



Commission économique pour l'Europe**Comité des transports intérieurs****Forum mondial de l'harmonisation des Règlements
concernant les véhicules****186^e session**

Genève, 8-11 mars 2022

Point 14.1.1 de l'ordre du jour provisoire

Accord de 1998 :**Examen et mise aux voix par le Comité exécutif, de projets
de RTM ONU ou de projets d'amendements****à des RTM ONU existants, s'il y a lieu****Proposition de nouveau RTM ONU, s'il y a lieu****Proposition de nouveau RTM ONU sur la durabilité
des batteries des véhicules électriques****Proposition de nouveau RTM ONU sur la durabilité
des batteries des véhicules électriques****Communication du Groupe de travail de la pollution et de l'énergie***

Le texte ci-après, adopté par le Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE) à sa quatre-vingt-quatrième session (ECE/TRANS/WP.29/GRPE/84, par. 10), est fondé sur le document ECE/TRANS/WP.29/GRPE/2021/18 tel que modifié par l'additif 1 au rapport. Il est soumis au Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) et au Comité exécutif de l'Accord de 1998 (AC.3) pour examen à leurs sessions de mars 2022.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour 2022 tel qu'il figure dans le projet de budget-programme pour 2022 (A/76/6 (titre V, chap. 20), par. 20.76), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements ONU en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



Table des matières

	<i>Page</i>
I. Argumentaire technique et justification	3
II. Texte du RTM ONU	15
1. Objet	15
2. Domaine d'application.....	15
3. Définitions	15
4. Abréviations.....	17
5. Prescriptions	17
5.1. Analyseurs de l'état de l'autonomie certifiée et de l'état de l'énergie certifiée (SOCR et SOCE).....	17
5.2 Prescriptions fonctionnelles relatives aux batteries	17
6. Vérification pendant la période de service.....	19
6.1 Définitions des familles.....	19
6.2 Collecte d'informations.....	20
6.3 Partie A : Vérification des analyseurs SOCR ou SOCE.....	21
6.4 Partie B : Vérification de la durabilité de la batterie	23
6.5 Diagrammes de décision pour la partie A et la partie B	23
7. Arrondis	25
 Annexes	
1. Questionnaire sur le véhicule	26
2. Valeurs à lire sur les véhicules	30
3. Détermination des paramètres fonctionnels pendant la procédure d'essai au titre de la partie A.....	31

I. Argumentaire technique et justification

A. Introduction

1. Compte tenu de l'urgence qu'il y a à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'autres polluants atmosphériques, la part de marché des véhicules électriques est appelée à augmenter. Composant essentiel de ces véhicules, la batterie de traction, sert à stocker et fournir de l'énergie pour permettre le déplacement du véhicule et à alimenter les systèmes qui l'équipent. Les constructeurs s'intéressent de près à l'amélioration des batteries afin d'accroître l'autonomie, de réduire le temps de charge et de rendre ces véhicules plus abordables, et l'on s'attend à ce que l'évolution technique dans ce domaine incite de plus en plus de consommateurs à opter pour les véhicules électriques.

2. On prévoit une amélioration de l'efficacité des nouveaux véhicules électriques, mais il n'existe pas encore de réglementation sur le maintien de la performance des batteries dans le temps. L'élaboration d'un Règlement technique mondial (RTM) sur la durabilité des batteries des véhicules a donc pour principale motivation le fait que l'on considère la performance environnementale des véhicules électriques susceptible de pâtir d'une dégradation excessive du système de batteries avec le temps.

3. La perte d'autonomie électrique et d'efficacité énergétique de ces véhicules sont deux préoccupations majeures. Si l'autonomie des véhicules électriques diminue, on risque de les trouver moins utiles et donc de les conduire moins, ce qui pourrait empêcher qu'ils ne roulent à la place de véhicules classiques. Cette perte d'utilité risque aussi de freiner l'engouement des consommateurs et donc la croissance du marché, qui est nécessaire pour que les ventes de véhicules électriques pèsent dans la réduction des émissions polluantes du parc automobile. La perte d'efficacité des véhicules pourrait influencer sur les émissions en amont en faisant augmenter la quantité d'électricité nécessaire pour parcourir une distance donnée. Ces deux facteurs peuvent affecter non seulement l'utilité du véhicule pour le consommateur, mais aussi sa performance environnementale. La perte de performance environnementale est d'autant plus problématique que les programmes publics de mise en conformité avec la réglementation attribuent souvent aux véhicules électriques, sur le plan environnemental, des vertus qui pourraient se révéler surestimées si leurs batteries se dégradent excessivement.

