

   a) Marque de fabrique ou de commerce du SRSEE ;

   b) Énumération de tous les types de couples électrochimiques utilisés ;

   c) Nombre d'éléments du SRSEE ;

   d) Nombre de sous-systèmes du SRSEE ;

   e) Tension nominale du SRSEE (V) ;

   f) Énergie du SRSEE (kWh) ;

   g) Taux de recombinaison des gaz (%) ;

   h) Type(s) de système de ventilation pour les sous-systèmes du SRSEE ;

   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.

ANNEXE 9

Procédure d'essai applicable aux SRSEE

Annexe 9 – Appendice 1

Procédure à suivre pour effectuer un cycle standard

Un cycle standard commence par une décharge standard et est suivie d'une charge standard. Le cycle standard doit être effectué à une température ambiante de 20 ± 10 °C.

Décharge standard :

Régime de décharge:	La procédure de décharge, y compris le critère d'arrêt, doit être définie par le constructeur. Sauf autre disposition, la décharge doit se faire à une intensité de 1C pour un SRSEE complet et les sous-systèmes du SRSEE.
Limite de décharge (limite de tension):	Définie par le constructeur.

Pour un véhicule complet, la procédure de décharge au moyen d'un dynamomètre doit être définie par le constructeur. L'arrêt de la décharge intervient conformément aux commandes du véhicule.

Période de repos après décharge: Minimum 15 min.

Charge standard :

La procédure de charge est définie par le constructeur. Sauf autre disposition, la charge doit se faire à une intensité de C/3. La charge se poursuit jusqu'à ce qu'elle s'achève normalement. L'arrêt de la charge doit intervenir conformément au paragraphe 2 de l'appendice 2 de l'annexe 9 pour le SRSEE et les sous-systèmes du SRSEE.

Dans le cas d'un véhicule complet qui peut être chargé en utilisant une source externe, la procédure de charge au moyen d'une source électrique externe doit être définie par le constructeur. Dans le cas d'un véhicule complet qui peut être chargé en utilisant des sources d'énergie embarquées, la procédure de charge au moyen d'un dynamomètre doit être définie par le constructeur. L'arrêt de la charge intervient conformément aux commandes du véhicule.

Annexe 9 – Appendice 2

Procédure d'ajustement du niveau de charge

1. L'ajustement du niveau de charge doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C pour les essais sur véhicule et de 22 ± 5 °C pour les essais sur les composants.

2. Le niveau de charge du dispositif soumis à l'essai doit être ajusté conformément à l'une des procédures ci-après, selon le cas. Lorsque différentes procédures de charge sont possibles, le SRSEE doit être chargé conformément à la procédure qui permet d'obtenir le plus haut niveau de charge :

   a) Dans le cas d'un véhicule équipé d'un SRSEE conçu pour être chargé depuis l'extérieur, le SRSEE doit être porté au plus haut niveau de charge possible conformément à la procédure spécifiée par le constructeur pour un fonctionnement normal, jusqu'à ce que la charge s'achève normalement ;

   b) Dans le cas d'un véhicule équipé d'un SRSEE conçu pour être chargé uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée, le SRSEE doit être porté au plus haut niveau de charge pouvant être obtenu dans les conditions d'utilisation normales du véhicule. Le constructeur doit indiquer le mode de fonctionnement du véhicule à utiliser pour atteindre ce niveau de charge ;

   c) Dans le cas où le dispositif soumis à l'essai est le SRSEE ou l'un de ses sous-systèmes, le dispositif soumis à l'essai doit être porté au plus haut niveau de charge possible conformément à la procédure spécifiée par le constructeur pour un fonctionnement normal, jusqu'à ce que la charge s'achève normalement. Les procédures spécifiées par le constructeur pour la fabrication, la réparation ou l'entretien peuvent être considérées comme appropriées si elles permettent d'atteindre un niveau de charge équivalent à celui obtenu dans les conditions normales d'utilisation. Dans le cas où le dispositif soumis à l'essai ne contrôle pas lui-même le niveau de charge, ce dernier doit être porté à au moins 95 % du niveau de charge normal maximal défini par le constructeur pour la configuration particulière du dispositif soumis à l'essai.

3. Lorsque le véhicule ou le sous-système du SRSEE est soumis à l'essai, le niveau de charge ne doit pas être inférieur à 95 % du niveau de charge visé aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus dans le cas des SRSEE conçus pour être chargés depuis l'extérieur, et ne doit pas être inférieur à 90 % du niveau de charge visé aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus dans le cas des SRSEE conçus pour être chargés uniquement au moyen d'une source d'énergie embarquée. Le niveau de charge doit être confirmé par une méthode prévue par le constructeur.

ANNEXE 9A

Essai de vibration

1. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier la sécurité de fonctionnement du SRSEE dans un milieu vibratoire auquel il sera probablement exposé dans les conditions d'utilisation normales du véhicule.

2. Installation

2.1 L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet soit sur un ou plusieurs de ses sous-systèmes. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module électronique de gestion du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, ce module peut ne pas être installé sur le dispositif soumis à l'essai, à la demande du constructeur.

2.2 Le dispositif soumis à l'essai doit être solidement assujetti sur le plateau du vibrateur de manière que les vibrations lui soient transmises directement.

Le dispositif soumis à l'essai doit être monté tel qu'il est monté sur le véhicule, avec ses points de fixation d'origine s'il en est doté.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Le dispositif doit être soumis à l'essai dans les conditions suivantes :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 22 ± 5 °C ;

b) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

c) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection qui affectent les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de cet essai doivent être en fonction.

3.2 Mode opératoire

Le dispositif soumis à l'essai doit être soumis à une vibration de forme sinusoïdale avec balayage logarithmique des fréquences de 7 Hz à 50 Hz puis retour à 7 Hz en 15 min. Ce cycle est répété 12 fois pendant 3 h au total dans la direction verticale par rapport à l'orientation de montage du SRSEE définie par le constructeur.

La corrélation entre la fréquence et l'accélération doit être conforme aux données du tableau 1 :

Tableau 1

Fréquence et accélération

Fréquence (Hz)	Accélération (m/s2)
7-18	10
18-30	réduite progressivement de 10 à 2
30-50	2

À la demande du constructeur, on peut utiliser un niveau d'accélération plus élevé ainsi qu'une fréquence maximale supérieure.

À la demande du constructeur et en accord avec le service technique, le tableau de corrélation entre la fréquence et l'accélération (tableau 1) peut être remplacé par un profil caractéristique d'essai de vibrations déterminé par le constructeur du véhicule et dont il a été démontré qu'il pouvait être appliqué au véhicule. L'homologation d'un SRSEE soumis à l'essai conformément à ces conditions n'est valable que pour l'installation sur un type de véhicule donné.

Après l'essai de vibrations, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas inhibée par le système soumis à l'essai.

L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9B

Essai de choc thermique et de cycles thermiques

1. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier la résistance du SRSEE à des changements soudains de température. Le SRSEE doit être soumis à un nombre déterminé de cycles thermiques, qui débutent à température ambiante et se poursuivent par une alternance de températures élevées et basses. Il s'agit de simuler les changements de température par lesquels un SRSEE est susceptible de passer au cours de sa durée de vie.

2. Installation

L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet soit sur un ou plusieurs des sous-systèmes du SRSEE. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes du SRSEE, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module de gestion électronique du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, le module de gestion peut être omis de l'installation sur le système soumis à l'essai, si le constructeur en fait la demande.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent au dispositif au début de l'essai :

a) Le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

b) Tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner.

3.2 Mode opératoire

Le dispositif soumis à l'essai doit être entreposé au moins 6 h à la température de 60 °C ± 2 °C, ou à une température plus élevée si le constructeur le demande, puis au moins 6 h à la température de -40 °C ± 2 °C, ou à une température plus basse si le constructeur le demande. Il ne doit pas s'écouler plus de 30 min entre les phases de température extrême. La procédure est répétée jusqu'à ce qu'au moins cinq cycles complets aient été effectués, puis le dispositif soumis à l'essai est entreposé pendant 24 h à température ambiante (22 °C ± 5 °C).

Après l'entreposage de 24 h, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas inhibée par le système soumis à l'essai.

L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9C

Choc mécanique

1. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier la sécurité de fonctionnement du SRSEE sous l'effet de forces d'inertie susceptibles d'être engendrées par un accident du véhicule.

2. Installation

2.1 L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet soit sur un ou plusieurs des sous-systèmes. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes du SRSEE, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module électronique de gestion du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, le module de gestion peut être omis de l'installation sur le système soumis à l'essai, si le constructeur en fait la demande.

2.2 Le dispositif soumis à l'essai ne doit être relié au montage d'essai que par le système prévu pour fixer le SRSEE ou le sous-système du SRSEE au véhicule.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ;

b) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

c) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner.

3.2 Mode opératoire

Le dispositif soumis à l'essai doit être décéléré ou accéléré selon les plages de tolérance définies dans les tableaux 1 à 3. Le constructeur décide si les essais doivent être menés dans le sens positif, dans le sens négatif ou dans les deux sens.

On peut utiliser un dispositif distinct pour chacune des impulsions d'essai spécifiées.

Les impulsions d'essai doivent être comprises entre les limites minimale et maximale définies dans les tableaux 1 à 3. Un niveau de choc plus élevé ou une durée plus longue que le prescrivent les tableaux 1 à 3 peuvent être appliqués si le constructeur le recommande.

L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

Figure 1

Description générale des impulsions d'essai

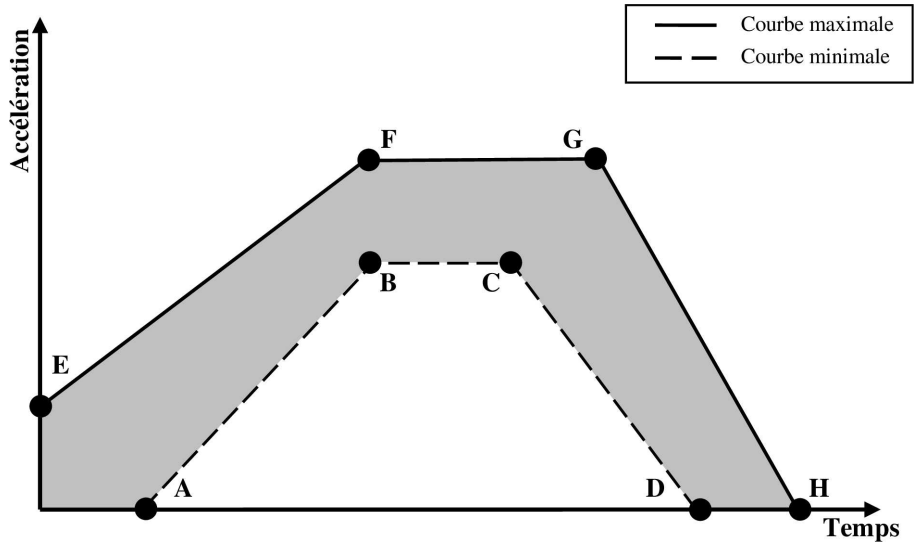


Tableau 1 pour les véhicules des catégories M_1, N_1, O_1 et O_2 ([1]) :

Point	Temps (ms)	Accélération (g)	
		Longitudinale	Transversale
A	20	0	0
B	50	20	8
C	65	20	8
D	100	0	0
E	0	10	4,5
F	50	28	15
G	80	28	15
H	120	0	0

Tableau 2 pour les véhicules des catégories M_2 et N_2 :

Point	Temps (ms)	Accélération (g)	
		Longitudinale	Transversale
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2,5

([1]) Pour les véhicules des catégories O_1 et O_2, à la demande du constructeur, les impulsions indiquées dans le tableau 2 du paragraphe 3.2 de l'annexe 9C peuvent être utilisées si la vitesse maximale par construction desdits véhicules est limitée à 100 km/h.

Point	Temps (ms)	Accélération (g)	
		Longitudinale	Transversale
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

Tableau 3 pour les véhicules des catégories M_3, N_3, O_3 et O_4 :

Point	Temps (ms)	Accélération (g)	
		Longitudinale	Transversale
A	20	0	0
B	50	6,6	5
C	65	6,6	5
D	100	0	0
E	0	4	2,5
F	50	12	10
G	80	12	10
H	120	0	0

L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9D

Intégrité mécanique

1. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier la sécurité de fonctionnement du SRSEE sous l'effet de forces mécaniques susceptibles d'être produites lorsque le véhicule entre en collision.

