



**Conseil Économique  
et Social**

Distr.  
GÉNÉRALE

TRANS/WP.29/2001/31  
12 avril 2001

FRANÇAIS  
Original : ANGLAIS et FRANÇAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Forum mondial de l'harmonisation des règlements  
concernant les véhicules (WP.29)  
(Cent vingt-quatrième session, 26-29 juin 2001,  
Point 4.2.16 de l'ordre du jour)

**PROPOSITION DE PROJET DE COMPLÉMENT 1 AU RÈGLEMENT No 100**

(Véhicules électriques à batterie)

Communication du Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE)

Note : Le texte reproduit ci-dessous, adopté par le GRPE à sa quarante et unième session, est transmis au WP.29 et à l'AC.1 pour examen. Il a été établi sur la base du document TRANS/WP.29/GRPE/2000/9, tel que modifié (TRANS/WP.29/GRPE/41, par. 27 et 28).

---

Le présent document est un document de travail distribué pour examen et commentaires. Quiconque l'utilise à d'autres fins en porte l'entière responsabilité. Les documents sont également disponibles via Internet :

<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm>

Modifier le titre comme suit :

"PRESCRIPTIONS UNIFORMES RELATIVES À L'HOMOLOGATION DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES À BATTERIE EN CE QUI CONCERNE LES PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES APPLICABLES À LA CONSTRUCTION, À LA SÉCURITÉ FONCTIONNELLE ET AUX DÉGAGEMENTS D'HYDROGÈNE"

Le paragraphe 4.1 est modifié comme suit :

"4.1 Lorsque le véhicule présenté à l'homologation en application du présent Règlement satisfait aux prescriptions du paragraphe 5 ci-dessous et des annexes 3, 4, 5 et 7 du Règlement, l'homologation pour ce type de véhicule est accordée."

Ajouter le nouveau paragraphe 5.3 suivant :

"5.3 Détermination des dégagements d'hydrogène

5.3.1 Cet essai doit être réalisé sur tous les véhicules routiers électriques visés au paragraphe 1 du présent Règlement.

Les véhicules routiers équipés de batteries à électrolyte non aqueux ou de batteries étanches à "gaz recombinaison" sont exclus.

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

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

5.3.4 Lors d'une charge effectuée avec un chargeur embarqué présentant une défaillance (conditions prévues à l'annexe 7), les émissions d'hydrogène produites par la batterie de traction doivent être inférieures à 42 grammes. De plus, le chargeur embarqué doit être prévu pour limiter cette défaillance possible à une demi-heure.

5.3.5 Toutes les opérations liées à la charge de la batterie de traction sont gérées automatiquement, y compris l'arrêt de charge.

5.3.6 Aucune manipulation ne doit permettre une prise de contrôle manuelle des phases de charge.

5.3.7 Les manipulations normales de connexion et déconnexion du réseau ou les coupures d'alimentation du réseau ne doivent pas perturber le système de gestion des phases de charge.

- 5.3.8 Les défaillances graves de charge doivent être signalées au conducteur d'une façon permanente. Il est entendu par défaillance grave une défaillance de nature à provoquer un dysfonctionnement du chargeur embarqué lors d'une charge ultérieure.
- 5.3.9 Le constructeur doit indiquer dans le manuel d'utilisation la conformité du véhicule à ces prescriptions.
- 5.3.10 L'homologation accordée à un type de véhicule en ce qui concerne les dégagements d'hydrogène peut être étendue à des types de véhicules différents appartenant à la même famille, conformément à la définition de cette notion donnée à l'annexe 7, appendice 2."

À l'annexe 6, ajouter les nouveaux paragraphes 4.2.2 à 4.2.4 et 5.6.1 à 5.6.8, et une note de bas de page 2, comme suit :

- "4.2.2 Nombre d'éléments d'accumulateurs
- 4.2.3 Nombre de monoblocs  
Taux de recombinaison des gaz (en %)
- 5.6.1 Marque et type des différents éléments constituant le chargeur<sup>2</sup>
- 5.6.2 Description schématique du chargeur<sup>2</sup>  
Puissance nominale de sortie (kW)<sup>2</sup>  
Tension maximale de charge en continu (V)<sup>2</sup>
- 5.6.5 Intensité maximale de charge (A)<sup>2</sup>  
Marque et type du calculateur (le cas échéant)<sup>2</sup>
- 5.6.7 Description de la logique de fonctionnement, des contrôles et des sécurités<sup>2</sup>
- 5.6.8 Description et caractéristiques des phases de la (des) charge(s)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Pour les véhicules équipés d'un chargeur embarqué."