4. Les véhicules électriques hybrides, qui ont des caractéristiques différentes en matière d'autonomie et de consommation d'énergie, sont souvent équipés d'un moteur classique et d'un moteur électrique. Une dégradation progressive de leurs batteries pourrait avoir une incidence sur la quantité de polluants de référence émis par le moteur classique.

5. Le présent RTM vise donc à répondre à ces préoccupations par l'établissement d'une méthode harmonisée permettant de contrôler l'état de la batterie au fil du temps, ainsi que d'exigences minimales en matière d'efficacité relatives à la durabilité de la batterie.

B. Historique des travaux

6. Le groupe de travail informel des véhicules électriques et de l'environnement (EVE) a été créé en juin 2012 après l'approbation par le Comité exécutif de l'Accord de 1998 (AC.3) du document ECE/TRANS/WP.29/AC.3/32. Il était proposé dans ce document d'établir deux groupes de travail informels distincts respectivement chargés d'examiner les questions liées à l'environnement et à la sécurité dans le cas des véhicules électriques, à savoir le groupe de travail informel EVE, qui dépendrait du Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE), et le groupe de travail informel de la sécurité des véhicules électriques (EVS), qui dépendrait du Groupe de travail de la sécurité passive (GRSP). Cette proposition a été appuyée par la Commission européenne, les États-Unis d'Amérique, la Chine et le Japon.

7. Au mois de novembre 2014, l'AC.3 a approuvé le deuxième mandat du groupe EVE, qui comportait deux parties (A et B) et portait sur les travaux de recherche supplémentaires à mener suite à plusieurs recommandations issues du premier mandat et sur l'élaboration d'un ou plusieurs RTM ONU, si nécessaire. Le groupe EVS n'était pas concerné par ce deuxième mandat.

8. Dans la partie A du deuxième mandat du groupe EVE (ECE/TRANS/WP.29/AC.3/40), la question de l'efficacité et de la durabilité des batteries était mentionnée parmi les domaines de travail autorisés au titre de travaux de recherche et pour l'élaboration éventuelle d'un nouveau RTM. Plus précisément, il était question d'étouffer les recommandations sur les activités à venir formulées dans le Guide de référence sur les Règlements concernant les véhicules électriques : i) en menant des recherches supplémentaires en application des recommandations ; ii) en déterminant quelles recommandations pouvaient donner lieu à l'élaboration d'un ou plusieurs Règlements techniques mondiaux (RTM) par le Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) ; iii) en établissant un plan de travail. Le groupe EVE a rendu compte de l'état des travaux sur l'efficacité et la durabilité des batteries qu'il avait menés au titre de la partie A de son mandat dans le document informel WP.29-170-31 présenté au WP.29 à sa 170^e session, tenue du 15 au 18 novembre 2016.

9. Après l'exécution de la partie A de son mandat, le groupe EVE a recommandé au GRPE et au WP.29 d'approuver la prolongation dudit mandat afin qu'il puisse continuer ses recherches sur l'efficacité et la durabilité des batteries sans s'engager d'emblée à élaborer un RTM. Cette recommandation ayant été approuvée, le groupe a poursuivi ses travaux sur la question dans le cadre de la partie B de son mandat.

10. Le groupe EVE a présenté en mai 2019, à la soixante-dix-neuvième session du GRPE, un projet de rapport de situation concernant les recherches sur la durabilité et l'efficacité des batteries de véhicules montrant qu'il y avait suffisamment d'informations pour commencer à élaborer un RTM ONU. Il recommandait que ce RTM ONU soit élaboré dans le cadre d'un nouveau mandat.