2. Installation

2.1 L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet soit sur un ou plusieurs des sous-systèmes qui en font partie, notamment les piles-éléments et leurs connexions électriques. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module électronique de gestion du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, le module de gestion peut être omis de l'installation sur le système soumis à l'essai, si le constructeur en fait la demande.

2.2 Le dispositif soumis à l'essai doit être relié au montage d'essai de la manière recommandée par le constructeur.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ;

b) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

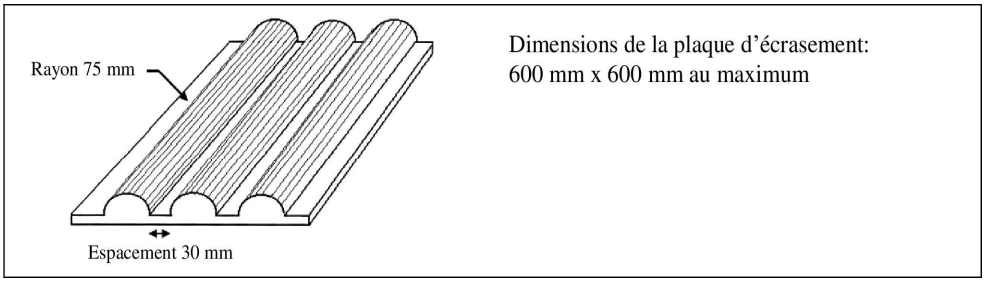
c) Au début de l'essai, tous les dispositifs internes et externes de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner ;

d) Dans le cas où le paragraphe 6.4.2.1.2 est appliqué, des éléments de carrosserie, des barrières de protection électrique, des carters ou d'autres dispositifs de protection mécanique contre les contacts, qu'ils soient situés à l'extérieur ou à l'intérieur du SRSEE, peuvent être fixés au dispositif soumis à l'essai si le constructeur le demande. Le constructeur définit les pièces qui assurent la protection mécanique du SRSEE. Pour l'essai, le SRSEE peut être monté sur cette structure d'une manière qui corresponde à son montage sur le véhicule.

3.2 Épreuve d'écrasement

3.2.1 Force d'écrasement

Le dispositif à l'essai doit être soumis à une force d'écrasement entre une embase résistante et une plaque d'écrasement, comme représenté à la figure 1, d'au moins 100 kN, mais d'au plus 105 kN, sauf indication contraire selon le paragraphe 6.4.2 du présent Règlement, avec un temps de montée en force de moins de 3 min et un temps de maintien d'au moins 100 ms, mais d'au plus 10 s



À la demande du constructeur, une valeur plus élevée de la force d'écrasement, du temps de montée, du temps de maintien ou des trois à la fois, peut être appliquée. Les conditions d'application de la force doivent être déterminées par le constructeur compte tenu du sens de déplacement du SRSEE par rapport à son installation dans le véhicule. La force est appliquée : a) horizontalement et dans le sens du déplacement du SRSEE ; et b) horizontalement et perpendiculairement au sens du déplacement du SRSEE. On peut utiliser un dispositif distinct pour chacune des directions d'essai spécifiées. L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9E

Résistance au feu

1. Objet

Cet essai a pour objet de vérifier la sécurité de fonctionnement du SRSEE en cas d'exposition à un feu venu de l'extérieur du véhicule à la suite, par exemple, d'une perte de carburant par un véhicule (soit le véhicule lui-même soit un véhicule se trouvant à proximité). Le conducteur et les passagers doivent alors disposer d'assez de temps pour évacuer le véhicule.

2. Installation

2.1 L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet sur un ou plusieurs des sous-systèmes. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes du SRSEE, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module électronique de gestion du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, le module de gestion peut être omis de l'installation sur le système soumis à l'essai, si le constructeur en fait la demande. Lorsque les sous-systèmes du SRSEE concernés sont répartis dans tout le véhicule, l'essai peut être effectué sur chaque composant pertinent du sous-système du SRSEE.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température égale ou supérieure à 0 °C ;

b) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

c) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner.

3.2 Mode opératoire

L'essai est effectué sur le véhicule ou sur un composant, au choix du constructeur :

3.2.1 Essai sur un véhicule

Le dispositif soumis à l'essai doit être fixé sur un montage d'essai reproduisant aussi fidèlement que possible les conditions de montage réelles ; aucun matériau combustible ne doit être utilisé pour cela, à l'exception des matériaux faisant partie du SRSEE. Le système de fixation du dispositif sur le montage d'essai doit être conforme aux prescriptions pertinentes qui s'appliquent à son installation dans un véhicule. Dans le cas d'un SRSEE conçu pour un véhicule spécifique, les pièces du véhicule qui affectent, de quelque manière que ce soit, la propagation du feu doivent être prises en considération.

3.2.2 Essai sur un composant

Dans le cas d'un essai effectué sur un composant, le constructeur peut choisir soit l'essai de feu d'essence en nappe, soit l'essai de feu avec un brûleur GPL.

Le dispositif soumis à l'essai doit être placé sur une table grillagée disposée au-dessus du bac et orienté conformément aux spécifications du constructeur.

Cette table grillagée doit être faite de tiges d'acier de 6 à 10 mm de diamètre séparées les unes des autres de 4 à 6 cm. En cas de besoin, ces tiges d'acier peuvent être soutenues par des plaques d'acier.

3.3 Préparation de l'essai de feu d'essence en nappe (sur un véhicule ou sur un composant)

La flamme à laquelle le dispositif soumis à l'essai est exposé est produite par la combustion, dans un bac, d'un carburant pour moteur à allumage commandé (ci-après dénommé «le carburant»). La quantité de carburant versée dans le bac doit suffire pour entretenir la flamme, dans des conditions de combustion libre, pendant la durée totale de la procédure d'essai.

Le feu doit couvrir l'ensemble de la surface du bac tout au long de l'essai. Le bac doit être suffisamment grand pour que les parois du dispositif soumis à l'essai soient exposées à la flamme. La longueur et la largeur du bac doivent donc être supérieures d'au moins 20 cm, mais pas de plus de 50 cm à celles du dispositif soumis à l'essai, en projection horizontale. Les parois latérales du bac ne doivent pas dépasser de plus de 8 cm le niveau du carburant au début de l'essai.

3.3.1 Le bac rempli de carburant est placé sous le dispositif soumis à l'essai de telle manière que la distance entre le niveau du carburant dans le bac et le bas du dispositif soit égale à la garde au sol prévue pour le dispositif lorsque le véhicule est vide si le paragraphe 3.2.1 ci-dessus s'applique ou à environ 50 cm si le paragraphe 3.2.2 ci-dessus s'applique. Soit le bac, soit le banc d'essai, soit les deux, doivent pouvoir être déplacés librement.

3.3.2 Au cours de la phase C de l'essai, le bac est recouvert d'une grille placée à 3 cm ± 1 cm au-dessus du niveau du carburant mesuré avant l'allumage du carburant. Cette grille doit être réalisée en un matériau réfractaire, conformément aux prescriptions de l'appendice 1 de l'annexe 9E. Il ne doit pas y avoir d'interstice entre les briques, qui doivent être soutenues de telle manière au-dessus du bac que les trous des briques ne soient pas masqués. La longueur et la largeur de la grille doivent être inférieures de 2 à 4 cm aux dimensions intérieures du bac, pour laisser un espace de ventilation de 1 à 2 cm entre la grille et la paroi du bac. Avant le début de l'essai, la grille doit être au moins à la température ambiante. Les briques réfractaires peuvent être refroidies à l'eau entre chaque essai de manière à garantir des conditions identiques pour chaque essai.

3.3.3 Si les essais sont effectués à l'air libre, des mesures de protection suffisantes doivent être prises contre le vent, dont la vitesse au niveau du bac ne doit pas dépasser 2,5 km/h.

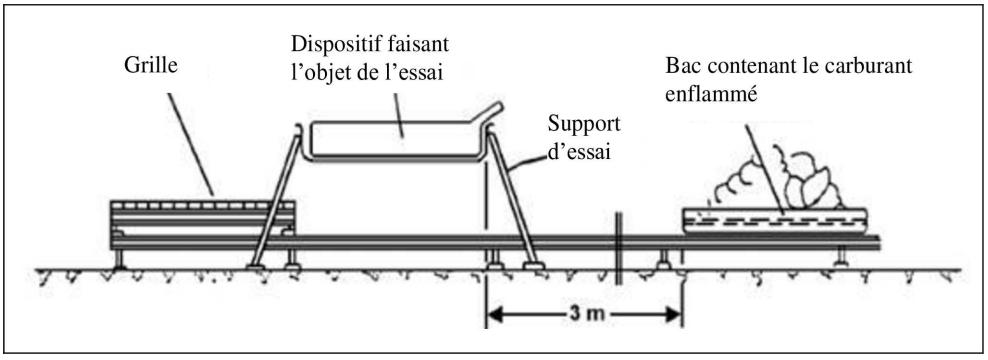
3.3.4 L'essai se déroule en trois phases (B à D) si la température du carburant est d'au moins 20 °C. Sinon il comporte quatre phases (A à D).

3.3.4.1 Phase A : Combustion préalable (fig. 1)

Le carburant dans le bac est enflammé à une distance d'au moins 3 m du dispositif soumis à l'essai. Après un temps de combustion préalable de 60 s, le bac est placé sous ce dispositif. Si le bac est trop grand pour pouvoir être déplacé sans risque (par exemple de déversement de liquide) il vaut mieux déplacer le dispositif soumis à l'essai et le banc d'essai au-dessus du bac.

Figure 1

Phase A : Combustion préalable

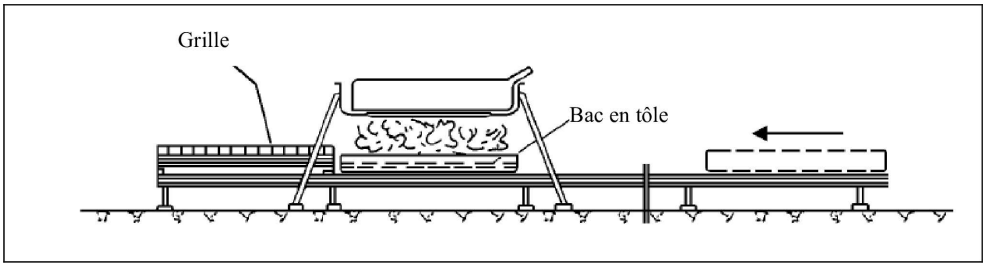


3.3.4.2 Phase B : Exposition directe à la flamme (fig. 2)

Pendant 70 s, on expose le dispositif soumis à l'essai à la flamme du carburant brûlant librement.

Figure 2

Phase B : Exposition directe à la flamme



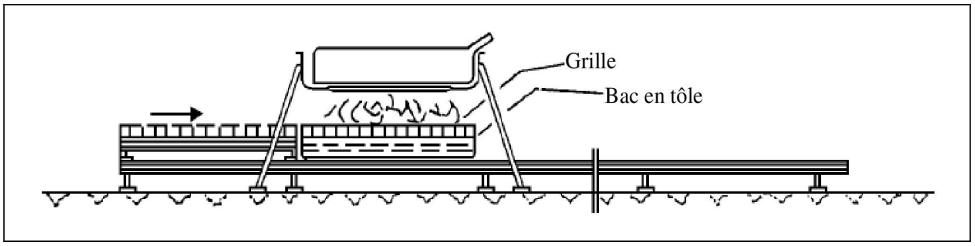
3.3.4.3 Phase C : Exposition indirecte à la flamme (fig. 3)

Dès que la phase B est terminée, la grille est placée entre le bac en feu et le dispositif soumis à l'essai, qui est alors exposé à cette flamme réduite pendant une nouvelle période de 60 s.

Au lieu de passer à la phase C de l'essai, il est possible, si le constructeur le souhaite, de prolonger la phase B de 60 s.