Ajouter une annexe 7, accompagnée des appendices 1 et 2, comme suit :

### "Annexe 7

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

##### 1. INTRODUCTION

La présente annexe décrit la méthode à suivre pour la détermination des dégagements d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction des véhicules routiers électriques, conformément au paragraphe 5.3 du présent Règlement.

## 2. DESCRIPTION DES ESSAIS

L'essai de dégagement d'hydrogène (fig. 7.1) est conçu pour mesurer les émissions d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction avec le chargeur embarqué. L'essai comporte les phases suivantes :

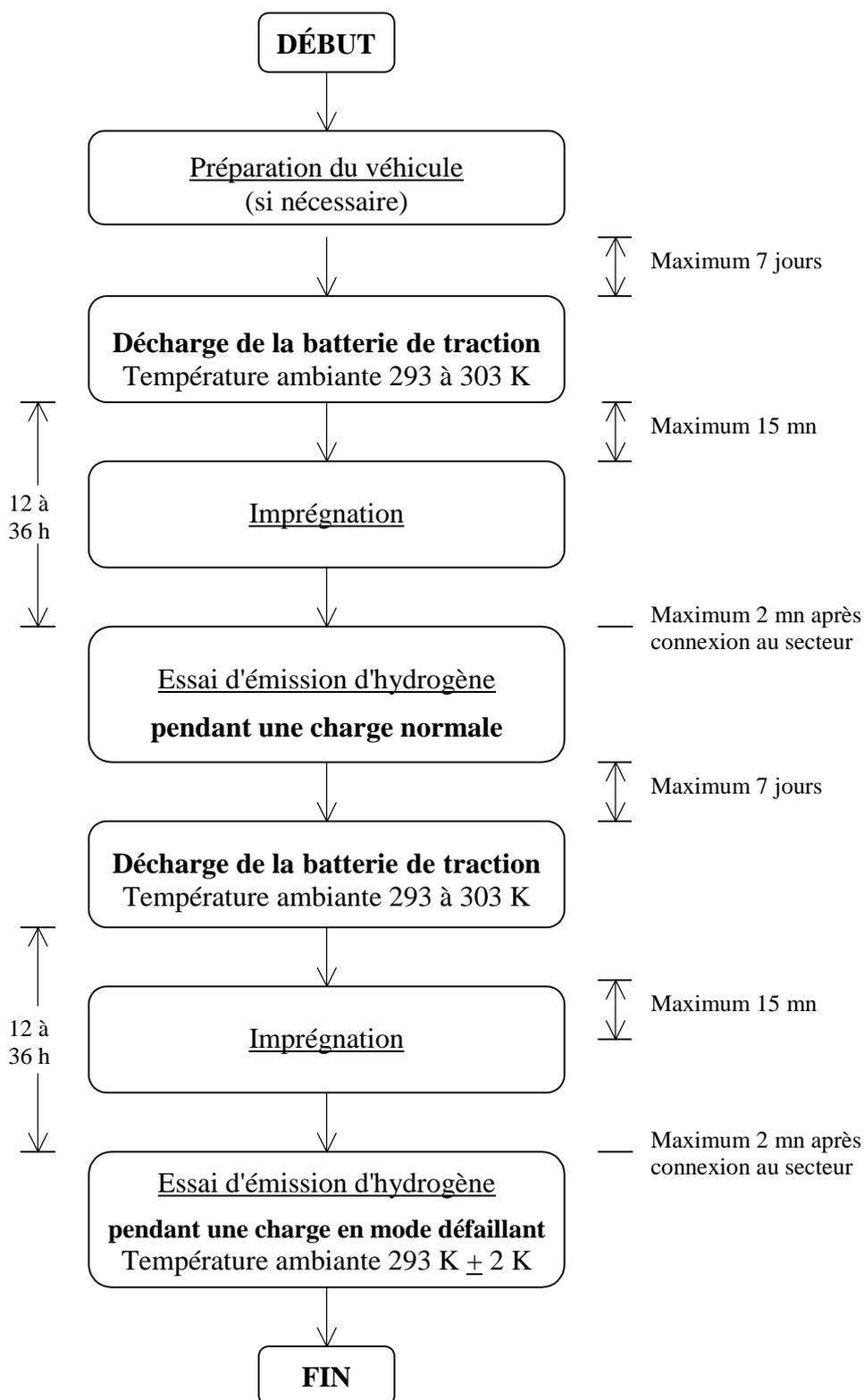
- a) préparation du véhicule,
- b) décharge de la batterie de traction,
- c) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale,
- d) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur embarqué présentant une défaillance.