Figure 3

Phase C : Exposition indirecte à la flamme

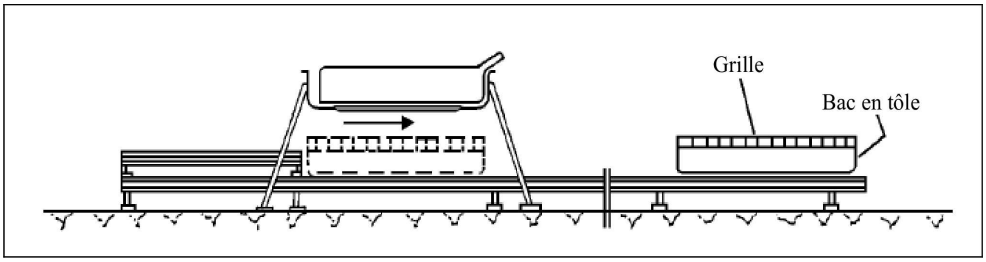


3.3.4.4 Phase D : Fin de l'essai (fig. 4)

Le bac enflammé recouvert de la grille est remis dans sa position initiale décrite dans la phase A. L'extinction du dispositif soumis à l'essai n'est pas autorisée. Une fois la grille retirée, le dispositif doit être observé pendant le temps nécessaire pour que la température de sa surface revienne à la température ambiante ou ait baissé pendant au moins 3 h.

Figure 4

Phase D : Fin de l'essai



3.4 Préparation de l'essai de feu avec un brûleur GPL (sur un composant)

3.4.1 Le dispositif soumis à l'essai doit être placé sur un banc d'essai, dans une position conforme aux spécifications du constructeur.

3.4.2 La flamme à laquelle le dispositif est soumis est obtenue au moyen d'un brûleur GPL. La hauteur de la flamme doit être d'environ 60 cm ou plus, sans le dispositif soumis à l'essai.

3.4.3 La température de la flamme doit être mesurée en continu au moyen de capteurs de température. Une température moyenne est calculée, au moins une fois par seconde pendant toute la durée de l'exposition au feu, sous forme de moyenne arithmétique des températures mesurées par tous les capteurs de température disposés conformément aux prescriptions du paragraphe 3.4.4.

3.4.4 Les capteurs de température doivent être installés à une hauteur de 5 ± 1 cm au-dessous du point le plus bas de la surface externe du dispositif soumis à l'essai, celui-ci étant orienté comme indiqué au paragraphe 3.4.1. Au moins un capteur de température doit être placé au centre du dispositif soumis à l'essai, et au moins quatre capteurs doivent être situés à 10 cm au plus du bord du dispositif et à distance à peu près égale les uns des autres.

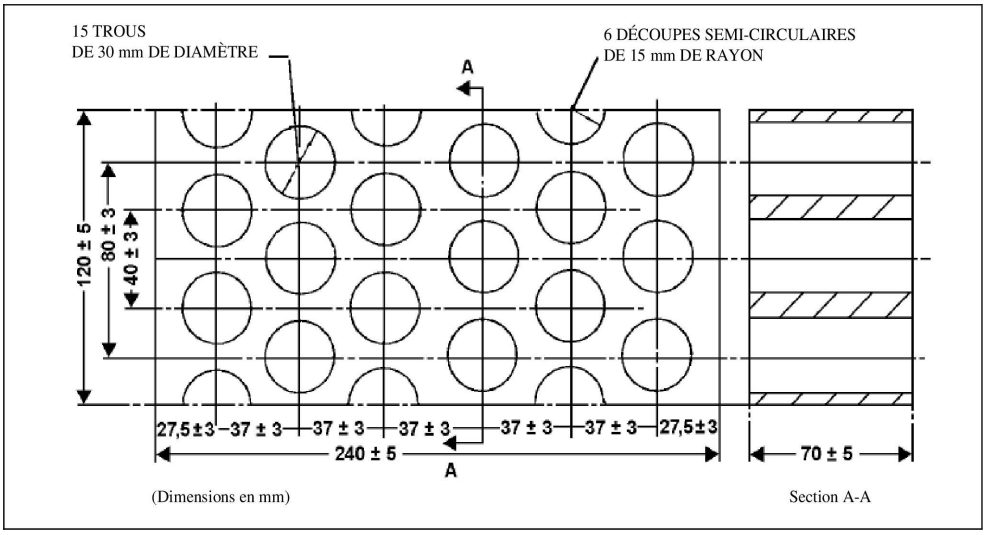
3.4.5 Le dessous du dispositif soumis à l'essai doit être directement exposé à une flamme régulière produite entièrement par la combustion de carburant. La flamme du brûleur GPL doit dépasser la projection horizontale du dispositif soumis à l'essai d'au moins 20 cm.

3.4.6 Une température moyenne de 800 °C doit être atteinte en 30 s et maintenue entre 800 °C et 1 100 °C. Le dispositif soumis à l'essai est ensuite exposé à la flamme pendant 2 min.

3.4.7 Une fois retiré de la flamme, le dispositif doit être observé pendant le temps nécessaire pour que la température de sa surface revienne à la température ambiante ou ait baissé pendant au moins 3 h.

Annexe 9E – Appendice 1

Cotes et caractéristiques techniques des briques réfractaires



Résistance au feu:	(Seger-Kegel) SK 30
Teneur en Al_2O_3:	30 à 33 %
Porosité ouverte (P_o):	20 à 22 % vol.
Masse volumique:	1 900 à 2 000 kg/m³
Surface effective perforée:	44,18 %

ANNEXE 9F

Protection contre les courts-circuits externes

1. Objet

Cet essai a pour objet de contrôler l'efficacité de la protection contre les courts-circuits pour éviter au SRSEE les graves dégâts qui en découleraient.

2. Installation

L'essai doit être effectué soit sur le SRSEE complet sur le ou les sous-systèmes. Si le constructeur choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes, le dispositif soumis à l'essai doit pouvoir fournir la tension nominale du SRSEE complet et le constructeur doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions. Si le module électronique de gestion du SRSEE n'est pas intégré au carter contenant les piles-éléments, le module de gestion peut être omis de l'installation sur le système soumis à l'essai, si le constructeur en fait la demande. Dans le cas d'un essai sur un véhicule complet, le constructeur peut indiquer comment raccorder un faisceau de câbles à proximité immédiate du SRSEE afin de provoquer un court-circuit.

3. Procédures

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ou plus élevée si le constructeur le demande ;

b) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément aux dispositions de l'appendice 2 de l'annexe 9 ;

c) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner ;

d) Pour les essais sur un véhicule complet, un faisceau de câbles est raccordé à l'emplacement prescrit par le constructeur et les systèmes de protection du véhicule dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner.

3.2 Court-circuit

Au début de l'essai tous les contacteurs principaux qui assurent la charge et la décharge doivent être fermés pour représenter le mode actif de marche ainsi que le mode qui rend possible la recharge extérieure. S'il n'est pas possible de le faire au cours d'un seul essai, on peut en effectuer plusieurs.

Pour les essais sur un SRSEE complet ou sur des sous-systèmes du SRSEE, les bornes positive et négative du dispositif soumis à l'essai doivent être reliées entre elles pour provoquer un court-circuit. La résistance de la connexion utilisée à cette fin ne doit pas être supérieure à 5 mΩ.

Pour les essais sur un véhicule complet, le court-circuit est provoqué au moyen du faisceau de câbles. La résistance de la connexion utilisée à cette fin (y compris les câbles) ne doit pas être supérieure à 5 mΩ.

L'état de court-circuit doit être maintenu jusqu'à ce que le système de protection du SRSEE interrompe ce court-circuit, ou au moins pendant 1 h après la stabilisation de la température mesurée au niveau du boîtier du dispositif soumis à l'essai, de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h.

3.3 Cycle standard et période d'observation

Juste après la fin de l'essai de court-circuit il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette procédure n'est pas inhibée par le dispositif soumis à l'essai.

L'essai doit se terminer après une période d'observation de 1 h à la température ambiante.

ANNEXE 9G

Protection contre les surcharges

1. Objet

Cet essai a pour objet de contrôler l'efficacité de la protection contre les surcharges afin d'éviter au SRSEE de subir les dégâts graves découlant d'un niveau de charge trop élevé.

2. Installation

L'essai doit être effectué, dans des conditions de fonctionnement normales, soit sur un véhicule complet soit sur le SRSEE complet. Les systèmes auxiliaires qui n'ont pas d'incidence sur les résultats de l'essai peuvent être omis du dispositif soumis à l'essai.

On peut effectuer l'essai sur un dispositif modifié à condition que ces modifications n'aient pas d'incidence sur les résultats de l'essai.

3. Mode opératoire

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ou plus élevée si le constructeur le demande ;

b) Le niveau de charge du SRSEE doit être ajusté de manière à atteindre environ le milieu de la plage de fonctionnement normale, conformément aux recommandations du constructeur, par exemple en conduisant le véhicule ou en utilisant un chargeur externe. Un ajustement exact n'est pas nécessaire tant que le fonctionnement normal du SRSEE est possible ;

c) Pour les essais sur des véhicules équipés de systèmes de conversion de l'énergie embarqués (moteur à combustion interne, pile à combustible, etc.), le plein de carburant doit être fait afin de permettre le fonctionnement de ces systèmes de conversion ;

d) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner. Tous les contacteurs principaux qui commandent la charge doivent être fermés.

3.2 Charge

La procédure de charge du SRSEE pour un essai effectué sur un véhicule doit être conforme aux dispositions des paragraphes 3.2.1 et 3.2.2 et doit être choisie en fonction du mode d'utilisation du véhicule et du fonctionnement du système de protection. À défaut, cette procédure doit être conforme au paragraphe 3.2.3. Pour les essais sur un composant, la procédure de charge doit être conforme aux dispositions du paragraphe 3.2.4.

3.2.1 Charge effectuée lorsque le véhicule fonctionne

Cette méthode s'applique aux essais sur un véhicule en mode actif de marche :

a) Pour les véhicules qui peuvent être chargés au moyen d'une source d'énergie embarquée (par exemple, récupération de l'énergie ou systèmes de conversion de l'énergie embarqués), le véhicule doit être conduit sur un banc à rouleaux. La procédure à suivre (par exemple, simulation d'une conduite continue en descente) afin d'obtenir un courant de charge aussi élevé que raisonnablement possible doit être déterminée, si nécessaire, en consultation avec le constructeur ;

b) Le SRSEE doit être chargé en conduisant le véhicule sur un banc à rouleaux conformément à l'alinéa a) du paragraphe 3.2.1. La conduite du véhicule sur le banc à rouleaux doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les surcharges interrompt le courant de charge du SRSEE ou que la température du SRSEE se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 2 °C en 1 h. Si la fonction d'interruption automatique du dispositif de protection du véhicule contre les surcharges est déficiente ou absente, il convient de poursuivre la charge jusqu'à ce que la température du SRSEE atteigne 10 °C au-dessus de sa température de fonctionnement maximale définie par le constructeur ;

c) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule, celui-ci étant conduit sur un banc à rouleaux.

3.2.2 Charge effectuée au moyen d'une source d'électricité externe (essai sur un véhicule)

Cette procédure s'applique aux essais sur les véhicules pouvant être chargés depuis l'extérieur :

a) La prise de raccordement du véhicule destinée à un usage normal, si elle existe, doit être utilisée pour relier l'installation de recharge externe. Les fonctions de gestion de la charge de l'installation de recharge externe doivent être modifiées ou désactivées afin que la charge puisse se dérouler comme énoncé à l'alinéa b) ci-dessous ;

b) Le SRSEE doit être chargé au moyen de l'installation de recharge externe en appliquant le courant de charge maximal spécifié par le constructeur. La charge doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les surcharges interrompt le courant de charge du SRSEE. Si le dispositif de protection du véhicule contre les surcharges ne fonctionne pas, ou en l'absence d'un tel dispositif, la charge doit être poursuivie jusqu'à ce que la température du SRSEE atteigne 10 °C au-dessus de sa température de fonctionnement maximale définie par le constructeur. Dans le cas où le courant de charge n'est pas interrompu et où la température du SRSEE reste inférieure à 10 °C au-dessus de la température de fonctionnement maximale, il doit être mis fin au fonctionnement du véhicule 12 h après le début de la charge au moyen d'une borne externe ;

c) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule, celui-ci étant conduit sur un banc à rouleaux pour la décharge et relié à une installation de recharge externe pour la charge.

3.2.3 Charge effectuée en reliant un faisceau de câbles (essai sur un véhicule)

Cette procédure s'applique aux essais sur les véhicules pouvant être chargés de l'extérieur ainsi que sur les véhicules pouvant être chargés uniquement par des sources d'énergie embarquées et pour lesquels le constructeur a indiqué comment raccorder un faisceau de câbles à proximité immédiate du SRSEE afin de recharger ce dernier :

a) Le faisceau de câbles est relié au véhicule comme spécifié par le constructeur. L'intensité/la tension de déclenchement de la borne de recharge/décharge externe doit être réglée sur une valeur supérieure d'au moins 10 % à l'intensité/la tension limite du dispositif soumis à l'essai. L'installation de recharge externe est reliée au faisceau de câbles. Le SRSEE doit être chargé au moyen de l'installation de recharge externe en appliquant le courant de charge maximal spécifié par le constructeur ;

b) La charge doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les surcharges interrompt le courant de charge du SRSEE. Si le dispositif de protection du véhicule contre les surcharges ne fonctionne pas, ou en l'absence d'un tel dispositif, la charge doit être poursuivie jusqu'à ce que la température du SRSEE atteigne 10 °C au-dessus de sa température de fonctionnement maximale définie par le constructeur. Dans le cas où le courant de charge n'est pas interrompu et où la température du SRSEE reste inférieure à 10 °C au-dessus de la température de fonctionnement maximale, il doit être mis fin au fonctionnement du véhicule 12 h après le début de la charge au moyen d'une borne externe ;

c) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9 (pour un véhicule complet), si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

3.2.4 Charge effectuée au moyen d'une source d'électricité externe (essai sur un composant)

Cette procédure s'applique aux essais effectués sur un composant :

a) L'installation de recharge/décharge externe doit être reliée aux principales bornes du SRSEE. Les limites de gestion de la charge du matériel d'essai doivent être désactivées ;

b) Le SRSEE doit être chargé au moyen de l'installation de recharge/décharge externe en appliquant le courant de charge maximal spécifié par le constructeur. La charge doit prendre fin quand le dispositif de protection du SRSEE contre les surcharges interrompt le courant de charge du SRSEE. Si le dispositif de protection du

SRSEE contre les surcharges est déficient ou absent, il convient de poursuivre la charge jusqu'à ce que la température du SRSEE atteigne 10 °C au-dessus de sa température de fonctionnement maximale définie par le constructeur. Dans le cas où le courant de charge n'est pas interrompu et où la température du SRSEE reste inférieure à 10 °C au-dessus de la température de fonctionnement maximale, il doit être mis fin à la charge 12 h après le début de cette dernière au moyen d'une borne externe ;

c) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le SRSEE, celui-ci étant relié à l'installation de recharge/décharge externe.

3.3 L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9H

Protection contre les décharges excessives

1. Objet

Cet essai a pour objet de contrôler l'efficacité de la protection contre les décharges excessives pour éviter au SRSEE de subir les conséquences graves d'une baisse excessive du niveau de charge.

2. Installation

L'essai doit être effectué, dans des conditions de fonctionnement normales, soit sur un véhicule complet soit sur le SRSEE complet. Les systèmes auxiliaires qui n'ont pas d'incidence sur les résultats de l'essai peuvent être omis du dispositif soumis à l'essai.

On peut effectuer l'essai sur un dispositif modifié à condition que ces modifications n'aient pas d'incidence sur les résultats de l'essai.

3. Mode opératoire

3.1 Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ou plus élevée si le constructeur le demande ;

b) Le niveau de charge du SRSEE doit être ajusté à un niveau faible, en restant toutefois dans la plage de fonctionnement normale, conformément aux recommandations du constructeur, par exemple en conduisant le véhicule ou en utilisant un chargeur externe. Un ajustement exact n'est pas nécessaire tant que le fonctionnement normal du SRSEE est possible ;

c) Pour les essais sur des véhicules équipés de systèmes de conversion de l'énergie embarqués (moteur à combustion interne, pile à combustible, etc.), réduire l'énergie électrique provenant de ces systèmes de conversion d'énergie embarqués, par exemple en réglant le niveau de carburant aussi bas que possible tout en permettant au véhicule de passer en mode actif de marche ;

d) Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être en état de fonctionner.

3.2 Décharge

Dans le cas d'un essai sur un véhicule, la procédure de décharge du SRSEE doit être conforme aux paragraphes 3.2.1 et 3.2.2. À défaut, elle doit être conforme aux dispositions du paragraphe 3.2.3. Pour les essais sur un composant, la procédure de décharge doit être conforme aux dispositions du paragraphe 3.2.4.

3.2.1 Décharge effectuée lorsque le véhicule fonctionne

Cette méthode s'applique aux essais sur un véhicule en mode actif de marche :

a) Le véhicule doit être conduit sur un banc à rouleaux. La procédure à suivre (par exemple, simulation d'une conduite continue à vitesse constante) afin d'obtenir une puissance de décharge aussi constante que raisonnablement possible doit être déterminée, si nécessaire, en consultation avec le constructeur ;

b) Le SRSEE doit être déchargé en conduisant le véhicule sur un banc à rouleaux conformément à l'alinéa a) du paragraphe 3.2.1. La conduite du véhicule sur le banc à rouleaux doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les décharges excessives interrompt le courant de décharge du SRSEE ou que la température du SRSEE se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h. Si le dispositif de protection contre les décharges excessives est déficient ou absent, il convient de poursuivre la décharge jusqu'à ce que le SRSEE soit déchargé à 25 % de sa tension nominale ;

c) Immédiatement après la fin de la décharge, il doit être effectué un cycle standard de charge suivi d'un cycle standard de décharge comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

3.2.2 Décharge effectuée au moyen d'équipements électriques auxiliaires (essai sur un véhicule)

Cette méthode s'applique aux essais sur un véhicule en mode actif de marche :

a) Le véhicule doit être mis dans un mode de fonctionnement à l'arrêt dans lequel des équipements électriques auxiliaires peuvent consommer l'énergie électrique du SRSEE. Ce mode de fonctionnement doit être déterminé, si nécessaire, en consultation avec le constructeur. Des équipements qui empêchent tout déplacement du véhicule (par exemple des cales de roue) peuvent être utilisés pour assurer la sécurité au cours de l'essai ;

b) Le SRSEE doit être déchargé du fait du fonctionnement des équipements électriques du véhicule (climatisation, chauffage, éclairage, équipement audiovisuel, etc.) qui peuvent être allumés dans les conditions indiquées à l'alinéa a) du paragraphe 3.2.2. L'opération doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les décharges excessives interrompt le courant de décharge du SRSEE ou que la température du SRSEE se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h. Si le dispositif de protection contre les décharges excessives est déficient ou absent, il convient de poursuivre la décharge jusqu'à ce que le SRSEE soit déchargé à 25 % de sa tension nominale ;

c) Immédiatement après la fin de la décharge, il doit être effectué un cycle standard de charge suivi d'un cycle standard de décharge comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

3.2.3 Décharge du SRSEE au moyen d'une résistance de décharge (essai sur un véhicule)

Cette procédure s'applique aux essais sur les véhicules pour lesquels le constructeur a indiqué comment raccorder un faisceau de câbles à proximité immédiate du SRSEE afin de décharger ce dernier :

a) Le faisceau de câbles est relié au véhicule comme spécifié par le constructeur. Le véhicule doit être mis en mode actif de marche ;

b) Une résistance de décharge est reliée au faisceau de câbles et le SRSEE doit être déchargé à un régime correspondant aux conditions normales d'utilisation, conformément aux renseignements fournis par le constructeur. Une résistance ayant une puissance de décharge de 1 kW peut être utilisée ;

c) L'essai doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les décharges excessives interrompt le courant de décharge du SRSEE ou que la température du SRSEE se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h. Si la fonction d'interruption automatique est déficiente ou absente, il convient de poursuivre la décharge jusqu'à ce que le SRSEE soit déchargé à 25 % de sa tension nominale ;

d) Immédiatement après la fin de la décharge, il doit être effectué un cycle standard de charge suivi d'un cycle standard de décharge comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

3.2.4 Décharge effectuée au moyen d'une installation externe (essai sur un composant)

Cette procédure s'applique aux essais effectués sur un composant :

a) Tous les contacteurs principaux pertinents doivent être fermés. L'installation de recharge/décharge externe doit être reliée aux principales bornes du dispositif soumis à l'essai ;

b) Une décharge doit être effectuée avec un courant constant dans la plage de fonctionnement normal spécifiée par le constructeur ;

c) La décharge doit se poursuivre jusqu'à ce que le dispositif soumis à l'essai interrompe (automatiquement) le courant de décharge du SRSEE ou que la température du dispositif se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h. Si la fonction d'interruption automatique est déficiente ou absente, il convient de poursuivre la décharge jusqu'à ce que le dispositif soumis à l'essai soit déchargé à 25 % de sa tension nominale ;

d) Immédiatement après la fin de la décharge, il doit être effectué un cycle standard de charge suivi d'un cycle standard de décharge comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le dispositif soumis à l'essai.

3.3 L'essai doit se terminer après une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9I

Protection contre la surchauffe

1. Objet

Cet essai a pour objet de contrôler l'efficacité des moyens de protection du SRSEE contre la surchauffe interne au cours du fonctionnement. Dans le cas où aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire pour empêcher que le SRSEE puisse atteindre un état dangereux par surchauffe interne, la sécurité de fonctionnement doit être démontrée.

2. L'essai peut être effectué sur un SRSEE complet conformément aux paragraphes 3 et 4 ou sur un véhicule complet conformément aux paragraphes 5 et 6.

3. Installation pour un essai effectué sur un SRSEE complet

3.1 Les systèmes auxiliaires qui n'ont pas d'incidence sur les résultats de l'essai peuvent être omis du dispositif soumis à l'essai. On peut effectuer l'essai avec un dispositif modifié, à condition que ces modifications n'influencent pas les résultats de l'essai.

3.2 Lorsqu'un SRSEE est muni d'une fonction de refroidissement et reste en état de fonctionner en produisant sa puissance normale en l'absence de refroidissement, ce système de refroidissement doit être désactivé en vue de l'essai.

3.3 La température du dispositif soumis à l'essai doit être mesurée en continu à l'intérieur du carter à proximité des piles-éléments tout au long de l'essai, afin de suivre les changements de température. S'il existe un capteur embarqué, il peut être utilisé à cette fin avec des outils compatibles permettant de lire le signal.

3.4 Le SRSEE doit être placé dans un four à convection ou une chambre climatique. Si nécessaire, pour la conduite de l'essai, le SRSEE doit être relié au reste du système de commande du véhicule au moyen de câbles de rallonge. Une installation de recharge/décharge externe peut être raccordée avec l'accord du constructeur du véhicule.

4. Procédures d'essai pour un essai effectué sur un SRSEE complet

4.1 Au début de l'essai, tous les dispositifs de protection susceptibles d'affecter les fonctions du dispositif soumis à l'essai et dont dépendent les résultats de l'essai doivent être opérationnels, à l'exception d'un éventuel système de désactivation mis en œuvre conformément au paragraphe 3.2 ci-dessus.

4.2 Au cours de l'essai, le dispositif soumis à l'essai doit être continuellement chargé et déchargé au moyen d'une installation de recharge/décharge externe avec un courant de manière à accroître la température des piles-éléments aussi rapidement que possible dans la plage de fonctionnement normal telle qu'elle est définie par le constructeur, jusqu'à la fin de l'essai.

À défaut, les recharges et décharges peuvent être effectuées en conduisant le véhicule sur un banc à rouleaux, l'opération de conduite à mener devant être déterminée en consultation avec le constructeur afin d'obtenir les conditions ci-dessus.

4.3 La température de la chambre ou du four doit être augmentée progressivement, en partant de 20 ± 10 °C ou d'une température plus élevée si le constructeur le demande, jusqu'à atteindre la valeur prescrite conformément au paragraphe 4.3.1 ou au paragraphe 4.3.2 ci-dessous, selon le cas, puis maintenue à un niveau égal ou supérieur jusqu'à la fin de l'essai.

4.3.1 Lorsque le SRSEE est équipé de moyens de protection contre la surchauffe interne, la température doit être accrue jusqu'à la valeur définie par le constructeur comme étant le seuil de température à partir duquel de tels moyens entrent en action, de manière que la température du dispositif soumis à l'essai augmente conformément aux prescriptions du paragraphe 4.2 ci-dessus.

4.3.2 Lorsque le SRSEE ne dispose pas de protection contre la surchauffe interne, la température doit être accrue jusqu'à atteindre la valeur de fonctionnement maximale définie par le constructeur.