## 3. VÉHICULE

- 3.1 Le véhicule présenté doit être en bon état mécanique, il doit avoir parcouru au minimum 300 km au cours des sept jours précédant l'essai. Pendant cette période, le véhicule doit être équipé de la batterie de traction soumise à l'essai de dégagement d'hydrogène.
- 3.2 Si la batterie est utilisée à une température supérieure à la température ambiante, l'opérateur doit suivre la méthode recommandée par le constructeur pour maintenir la température de la batterie de traction dans la plage de fonctionnement normal.

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

Figure 7.1  
**Détermination des dégagements d'hydrogène pendant les opérations de charge de la batterie de traction**



#### 4. APPAREILLAGE POUR L'ESSAI DE DÉGAGEMENT D'HYDROGÈNE

##### 4.1 Banc à rouleaux

Le banc à rouleaux doit être conforme aux exigences du projet de série 05 d'amendements au Règlement No 83.

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

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

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

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

L'enceinte doit pouvoir se verrouiller à un volume déterminé. Le volume d'une enceinte à volume variable doit pouvoir varier par rapport au "volume nominal" (voir annexe 7, appendice 1, par. 2.1.1), de façon à permettre les dégagements d'hydrogène au cours des essais.

##### 4.3 Systèmes d'analyse

###### 4.3.1 Analyseur d'hydrogène

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

- 4.3.1.2 L'analyseur d'hydrogène doit avoir un temps de réponse inférieur à 10 secondes à 90 % de la pleine échelle de lecture. Il doit avoir une stabilité meilleure que 2 % de la pleine échelle à zéro et à  $80 \pm 20$  % de la pleine échelle, pendant une durée de 15 minutes et pour toutes les plages de fonctionnement.
- 4.3.1.3 La répétabilité de l'analyseur, exprimée sous forme d'écart type, doit être meilleure que 1 % de la pleine échelle, à zéro et à  $80 \pm 20$  % de la pleine échelle, pour toutes les plages utilisées.
- 4.3.1.4 Les plages de fonctionnement de l'analyseur seront choisies pour obtenir la meilleure résolution sur l'ensemble des procédures de mesure, d'étalonnage et de contrôle des fuites.

#### 4.3.2 Système enregistreur associé à l'analyseur d'hydrogène

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

#### 4.4 Enregistrement des températures

- 4.4.1 La température ambiante de l'enceinte est mesurée en deux points par des capteurs de température qui sont reliés l'un à l'autre de manière à indiquer une valeur moyenne. Les points de mesure sont écartés d'environ 0,1 m à l'intérieur de l'enceinte, à partir de l'axe vertical de symétrie de chaque paroi latérale, à une hauteur de  $0,9 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ .
- 4.4.2 Les températures du ou des monoblocs doivent être enregistrées au moyen de capteurs.
- 4.4.3 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, les températures devront être enregistrées à la fréquence d'au moins une fois par minute.
- 4.4.4 L'incertitude d'utilisation du système d'enregistrement des températures doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 1,0 \text{ K}$  et la résolution de cet équipement doit être égale à 0,1 K.
- 4.4.5 L'enregistrement du système de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une incertitude de  $\pm 15$  secondes.

#### 4.5 Enregistrement de la pression

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

4.5.2 L'incertitude d'utilisation du système d'enregistrement de la pression doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 2$  hPa et la résolution de cet équipement doit être égale à 0,2 hPa.

4.5.3 L'enregistrement du système de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une incertitude de  $\pm 15$  secondes.

#### 4.6 Enregistrement de la tension et de l'intensité

4.6.1 Pour l'ensemble des mesures d'émissions d'hydrogène, la tension et l'intensité (batterie) délivrées par le chargeur embarqué devront être enregistrées à la fréquence d'au moins une fois par minute.

4.6.2 L'incertitude d'utilisation du système d'enregistrement de la tension doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 1$  V et la résolution de cet équipement doit être égale à 0,1 V.

4.6.3 L'incertitude d'utilisation du système d'enregistrement de l'intensité doit être comprise dans une tolérance de  $\pm 0,5$  A et la résolution de cet équipement doit être égale à 0,05 A.