4.4 Fin de l'essai : l'essai prend fin lorsqu'on observe l'un des phénomènes suivants :

a) Le dispositif soumis à l'essai inhibe ou limite la charge ou la décharge pour éviter une élévation de la température ;

b) La température du dispositif soumis à l'essai se stabilise, c'est-à-dire qu'elle varie de moins de 4 °C en 2 h ;

c) Tout écart par rapport aux critères d'acceptation prescrits au paragraphe 6.9.2.1 du présent Règlement.

5. Installation pour un essai effectué sur un véhicule complet

5.1 En fonction des renseignements fournis par le constructeur, dans le cas d'un SRSEE équipé d'une fonction de refroidissement, le système de refroidissement doit être désactivé ou son efficacité considérablement réduite (dans le cas où le SRSEE ne peut pas fonctionner si le système de refroidissement est désactivé) en vue de l'essai.

5.2 La température du SRSEE doit être mesurée en continu à l'intérieur du carter à proximité des piles-éléments tout au long de l'essai, afin de suivre les changements de température, au moyen de capteurs embarqués et d'outils compatibles permettant de lire le signal, conformément aux renseignements fournis par le constructeur.

5.3 Le véhicule doit être placé dans une chambre climatisée, à une température comprise entre 40 °C et 45 °C, pendant au moins 6 h.

6. Procédures d'essai pour un essai effectué sur un véhicule complet

6.1 Le véhicule doit être continuellement chargé et déchargé de manière à accroître la température des piles du SRSEE aussi rapidement que possible dans la plage de fonctionnement normal telle qu'elle est définie par le constructeur, jusqu'à la fin de l'essai.

Les recharges et décharges doivent être effectuées en conduisant le véhicule sur un banc à rouleaux, l'opération de conduite à mener devant être déterminée en consultation avec le constructeur afin d'obtenir les conditions ci-dessus.

Dans le cas d'un véhicule pouvant être chargé au moyen d'une source d'énergie électrique extérieure, l'essai peut être effectué avec une telle source si l'on peut s'attendre à ce que la température augmente plus rapidement.

6.2 L'essai prend fin lorsqu'on observe l'un des phénomènes suivants :

a) Le véhicule met fin à la charge ou à la décharge ;

b) La température du dispositif soumis à l'essai se stabilise, c'est-à-dire qu'elle varie de moins de 4 °C en 2 h ;

c) Tout écart par rapport aux critères d'acceptation prescrits au paragraphe 6.9.2.1 du présent Règlement ;

d) Trois heures se sont écoulées à compter du début des cycles de charge/décharge visés au paragraphe 6.1.

ANNEXE 9J

Protection contre les surintensités

1. Objet

Cet essai a pour objet de contrôler les performances en matière de protection contre les surintensités au cours d'une charge externe en courant continu, afin d'éviter au SRSEE des dégâts graves découlant d'un courant de charge trop élevé, conformément aux spécifications du constructeur.

2. Conditions générales d'essai :

a) L'essai doit être réalisé à une température ambiante de 20 ± 10 °C ;

b) Le niveau de charge du SRSEE doit être ajusté de manière à atteindre environ le milieu de la plage de fonctionnement normale, conformément aux recommandations du constructeur, par exemple en conduisant le véhicule ou en utilisant un chargeur externe. Un ajustement exact n'est pas nécessaire tant que le fonctionnement normal du SRSEE est possible ;

c) Le niveau de surintensité (en supposant la défaillance de l'installation externe d'alimentation en courant continu) et la tension maximale (dans la plage normale) qui peuvent être appliqués doivent être déterminés, si nécessaire, en consultation avec le constructeur.

3. L'essai de surintensité doit être réalisé conformément au paragraphe 4 ou au paragraphe 5, selon qu'il convient, et conformément aux renseignements fournis par le constructeur.

4. Surintensité au cours d'une charge au moyen d'une source d'énergie électrique extérieure

Cette procédure d'essai s'applique aux essais sur les véhicules pouvant être chargés au moyen d'une source extérieure de courant continu :

a) La prise de raccordement en courant continu du véhicule doit être utilisée pour relier l'installation de recharge externe en courant continu. Les fonctions de gestion de la charge de la source d'énergie électrique extérieure doivent être modifiées ou désactivées afin de pouvoir appliquer le niveau de surintensité déterminé en consultation avec le constructeur ;

b) La charge du SRSEE au moyen de la source extérieure de courant continu est amorcée de sorte à atteindre le courant de charge normal le plus élevé indiqué par le constructeur. On augmente ensuite le courant de charge en passant, sur un intervalle de 5 s, du courant de charge normal le plus élevé au niveau de surintensité déterminé conformément à l'alinéa c) du paragraphe 2 ci-dessus. La charge est ensuite poursuivie à ce niveau de surintensité ;

c) La charge doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les surintensités interrompt le courant de charge du SRSEE ou que la température du SRSEE se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h ;

d) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

5. Surintensité au cours d'une charge au moyen d'un faisceau de câbles

Cette procédure d'essai s'applique aux SRSEE pour les véhicules pouvant être chargés au moyen d'une source extérieure de courant continu et pour lesquels le constructeur a indiqué comment raccorder un faisceau de câbles à proximité immédiate du SRSEE afin de recharger ce dernier :

a) Le faisceau de câbles est relié au véhicule ou au SRSEE comme spécifié par le constructeur ;

b) L'installation de recharge externe et l'installation de surintensité sont reliées au faisceau de câbles et la charge du SRSEE est amorcée de sorte à atteindre le courant de charge normal le plus élevé indiqué par le constructeur ;

c) On augmente ensuite le courant de charge en passant, sur un intervalle de 5 s, du courant de charge normal le plus élevé au niveau de surintensité déterminé conformément à l'alinéa c) du paragraphe 2 ci-dessus. La charge est ensuite poursuivie à ce niveau de surintensité ;

d) La charge doit prendre fin quand le dispositif de protection du véhicule contre les surintensités interrompt le courant de charge ou que la température du dispositif soumis à l'essai se stabilise de telle sorte que le gradient de température varie de moins de 4 °C en 2 h ;

e) Immédiatement après la fin de la charge, il doit être effectué un cycle standard comme décrit à l'appendice 1 de l'annexe 9, si cette opération n'est pas empêchée par le véhicule.

6. L'essai doit se terminer par une période d'observation de 1 h à température ambiante.

ANNEXE 9K

Essai de propagation thermique

1. Objet

Cet essai a pour objet de garantir la sécurité des occupants d'un véhicule lorsque l'emballement thermique forcé d'une pile du SRSEE est déclenché/amorcé. Par «emballement thermique forcé», on entend la reproduction d'un événement thermique grave provoqué par un court-circuit interne.

2. Installation

L'essai doit être effectué soit sur un véhicule complet, soit sur un SRSEE complet ou sur un ou plusieurs de ses sous-systèmes, au choix du constructeur ou fabricant et en accord avec le service technique. Si le constructeur ou fabricant choisit l'essai sur un ou plusieurs sous-systèmes du SRSEE, il doit démontrer que les résultats obtenus peuvent raisonnablement être extrapolés à un SRSEE complet en ce qui concerne sa sécurité dans les mêmes conditions.

Pour l'essai mené sur un SRSEE ou sur un de ses sous-systèmes, le dispositif soumis à l'essai doit être installé sur les parties du véhicule pertinentes, dans le cas où certains éléments pourraient rendre l'essai non représentatif de l'installation du SRSEE dans un véhicule.

3. Conditions générales d'essai

Les conditions suivantes s'appliquent à l'essai :

3.1 Conditions environnementales

a) L'essai doit être réalisé à l'intérieur ou à l'extérieur. Si l'essai est effectué à l'extérieur, le véhicule ou le dispositif qui y est soumis ne doit pas être directement exposé à des précipitations pendant toute sa durée ;

b) La vitesse du vent doit être mesurée immédiatement avant l'essai, en un endroit situé à 5 m au maximum du dispositif soumis à l'essai et la vitesse moyenne sur une période 10 minutes doit être inférieure à 7,8 m/s. Il faut veiller à ce que les résultats ne soient pas faussés par des rafales de vent. Les rafales mesurées sur une période de 20 secondes ne doivent pas dépasser 10 m/s. Il doit être tenu compte des incidences de certains dispositifs, tels que les écrans ou les murs de protection, qui peuvent créer d'importants effets d'entonnoir au cours de l'essai.

3.2 Dispositif soumis à l'essai

a) Seules les modifications requises doivent être apportées au dispositif soumis à l'essai. Il convient de consigner toutes les modifications apportées aux composants du SRSEE (barrières mécaniques et thermiques, plaques/canaux de refroidissement, connexions électriques, espacement entre les piles) et de justifier en quoi elles n'auront pas de répercussions majeures sur les fonctions de ces composants. Il doit être confirmé que la capacité d'étanchéité d'origine du SRSEE n'est pas compromise par les instruments dont ce dernier doit être équipé et que toute évacuation des gaz se fait par des orifices préexistants. L'intégrité de l'ensemble des composants et caractéristiques nécessaires au fonctionnement du dispositif soumis à l'essai et des éléments liés à la sécurité (par exemple, barres omnibus reliant les piles, soudage des languettes, connexion et fonctionnalité du système de gestion concerné, résistance d'isolement) doit être préservée et ne pas être compromise ;

b) Dans le cas de l'essai sur un véhicule, le toit ainsi que toutes les fenêtres et portes sont fermés ;

c) Au début de l'essai, le niveau de charge doit être ajusté conformément à la procédure décrite à l'appendice 1 de l'annexe 9 du présent Règlement ;

d) Au début de l'essai, et aussi longtemps que possible pendant son déroulement, tous les composants essentiels du dispositif soumis à l'essai doivent être en état de fonctionner. Le dispositif soumis à l'essai doit être représentatif d'un SRSEE installé sur un véhicule à l'arrêt et en mode actif de marche. Le système de régulation thermique et de sécurité et le système de gestion des batteries utilisés dans le SRSEE doivent être pleinement opérationnels. Le liquide de refroidissement peut circuler ou non, en fonction du système de gestion du dispositif soumis à l'essai. Le système de régulation thermique intégré au dispositif soumis à l'essai (le cas échéant) et les autres systèmes de gestion pertinents, nécessaires à la réalisation de l'essai, doivent être opérationnels aussi longtemps que possible pendant le déroulement de celui-ci ;

e) Immédiatement avant le démarrage du dispositif d'amorçage, la température des piles dans le dispositif soumis à l'essai doit être comprise entre 18 °C et la température de fonctionnement maximale définie par le constructeur ou fabricant.

3.3 Pile d'amorçage

En conditions réelles, un emballement thermique peut survenir dans toutes les piles d'un SRSEE. Dans le cadre de l'essai, le choix de la pile d'amorçage se fait en fonction du nombre de piles adjacentes, de leur enveloppe, de la distance entre elles et la pile d'amorçage et des modalités pratiques de l'amorçage.

L'objectif est que toute pile du bloc puisse être sélectionnée. Toutefois, il est entendu que les piles d'un dispositif donné ne sont pas toutes accessibles de la même manière et que le risque de propagation résultant d'une défaillance peut être plus élevé pour certaines d'entre elles. Les critères ci-dessous permettent de garantir que les fonctionnalités et les systèmes de sécurité du dispositif soumis à l'essai ne sont pas compromis par l'installation de l'appareillage d'essai. Ils permettent également de choisir une pile susceptible de présenter un risque de propagation plus élevé.

Le paragraphe 3.3.1 ci-dessous est essentiel pour garantir que l'essai porte sur l'ensemble du système et qu'aucun des systèmes de sécurité installés dans le dispositif soumis à l'essai ne soit compromis.

Le paragraphe 3.3.2 ci-dessous dépend de l'élément considéré, ainsi que du niveau d'essai et de la méthode d'amorçage choisis conformément au paragraphe 6.15.3. Le service technique choisit un cas représentatif, en consultation avec le constructeur ou fabricant, sur la base des documents fournis par ce dernier.

3.3.1 L'installation de l'appareillage d'essai ne doit pas compromettre les fonctionnalités du SRSEE relatives à la sécurité. Elle doit être réalisée de manière à modifier le moins possible les isolants thermiques et la structure et à ne pas :

a) Désactiver les systèmes de gestion des batteries ou avoir un effet sur leur fonctionnement ;

b) Modifier le sens de circulation des gaz et l'étanchéité du bloc, tant à l'intérieur de celui-ci qu'au niveau des orifices d'évacuation.

3.3.2 La pile retenue doit être exposée à des conditions difficiles qui pourraient mener à des situations dangereuses en cas d'emballement thermique, à savoir :

a) Elle transmet beaucoup de chaleur à au moins une pile adjacente (par exemple, supports, espacements et barrières les plus fins ou évacuation des gaz en direction d'une pile adjacente) ;

b) Elle se trouve dans une zone propice à l'accumulation thermique et sur un chemin thermique inefficace (par exemple, pile de périphérie entourée de peu d'autres piles ou de grands espaces d'air) ; ou

c) Elle présente toute autre caractéristique d'état ou d'emplacement connue du constructeur ou fabricant qui pourrait potentiellement conduire à une situation dangereuse.

4. Enregistrement des données et des mesures

4.1. Les informations ci-après doivent être enregistrées pendant l'essai et pendant la période d'observation. Tous les systèmes de mesure des données doivent être synchronisés sur la même heure de départ :

a) Méthode d'essai, notamment méthode de déclenchement, et description du montage d'essai ;

b) Conditions d'essai (par exemple, conditions environnementales, état de charge et autres paramètres préalables) ;

c) Température de la pile d'amorçage. Il convient, à cet égard de veiller à ce que le dispositif de déclenchement ou les instruments installés n'influencent pas la mesure ;

d) Tension de la pile d'amorçage pendant la procédure de déclenchement de l'emballement thermique ;

e) Température d'une pile adjacente ;

f) Enregistrement vidéo et audio, avec indication de l'heure des événements observés au cours de l'essai (par exemple, emballement thermique de la pile d'amorçage, évacuation des gaz, propagation thermique aux piles adjacentes, fumée, feu ou flamme, explosion, etc.) ;

g) État du dispositif soumis à l'essai à la fin de celui-ci, accompagné d'une vidéo ou de photographies (avant et après l'essai) ;

h) En cas d'essai sur un véhicule, indication de l'heure à laquelle les signaux d'avertissement aux occupants ou les alarmes se sont déclenchés. En cas d'essai sur un SRSEE ou sur un de ses sous-systèmes, indication de l'heure à laquelle le signal indiquant l'activation de l'avertissement s'est déclenché ;

i) Si le service technique le juge nécessaire, autres mesures facultatives et données connexes (par exemple, vidéo enregistrée à l'aide d'une caméra thermique).

5. Détection de l'emballement thermique

Un emballement thermique peut être détecté si les situations ci-après sont observées :

i) La tension mesurée dans la pile d'amorçage chute de plus de 25 % par rapport à la tension initiale pendant au moins une seconde ;

ii) La température mesurée dépasse la température de fonctionnement maximale définie par le constructeur ou fabricant ;

iii) $dT/dt \geq 1$ °C/s de la température mesurée dans la pile d'amorçage pendant au moins 3 secondes consécutives.

a) Les situations i) et iii) sont concomitantes ; ou

b) Les situations ii) et iii) sont concomitantes.

6. Méthodes de déclenchement permettant d'amorcer l'emballement thermique

La méthode de déclenchement ne doit pas avoir d'effet sur les piles adjacentes : qu'on opte pour l'application rapide et localisée de chaleur depuis l'extérieur, pour l'application localisée de chaleur depuis l'intérieur ou pour un déclenchement par laser, la température des piles adjacentes ne doit pas dépasser la température de fonctionnement maximale définie par le constructeur ou fabricant avant que l'emballement thermique de la pile d'amorçage ne soit détecté. On peut avoir recours à des méthodes appropriées permettant d'isoler la ou les piles adjacentes, à condition que les fonctionnalités initiales du SRSEE ne soient pas entravées.

Annexe 9K – Appendice 1

Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par application rapide et localisée de chaleur depuis l'extérieur

1. Préparation du dispositif soumis à l'essai

1.1 Les modifications apportées au SRSEE aux fins du passage de l'élément chauffant choisi et des capteurs de mesure doivent se limiter aux raccordements nécessaires des dispositifs électriques et du thermocouple. L'étanchéité de ces raccordements doit être supérieure à celles des autres connecteurs du SRSEE.

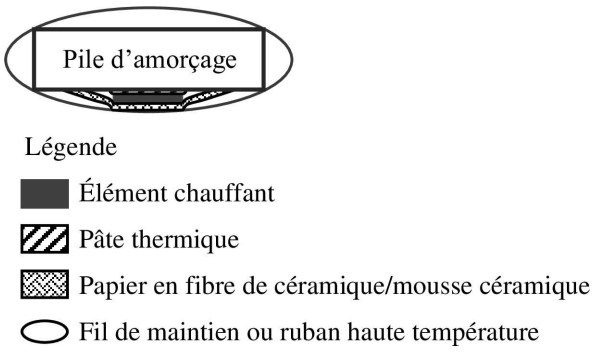
1.2 L'élément chauffant choisi ne doit pas être en contact direct avec la surface d'un composant du dispositif soumis à l'essai autre que la pile d'amorçage. Il est important de permettre un contact thermique étroit entre l'élément chauffant et la surface de la pile d'amorçage. Ce contact thermique peut être renforcé de plusieurs manières (par exemple, suppression des espaces vides entre les surfaces, ajout d'une pâte thermique, application d'une pression tout au long de l'essai).

1.3 On trouvera à la figure 1 des exemples de méthodes d'application de chaleur : la méthode à utiliser dépend de la conception du SRSEE ou de son sous-système. Le maintien d'une pression pendant l'essai permet d'assurer un contact entre l'élément chauffant et la pile d'amorçage et un transfert thermique optimal (voir fig. 1).

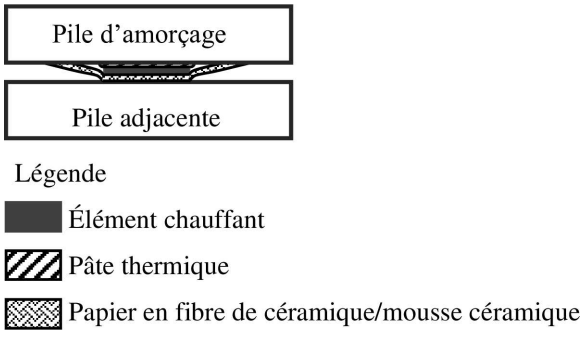
Figure 1

Méthodes d'application de pression sur l'élément chauffant de manière à maintenir le contact avec la pile d'amorçage tout au long de l'essai – Différents types de pile

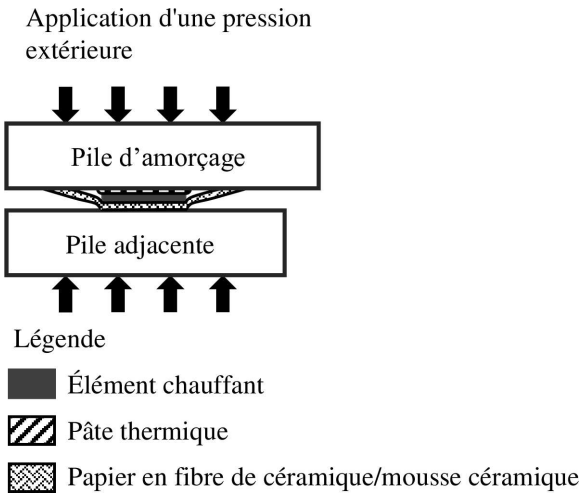
a) Large espacement entre les piles



b) Espacement fixe entre les piles centrales (par exemple, piles prismatiques)



c) Piles compressées au centre du module (par exemple, piles “en sachet”)

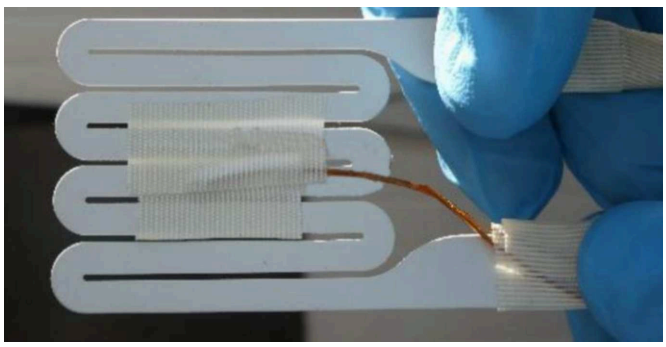


1.5 Dans le cas d’un essai sur véhicule, la méthode de déclenchement utilisée dans le SRSEE ne doit pas influencer le comportement du véhicule.

1.6 Aux fins de la régulation de la puissance de l’élément chauffant, un capteur de température doit être placé à sa surface et fixé au moyen de ruban d’isolation électrique résistant à des températures élevées.

Figure 2

Exemple de positionnement du capteur de température sur l’élément chauffant



2. Choix de l’élément chauffant

2.1 La présente méthode de déclenchement consiste à appliquer localement une forte impulsion thermique à la surface extérieure de la pile d’amorçage. L’élément chauffant choisi doit être suffisamment alimenté, mais ne doit pas non plus l’être au point de subir une défaillance prématurée ou au point que la paroi latérale de la pile d’amorçage soit détériorée avant l’emballement thermique.

2.2 Le dispositif de chauffage doit être un élément chauffant résistif ou tout autre dispositif ou système de chauffage adapté, susceptible de satisfaire aux paramètres définis dans le tableau 1.

Tableau 1

Définition des paramètres pour le choix du dispositif chauffant

Paramètre	Type/valeur	Justification
Matériau du dispositif chauffant	Matériau chauffant résistif (par exemple alliage nickel-chrome) doté d'une membrane isolante	Peut supporter des températures élevées et permet d'éviter une défaillance de l'élément chauffant. La membrane isolante peut être en alumine, en céramique ou en fibre de verre.
Épaisseur	<5 mm	Permet de réduire au minimum l'effet du dispositif chauffant sur le SRSEE. Certains modèles de SRSEE peuvent nécessiter un élément chauffant plus fin.
Zone couverte	Aussi petite que possible ; ne doit pas dépasser 20 % de la surface du côté de la pile d'amorçage ciblé	Permet de concentrer la chaleur sur une zone de la surface de la pile aussi petite que possible. Dans la mesure du possible, l'élément chauffant doit être placé sur le plus grand côté de la pile.
Vitesse de chauffe	≥15 °C/s	Vitesse analogue aux vitesses de chauffe observées dans des conditions d'emballement thermique ([a]).
Température maximale	Au moins 100 °C de plus que la température de fonctionnement maximale	L'intégrité du dispositif doit être conservée. Il convient de tenir compte des écarts de température entre le dispositif de chauffage et le thermocouple ([b]).
Méthode de contrôle	Régulation thermostatique en boucle fermée	Permet d'éviter des résultats indésirables, par exemple que l'élément chauffant grille, qu'il atteigne une température élevée ou que les parois des piles de la batterie se détériorent en raison de cette température élevée ([c]).

([a]) La vitesse de chauffe est mesurée directement par un thermocouple externe placé au-dessus de l'élément chauffant installé dans le bloc (fig. 2).

([b]) La température peut être ajustée dans le cas de piles présentant des caractéristiques chimiques différentes, voire pour d'autres types de piles, afin d'éviter la détérioration de leurs parois.

([c]) L'utilisation d'une source d'alimentation basse tension pour l'élément chauffant nécessitera des courants plus élevés (fils plus épais), tandis qu'une source d'alimentation plus haute tension nécessitera un matériau isolant plus résistant et le renforcement de la sécurité de l'opérateur pendant l'essai.

3. Procédure d'essai pour l'essai sur un véhicule

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un véhicule.

a) Équiper le SRSEE et le véhicule d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et placer le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de refroidissement et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Commencer à alimenter l'élément chauffant ;

d) Arrêter le dispositif de chauffage lorsqu'il a reçu une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie de la pile d'amorçage ;

e) Si les conditions énoncées à l'alinéa d) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du dispositif de chauffage, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription ;

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa d) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après l'activation du signal d'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

4. Procédure d'essai pour l'essai sur un composant

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un SRSEE ou sur son sous-système.

a) Équiper le SRSEE ou son sous-système d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et préparer le SRSEE ou son sous-système de telle sorte que la situation soit représentative de son installation dans le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de régulation thermique et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Commencer à alimenter l'élément chauffant ;

d) Arrêter le dispositif de chauffage immédiatement lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque le dispositif a reçu une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie électrique de la pile d'amorçage ;

e) Si les conditions énoncées à l'alinéa d) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du dispositif de chauffage, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription ;

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa d) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après le signal activant l'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

Annexe 9K – Appendice 2

Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par application de chaleur depuis l'intérieur

La présente méthode d'essai est semblable à la méthode d'application rapide et localisée de chaleur depuis l'extérieur, à la différence qu'elle repose sur un court-circuit interne et localisé dans la pile, déclenché par un dispositif de chauffage. Elle consiste à provoquer un court-circuit interne par la création d'un trou dans le séparateur de la pile d'amorçage. Ce trou résulte de la fusion du séparateur en un point donné, induite par le dispositif de chauffage situé à l'intérieur de la pile.