4.6.4 L'enregistrement du système de traitement de données doit permettre de connaître le temps avec une incertitude de  $\pm 15$  secondes.

#### 4.7 Ventilateurs

L'enceinte devra être équipée d'un ou plusieurs ventilateurs ou soufflantes ayant un débit de 0,1 à 0,5 m<sup>3</sup>/s, pour assurer un brassage complet de l'atmosphère de l'enceinte. Il faut obtenir une répartition régulière de la température et de la concentration en hydrogène dans l'enceinte pendant les mesures. Le véhicule placé dans l'enceinte ne doit pas être soumis directement à un courant d'air provenant des ventilateurs ou des soufflantes.

#### 4.8 Gaz

4.8.1 On doit disposer des gaz purs ci-après pour l'étalonnage et le fonctionnement de l'installation :

air synthétique purifié (pureté  $< 1$  ppm C<sub>1</sub> équivalent;  $< 1$  ppm CO;  $< 400$  ppm CO<sub>2</sub>;  $< 0,1$  ppm NO); concentration d'oxygène de 18 à 21 % en volume,

hydrogène (H<sub>2</sub>), à 99,5 % de pureté minimale.

4.8.2 Les gaz utilisés pour l'étalonnage et la mesure doivent être constitués par des mélanges d'hydrogène (H<sub>2</sub>) et d'air synthétique purifié. Les concentrations réelles d'un gaz d'étalonnage doivent être conformes à la valeur nominale  $\pm 2$  % près. L'incertitude des gaz dilués obtenus en utilisant un mélangeur-doseur de gaz doit être de  $\pm 2$  % de la valeur nominale. Les valeurs de concentration indiquées dans l'appendice 1 pourront 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 :

- i) préparation du véhicule,
- ii) décharge de la batterie de traction,
- iii) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge normale,
- iv) décharge de la batterie de traction,
- v) détermination des émissions d'hydrogène pendant une charge effectuée avec le chargeur embarqué présentant une défaillance.

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

### 5.1 Préparation du véhicule

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

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

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

On arrête la décharge :

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

#### 5.1.2 Charge initiale de la batterie

La charge est réalisée :

- a) avec le chargeur embarqué,
- b) à une température ambiante comprise entre 293 K et 303 K.

La procédure exclut tous les types de chargeurs extérieurs.

Le critère de fin de charge de la batterie de traction correspond à l'arrêt automatique dû au chargeur embarqué.

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

5.1.3 Répéter deux fois les étapes de la procédure décrites aux paragraphes 5.1.1 et 5.1.2.

## 5.2 Décharge de la batterie

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

On arrête la décharge :

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

## 5.3 Imprégnation

Dans les 15 minutes qui suivent l'achèvement de l'opération de décharge de la batterie décrite au paragraphe 5.2, le véhicule est placé dans la zone d'imprégnation à une température de  $293 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$ . La durée de cette imprégnation est de 12 heures à 36 heures. Cette imprégnation est réalisée entre la fin de l'opération de décharge de la batterie et le début de l'essai d'émission d'hydrogène pendant une charge normale.

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

- 5.4.1 Avant l'achèvement de la phase d'imprégnation, l'enceinte de mesure doit faire l'objet d'un rinçage pendant plusieurs minutes, jusqu'à obtenir une concentration résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de mélange de l'enceinte doivent également être mis en marche.
- 5.4.2 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant l'essai.
- 5.4.3 À la fin de la phase d'imprégnation, le véhicule d'essai, moteur arrêté, fenêtres et coffre à bagages ouverts, est amené dans l'enceinte de mesure.
- 5.4.4 Le véhicule est connecté au secteur. La batterie est soumise à la procédure de charge normale définie au paragraphe 5.4.7 ci-dessous.
- 5.4.5 Les portes de l'enceinte sont fermées de manière étanche aux gaz dans un délai de 2 minutes après l'enclenchement de la phase de charge normale.

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

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

- 5.4.7 Procédure de charge normale

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

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

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

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

## 5.5 Essai d'émission d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant

- 5.5.1 Dans un délai maximal de sept jours après l'essai précédent, on commence par décharger la batterie de traction suivant les conditions fixées par le paragraphe 5.2.
- 5.5.2 Répéter les étapes de la procédure décrite au paragraphe 5.3.
- 5.5.3 Avant l'achèvement de la phase d'imprégnation, l'enceinte de mesure doit faire l'objet d'un rinçage pendant plusieurs minutes, jusqu'à obtenir une concentration résiduelle en hydrogène stable. Le ou les ventilateurs de mélange de l'enceinte doivent également être mis en marche.
- 5.5.4 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant l'essai.
- 5.5.5 À la fin de la phase d'imprégnation, le véhicule d'essai, moteur arrêté, fenêtres et coffre à bagages ouverts, est amené dans l'enceinte de mesure.