La présente méthode de déclenchement consiste à appliquer localement une forte impulsion thermique à la surface de la structure de la pile d'amorçage (jelly roll), à l'intérieur du SRSEE, grâce à un dispositif de chauffage interne, l'augmentation de la température de la ou des piles adjacentes étant réduite au minimum avant l'emballement thermique au sein de la pile d'amorçage. La température des piles adjacentes, avant l'emballement thermique de la pile d'amorçage, doit rester inférieure à la température de fonctionnement maximale.

1. Description de la méthode de déclenchement

Le dispositif de chauffage doit être un élément chauffant résistif ou tout autre dispositif ou système de chauffage adapté, susceptible de satisfaire aux paramètres définis dans le tableau 1.

La résistance et la puissance du dispositif de chauffage ainsi que la durée de chauffe doivent être ajustées en fonction des caractéristiques électrochimiques et de la taille de la pile.

Figure 1

Exemple de dispositif de chauffage interne prenant la forme d'une spirale plate

(Dimensions en millimètres)

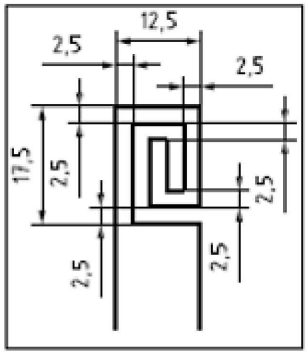


Tableau 1

Définition des paramètres pour le choix de l'élément chauffant

Paramètre	Type/valeur	Justification
Matériau de l'élément chauffant	Matériau chauffant résistif (par exemple cuivre ou tungstène) doté d'une membrane isolante	Peut supporter des températures élevées et permet d'éviter une défaillance de l'élément chauffant. La membrane isolante peut être en polyimide ou dans un autre matériau résistant à la chaleur.
Épaisseur (mm)	<0,5	Le dispositif de chauffage devant être placé à l'intérieur de la pile, il doit être aussi fin que possible.

Paramètre	Type/valeur	Justification
Zone couverte (mm^2)	Entre 225 et 500	Permet de concentrer la chaleur sur une zone de la surface de la pile aussi petite que possible.
Puissance du dispositif de chauffage (W)	Entre 150 et 700	Permet de fournir suffisamment de chaleur pour l'amorçage de l'emballement thermique de la pile.

2. Préparation de la pile d'amorçage/du bloc de batterie

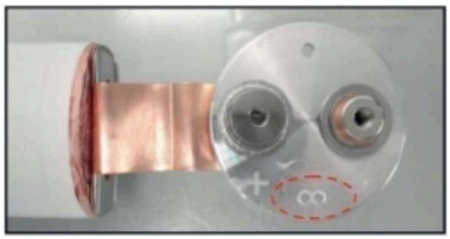
Le dispositif de chauffage doit être inséré dans l'empilement ou l'enroulement d'électrodes connecté avant que la pile soit rendue étanche. Le choix de la méthode dépend du modèle de SRSEE ou de sous-système et du procédé de fabrication. On trouvera ci-dessous un exemple du procédé de fabrication à suivre.

2.1 Étape 1 :

Percer un ou deux trous dans l'enveloppe pour permettre le passage de l'alimentation électrique du dispositif de chauffage qui sera situé à l'intérieur de la pile (fig. 2).

Figure 2

Exemple de trous percés dans l'enveloppe aux fins du raccordement du dispositif de chauffage



2.2 Étape 2 :

Dérouler les séparateurs et les feuilles d'électrodes pour insérer le dispositif de chauffage.

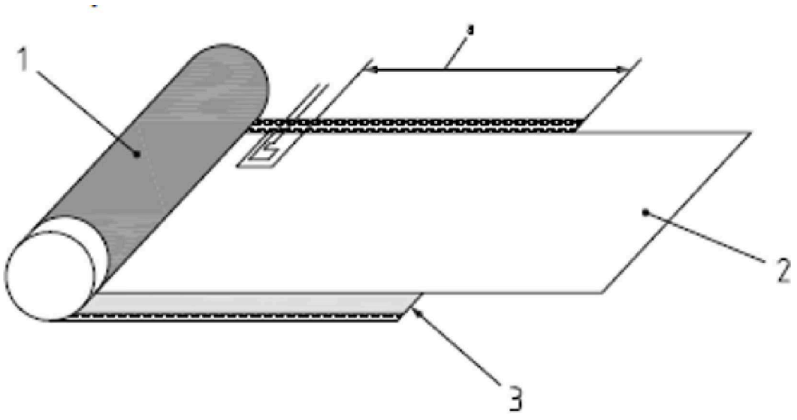
2.3 Étape 3 :

Placer le dispositif de chauffage sur le pan du rouleau le plus à l'extérieur du cylindre, entre l'anode et la cathode externes de la feuille (voir fig. 3, 4 et 5).

Éviter de dérouler plus que ce qui est nécessaire à l'insertion du dispositif sous peine d'endommager la pile. S'il s'agit d'un empilement et non d'un enroulement, utiliser une feuille située à une extrémité.

Figure 3

Exemple d'emplacement du dispositif de chauffage dans une pile cylindrique



Légende

1 Cathode

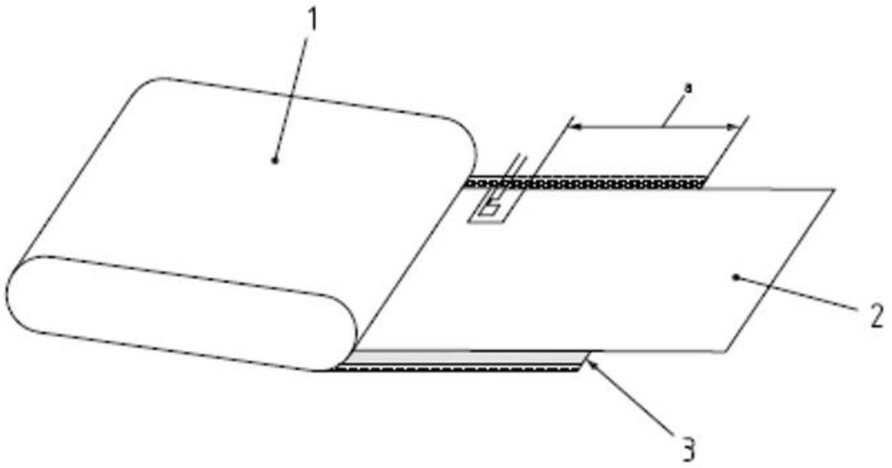
2 Séparateur

3 Anode

a 180 mm depuis l'extrémité de la cathode et 15 mm depuis l'extrémité de l'anode (avec une tolérance de ±5 mm)

Figure 4

Exemple d'emplacement du dispositif de chauffage dans une pile prismatique



Légende

1 Cathode

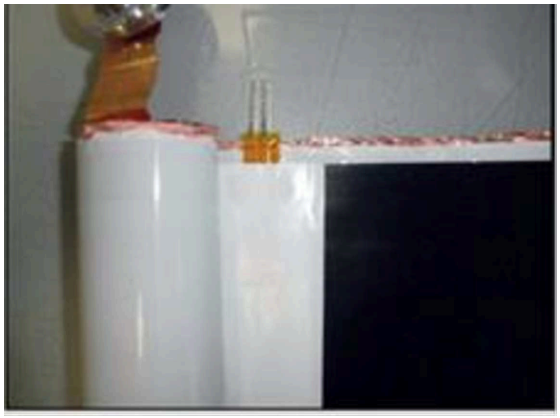
2 Séparateur

3 Anode

a 180 mm depuis l'extrémité de la cathode et 15 mm depuis l'extrémité de l'anode (avec une tolérance de ±5 mm)

Figure 5

Exemple d'emplacement sur le pan de l'anode le plus à l'extérieur du cylindre

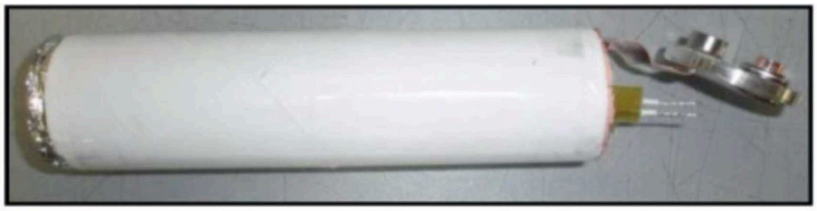


2.4 Étape 4 :

Refermer le rouleau doté du dispositif de chauffage (voir fig. 6).

Figure 6

Exemple de pile cylindrique dotée d'un dispositif de chauffage



2.5 Étape 5 :

Tous les fils utilisés dans le SRSEE ou dans son sous-système doivent être isolés électriquement.

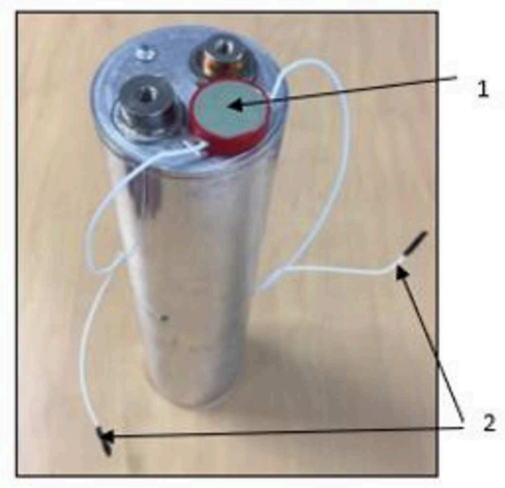
La pile doit être montée conformément à des procédés de fabrication normalisés (par exemple s'agissant de la remplir d'électrolyte ou de souder l'enveloppe) de sorte que ni l'électrolyte ni les gaz ne puissent s'échapper par l'espace entre le fil et la gaine isolante.

Le choix de la résine d'étanchéité est essentiel, car l'étanchéité en ce point doit être supérieure à celle des orifices de ventilation de la pile.

Après séchage complet, effectuer un essai d'étanchéité à l'hélium avant de remplir la pile d'électrolyte.

Figure 7

Exemple de pile une fois le montage du dispositif de chauffage terminé



Légende

1 Résine permettant d'assurer l'étanchéité au niveau de l'alimentation du dispositif de chauffage

2 Fils d'alimentation du dispositif de chauffage

Figure 8

Exemple d'une pile avant qu'elle soit remplie d'électrolyte



2.6 Étape 6 :

La pile d'amorçage doit être montée à l'intérieur du SRSEE ou de son sous-système, lesquels peuvent être modifiés de manière à permettre le passage de l'alimentation électrique du dispositif de chauffage.

Les modifications apportées au SRSEE (ou à son sous-système) aux fins du passage de l'élément chauffant et des capteurs de mesure doivent se limiter aux raccordements nécessaires des dispositifs électriques et du thermocouple. L'étanchéité de ces raccordements doit être supérieure à celles des autres connecteurs du SRSEE (ou de son sous-système).

En cas d'essai sur un véhicule, le SRSEE doit être monté sur le véhicule conformément aux spécifications du fabricant.

3. Procédure d'essai pour l'essai sur un véhicule

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un véhicule.

a) Équiper le SRSEE et le véhicule d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et placer le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de refroidissement et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Commencer à alimenter l'élément chauffant ;

d) Arrêter le dispositif de chauffage immédiatement lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque le dispositif a reçu une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie électrique de la pile d'amorçage ;

e) Si les conditions énoncées à l'alinéa d) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du dispositif de chauffage, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription ;

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

   i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa d) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

   ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après l'activation du signal d'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

   iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

4. Procédure d'essai pour l'essai sur un composant

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un SRSEE ou sur son sous-système.

a) Équiper le SRSEE ou son sous-système d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et préparer le SRSEE ou son sous-système de telle sorte que la situation soit représentative de son installation dans le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de régulation thermique et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Commencer à alimenter l'élément chauffant ;

d) Arrêter le dispositif de chauffage immédiatement lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque le dispositif a reçu une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie électrique de la pile d'amorçage ;

e) Si les conditions énoncées à l'alinéa d) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du dispositif de chauffage, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription.