- 5.5.6 Le véhicule est connecté au secteur. La batterie est soumise à la procédure de charge en mode défaillant définie au paragraphe 5.5.9.
- 5.5.7 Les portes de l'enceinte sont fermées de manière étanche aux gaz dans un délai de deux minutes après l'enclenchement de la phase de charge en mode défaillant.
- 5.5.8 La période pour l'essai d'émission d'hydrogène pendant une charge en mode défaillant commence dès que l'enceinte est fermée de manière étanche. On mesure alors la concentration en hydrogène, la température et la pression barométrique, pour avoir les valeurs initiales correspondantes  $C_{H2i}$ ,  $T_i$  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.). La température ambiante  $T$  de l'enceinte ne devra pas être inférieure à 291 K, ni supérieure à 295 K pendant la période de charge en mode défaillant.

#### 5.5.9 Procédure de charge en mode défaillant

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

- a) phase de charge à puissance constante d'une durée  $t'_1$ ;
- b) phase de charge au courant maximal d'une durée de 30 minutes. Durant cette phase, le chargeur embarqué est bloqué au courant maximal applicable.

- 5.5.10 L'analyseur d'hydrogène doit être mis à zéro et étalonné immédiatement avant la fin de l'essai.
- 5.5.11 L'essai se termine à  $t'_1 + 30$  minutes après les mesures initiales décrites au paragraphe 5.5.8. Les différents temps écoulés sont enregistrés. La concentration en hydrogène dans l'enceinte, la température et la pression barométrique sont mesurées. On obtient ainsi les valeurs finales correspondantes  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$  pour l'essai de charge en mode défaillant, en vue des calculs indiqués au paragraphe 6.

## 6. CALCULS

- 6.1 Les essais d'émissions d'hydrogène décrits au paragraphe 5 permettent le calcul des émissions d'hydrogène pendant les phases de charge normale et de charge en mode défaillant. Pour chacune de ces phases, on calcule les dégagements d'hydrogène, d'après les valeurs initiales et finales de la concentration en hydrogène, de la température et de la pression dans l'enceinte et d'après la valeur nette du volume de l'enceinte.

On utilise la formule suivante :

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

avec :

$M_{H_2}$  = masse d'hydrogène (grammes)

$C_{H_2}$  = 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 les fenêtres et le coffre à bagages ouverts. Si le volume du véhicule n'est pas déterminé, on retranche un volume de  $1,42 m^3$

$V_{out}$  = 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.

## 6.2 Résultats de l'essai

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

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

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

---

### Annexe 7 - Appendice 1

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

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

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

## 2. ÉTALONNAGE DE L'ENCEINTE

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

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

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

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

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

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

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

- 2.2.1 Comme indiqué au paragraphe 2.1.1, l'enceinte à volume variable peut être utilisée en configuration verrouillée ou non verrouillée. La température ambiante doit être maintenue à  $293 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$  pendant la période de 4 heures mentionnée ci-après.
- 2.2.2 L'enceinte peut être fermée de manière étanche et le ventilateur de mélange peut fonctionner pendant une durée allant jusqu'à 12 heures avant que ne débute la période de 4 heures de mesure de la concentration résiduelle.
- 2.2.3 Étalonner l'analyseur (si nécessaire), faire le zéro et le gain.
- 2.2.4 Purger l'enceinte jusqu'à obtenir une valeur stable pour la mesure de la concentration d'hydrogène. Mettre en marche le ventilateur de mélange si ce n'est déjà fait.
- 2.2.5 Fermer l'enceinte de manière étanche et mesurer la valeur de la concentration résiduelle en hydrogène ainsi que la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs initiales  $C_{\text{H}_2\text{i}}$ ,  $T_{\text{i}}$  et  $P_{\text{i}}$ , à utiliser pour calculer les conditions résiduelles dans l'enceinte.
- 2.2.6 Laisser l'enceinte au repos avec le ventilateur de mélange en marche pendant 4 heures.