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa d) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après le signal activant l'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

Annexe 9K – Appendice 3

Méthode de déclenchement de l'emballement thermique avec pénétration par une aiguille

1. Préparation du dispositif soumis à l'essai

Si le SRSEE se trouve dans un boîtier, il peut être nécessaire de percer un trou dans ledit boîtier afin de permettre l'insertion de l'aiguille en une position donnée de la pile d'amorçage. Si nécessaire, il convient d'utiliser un dispositif tel qu'un manchon d'étanchéité, qui empêche le gaz de s'échapper par le trou de l'aiguille.

L'emplacement par lequel l'aiguille pénètre et la direction qu'elle suit doivent être choisis de manière à provoquer un emballement thermique dans la pile d'amorçage (perpendiculairement en direction de la couche d'électrodes, par exemple).

2. Choix de l'aiguille

Le type d'aiguille peut être choisi à partir des paramètres indiqués dans le tableau 1 ou suivant d'autres normes internationales appropriées (par exemple s'agissant de la forme de la pointe de l'aiguille)

Les étapes de la méthode de déclenchement doivent être scrupuleusement respectées, notamment les paramètres pertinents recommandés par le fabricant conformément à l'alinéa f) du paragraphe 6.15.3.1, sous réserve de l'accord du service technique.

Tableau 1

Définition des paramètres pour le choix de l'aiguille

Paramètre		Type/valeur	Justification
i)	Matériau	Acier	Matériau conducteur d'électricité et suffisamment dur pour pénétrer dans le boîtier extérieur d'une pile
ii)	Diamètre (mm)	3 à 8	Assez petit pour simuler un court-circuit interne
iii)	Angle de la pointe (°)	20 à 60	Assez petit pour limiter les effets sur le boîtier de la pile. Plage permettant de sélectionner un angle susceptible de provoquer un emballement thermique
iv)	Vitesse de pénétration (mm/s)	0,1 à 1	Plus la vitesse est faible, plus on peut facilement contrôler, et surtout interrompre, le déplacement de l'aiguille

3. Procédure d'essai pour l'essai sur un véhicule

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un véhicule.

a) Équiper le SRSEE d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et brancher tous les câbles de régulation thermique et les câbles à haute tension, puis réinstaller le SRSEE dans le véhicule ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Choisir la forme et le diamètre de l'aiguille et régler la vitesse de pénétration conformément aux indications données à l'alinéa iv) du paragraphe 2 ;

d) Mettre le dispositif actionnant l'aiguille sous tension ;

e) Interrompre le déplacement de l'aiguille et la laisser à l'intérieur de la pile d'amorçage lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque l'aiguille a traversé la pile ;

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa e) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après l'activation du signal d'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

4. Procédure d'essai pour l'essai sur un composant

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un SRSEE ou sur son sous-système.

a) Équiper le SRSEE ou son sous-système d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et préparer le SRSEE ou son sous-système de telle sorte que la situation soit représentative de son installation dans le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de régulation thermique et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Choisir la forme et le diamètre de l'aiguille et régler la vitesse de pénétration conformément aux indications données à l'alinéa iv) du paragraphe 2 ;

d) Mettre le dispositif actionnant l'aiguille sous tension ;

e) Interrompre le déplacement de l'aiguille et la laisser à l'intérieur de la pile d'amorçage lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque l'aiguille a traversé la pile ;

f) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa e) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après le signal activant l'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

Annexe 9K – Appendice 4

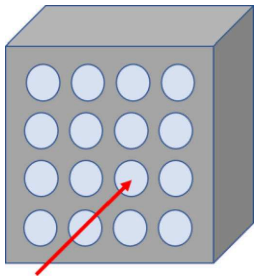
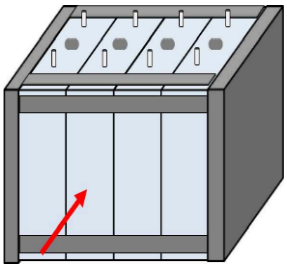
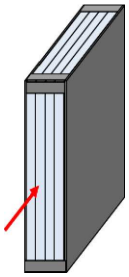
Méthode de déclenchement de l'emballement thermique par laser

1. Préparation du dispositif soumis à l'essai

Avant l'essai, la trajectoire du faisceau laser doit être déterminée de manière à ce que celui-ci atteigne un point prédéterminé à la surface de la pile d'amorçage. On trouvera à la figure 1 des exemples d'irradiation par laser sur des modules de batterie embarqués constitués de piles de types différents.

Figure 1

Exemples d'irradiation par laser sur des modules de batterie embarqués constitués de piles de types différents

a) Module de piles cylindriques	b) Module de piles prismatiques	c) Module de piles "en sachet"
		

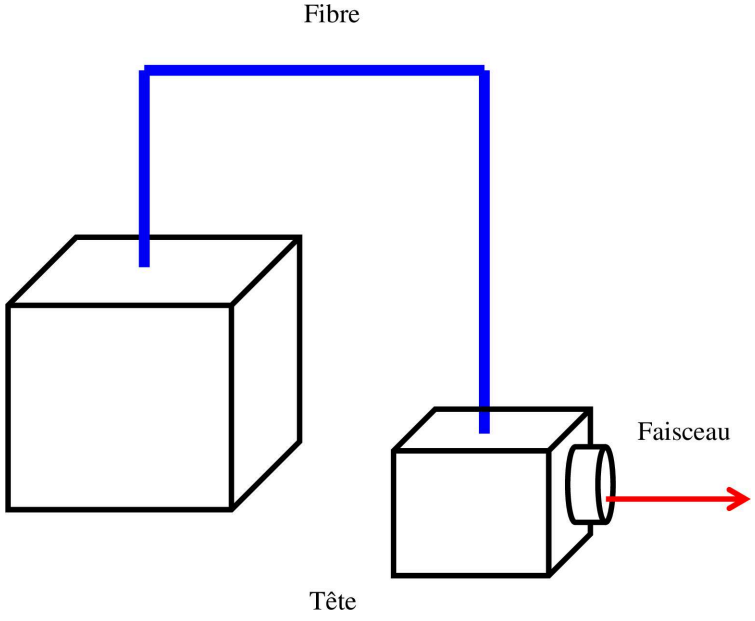
2. Choix du laser

Le laser peut être choisi parmi différents lasers de traitement des matériaux tels que ceux utilisés pour la découpe, le soudage ou le durcissement (par exemple le laser à CO_2, le laser YAG, le laser à semi-conducteur, le laser à disque ou le laser à fibre).

On trouvera à la figure 2 un exemple de système d'irradiation par laser.

Figure 2

Exemple de système d'irradiation par laser



3. Procédure d'essai pour l'essai sur un véhicule

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un véhicule.

a) Équiper le SRSEE d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et brancher tous les câbles de régulation thermique et les câbles à haute tension, puis réinstaller le SRSEE dans le véhicule ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Avant l'essai, déterminer la trajectoire du faisceau laser de manière à ce qu'il atteigne la surface de la pile d'amorçage ;

d) Configurer le programme d'irradiation par laser et valider ;

e) Irradier la pile d'amorçage avec le laser au point déterminé ;

f) Arrêter le programme d'irradiation par laser lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque le laser a fourni une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie de la pile d'amorçage ;

g) Si les conditions énoncées à l'alinéa f) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du laser, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription ;

h) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa f) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après l'activation du signal d'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

4. Procédure d'essai pour l'essai sur un composant

Les conditions générales énoncées au paragraphe 3 de l'annexe 9K doivent être remplies lorsque la présente méthode est utilisée dans le cadre de l'essai sur un SRSEE ou sur son sous-système.

a) Équiper le SRSEE ou son sous-système d'instruments, comme indiqué ci-dessus, et préparer le SRSEE ou son sous-système de telle sorte que la situation soit représentative de son installation dans le véhicule en mode actif de marche. Vérifier que les systèmes de régulation thermique et de communication fonctionnent comme prévu ;

b) Débuter l'enregistrement des données requises pour déterminer s'il y a emballement thermique et/ou propagation thermique. Vérifier que le système ne présente ni message d'erreur ni défaillance susceptible d'avoir une incidence sur le résultat de l'essai ;

c) Avant l'essai, déterminer la trajectoire du faisceau laser de manière à ce qu'il atteigne la surface de la pile d'amorçage ;

d) Configurer le programme d'irradiation par laser et valider ;

e) Irradier la pile d'amorçage avec le laser au point déterminé ;

f) Arrêter le programme d'irradiation par laser lorsque l'emballement thermique est confirmé ou lorsque le laser a fourni une quantité totale d'énergie correspondant à 20 % de l'énergie de la pile d'amorçage ;

g) Si les conditions énoncées à l'alinéa f) sont remplies, mais aucun emballement thermique ne s'est produit dans la pile d'amorçage pendant la période d'observation d'une heure après l'arrêt du laser, le type de SRSEE est réputé satisfaire à la présente prescription ;

h) L'essai se termine lorsque l'une des conditions ci-dessous est remplie :

i) L'amorçage a été interrompu selon les modalités prévues à l'alinéa f) ci-dessus, puis une période d'observation d'une heure a été respectée ;

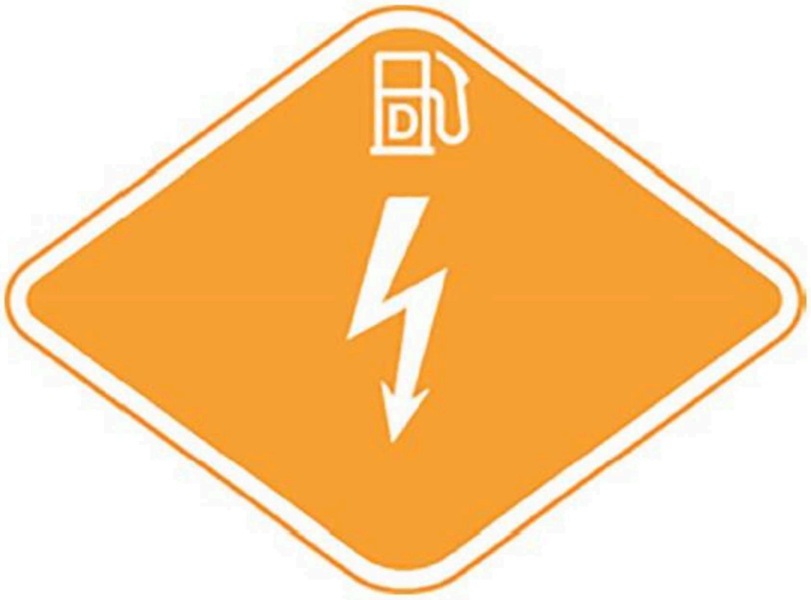
ii) Au moins 5 minutes se sont écoulées après le signal activant l'avertissement, si l'on a observé une propagation thermique ; ou

iii) Si un emballement thermique s'est produit dans la pile d'amorçage, mais il n'y a pas eu de propagation thermique, une période d'observation de 2 heures a été respectée pour l'appareil soumis à l'essai après la confirmation de l'emballement thermique.

ANNEXE 10

Dispositions relatives à l'étiquette à apposer sur les véhicules des catégories M_2/N_2 et M_3/N_3 équipés d'une chaîne de traction électrique

(Par. 5.5.1 à 5.5.3. du présent Règlement)



L'étiquette doit résister aux intempéries.

La zone centrale indique la première source d'énergie.

La zone supérieure indique la deuxième source d'énergie.

Le schéma et les symboles doivent être conformes à la norme ISO 17840-4:2018.

Les couleurs et les dimensions de l'étiquette doivent être conformes aux prescriptions suivantes :

Couleurs :

Fond:	orange, code RVB 255, 165, 0
Bordure:	blanc réfléchissant
Lettres:	blanc réfléchissant

Dimensions :

Largeur de l'étiquette:	≥110 mm
Hauteur de l'étiquette:	≥80 mm