- 2.2.7 Après cette période de 4 heures, 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. Cette variation ne doit pas être supérieure à 0,5 gramme.
- 2.3 Étalonnage de l'enceinte et essai de rétention de l'hydrogène
- L'essai d'étalonnage et de rétention de l'hydrogène dans l'enceinte permet de vérifier la valeur calculée du volume (par. 2.1) et sert aussi à mesurer un taux de fuite éventuel. Le taux de fuite de l'enceinte doit être déterminé lors de sa mise en service, après tout travail effectué dans l'enceinte et susceptible d'en affecter l'intégrité, et au moins une fois par mois. Si six essais de rétention mensuels consécutifs sont effectués sans qu'aucune action corrective n'apparaisse nécessaire, le taux de fuite de l'enceinte pourra par la suite être déterminé tous les trimestres, tant qu'aucune correction n'est requise.
- 2.3.1 Purger l'enceinte jusqu'à obtenir une concentration d'hydrogène stable. Mettre en marche le(s) ventilateur(s) de mélange, si ce n'est déjà fait. Mettre l'analyseur à zéro, l'étalonner si nécessaire.
- 2.3.2 Verrouiller l'enceinte à volume variable selon la configuration volumique nominale.
- 2.3.3 Mettre en marche le système de régulation de la température ambiante (si ce n'est déjà fait) et le régler à une température initiale de 293 K.
- 2.3.4 Lorsque la température de l'enceinte se stabilise à  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ , fermer l'enceinte de manière étanche et mesurer la concentration résiduelle, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs initiales  $C_{H2i}$ ,  $T_i$  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 grammes d'hydrogène. Cette masse d'hydrogène doit être mesurée avec une incertitude de  $\pm 2\%$  de la valeur mesurée.
- 2.3.7 Brasser l'atmosphère de l'enceinte pendant 5 minutes et mesurer alors la concentration d'hydrogène, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs finales  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$  pour l'étalonnage de l'enceinte, ainsi que les valeurs initiales  $C_{H2i}$ ,  $T_i$  et  $P_i$  pour l'essai de rétention.
- 2.3.8 À partir des valeurs mesurées aux paragraphes 2.3.4 et 2.3.7 et de la formule indiquée au paragraphe 2.4, calculer la masse d'hydrogène contenue dans l'enceinte. Cette valeur doit être celle de la masse d'hydrogène mesurée au paragraphe 2.3.6 à  $\pm 2\%$  près.

- 2.3.9 Brasser l'atmosphère de l'enceinte pendant un minimum de 10 heures. À la fin de cette période, mesurer et enregistrer la concentration finale d'hydrogène, la température et la pression barométrique. On obtient ainsi les valeurs finales  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  et  $P_f$ , pour l'essai de rétention de l'hydrogène.
- 2.3.10 Au moyen de la formule indiquée au paragraphe 2.4, calculer la masse d'hydrogène, d'après les valeurs mesurées aux paragraphes 2.3.7 et 2.3.9. Cette masse ne doit pas différer de plus de 5 % de la masse d'hydrogène obtenue au paragraphe 2.3.8.

## 2.4 Calculs

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

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

avec :

$M_{H_2}$  = masse d'hydrogène (grammes)

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

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

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

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

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

$k$  = 2,42

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

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

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

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

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

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

Date de l'étalonnage

Valeurs indiquées par le potentiomètre, à zéro et pour l'étalonnage (le cas échéant)

Échelle nominale

Données de référence pour chaque gaz d'étalonnage utilisé

Valeur réelle et valeur indiquée pour chaque gaz d'étalonnage utilisé, avec les différences en %

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 incertitude équivalente.

---

## Annexe 7 - Appendice 2

### CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA FAMILLE DE VÉHICULES

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

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

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

Batterie de traction :

- marque de fabrique ou de commerce de la batterie
- types de couples électrochimiques utilisés
- nombre d'éléments d'accumulateurs
- nombre de monoblocs
- tension nominale de la batterie (V)
- puissance de la batterie (kWh)
- taux de recombinaison des gaz (en %)
- type(s) de système de ventilation pour le(s) monobloc(s) ou le coffre à batterie
- type du système de refroidissement (le cas échéant)

Chargeur embarqué :

- marque et type des différents éléments constituant le chargeur
- puissance nominale de sortie (kW)
- tension maximale de charge en continu (V)
- intensité maximale de charge (A)
- marque et type du calculateur (le cas échéant)
- logique de fonctionnement, des contrôles et des sécurités
- caractéristiques des phases de la (des) charge(s)."

-----