11. L'AC.3 a ensuite approuvé le document ECE/TRANS/WP.29/AC.3/57 dans lequel il autorisait le groupe EVE à élaborer en deux phases un nouveau RTM ONU sur la durabilité des batteries des véhicules :

Phase 1 :

a) Présentation à l'AC.3, en novembre 2021 au plus tard, d'une première version comprenant :

- i) La définition des critères d'efficacité des batteries des véhicules électriques et les prescriptions à cet égard ;
- ii) Les prescriptions relatives à la lecture ou à l'affichage des informations sur l'état de la batterie et des données d'utilisation du véhicule ;
- iii) Une procédure provisoire de vérification de la conformité en service comprenant des critères d'utilisation génériques et une méthode statistique.

Phase 2 :

b) Élaboration d'une deuxième version du RTM ONU sur la durabilité des batteries des véhicules, comprenant :

- i) L'élaboration d'une méthode permettant de définir des indices d'utilisation normale à partir des données lues sur les véhicules ;
- ii) Le perfectionnement des prescriptions relatives aux critères d'efficacité pour la durabilité des batteries des véhicules, au moyen de l'évaluation d'autres modèles et de données recueillies sur des véhicules réels et à l'aide des indices d'utilisation normale.

C. Considérations techniques

Dégradation des batteries des véhicules électriques

12. L'effet de la dégradation des batteries sur la performance environnementale est susceptible de varier considérablement d'un type de véhicule électrique à l'autre (véhicule électrique pur (VEP), véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur (VEH-RE) ou véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur (VEH-NRE)). Les principales

formes de dégradation des batteries touchent à la capacité et à la puissance. La dégradation de la capacité, c'est-à-dire la diminution de la capacité énergétique, se traduit par une perte d'autonomie en mode électrique (pour les VEP et les VEH-RE) et peut aussi augmenter l'utilisation du moteur classique lorsque le véhicule fonctionne en mode hybride (pour les VEH-NRE). La dégradation de la puissance, c'est-à-dire la diminution de la puissance de la batterie, peut également entraîner une augmentation de l'utilisation du moteur classique des VEH-RE et des VEH-NRE et, globalement, une baisse de performance du véhicule.

13. La durabilité des batteries dépend d'au moins six grands paramètres liés au fonctionnement des véhicules, dont l'importance varie en fonction de l'architecture de véhicule électrique :

- a) Le régime de décharge, déterminé par le cycle d'utilisation du véhicule et les conditions de conduite, notamment la vitesse du véhicule, les charges auxiliaires, le remorquage, la charge utile et les conditions ambiantes ;
- b) La vitesse de charge, déterminée par le type (normal, rapide, super rapide) et la fréquence de charge ;
- c) La plage de niveaux de charge utilisée pendant le fonctionnement de la batterie et la quantité généralement consommée entre les charges (profondeur de décharge) ;
- d) La température de la batterie pendant le fonctionnement (ce paramètre inclut toutes les températures subies entre l'achat du véhicule et sa mise hors service, tant pendant la conduite que pendant les périodes de charge et d'inactivité) ;
- e) Le temps (durée de vie) ;
- f) Les autres utilisations non prises en compte dans la durée de vie ou la distance parcourue, par exemple les échanges entre le véhicule et le réseau électrique (« vehicle-to-grid » ou V2G).

14. L'ampleur et la nature de la dégradation des batteries sont le résultat de mécanismes complexes et dépendent en grande partie des caractéristiques chimiques des batteries et de leurs conditions de fonctionnement. Les processus physiques et électrochimiques variés qui influent sur la durabilité des batteries sont présentés de façon très complète dans une étude des publications existantes commanditée par le groupe EVE. Pour les batteries au lithium-ion habituelles, les principaux mécanismes responsables d'une dégradation de la capacité sont :

- a) Une perte ou un dépôt de lithium cyclable ou un déséquilibre entre les électrodes ;
- b) Une diminution de la surface des électrodes ;
- c) Une perte de matière des électrodes ou une diminution de leur conductivité.

15. La complexité de ces processus de vieillissement est souvent accrue par l'association de bon nombre de ces mécanismes à une augmentation de l'impédance des batteries, qui entraîne une diminution de leur puissance maximale.

Gestion de la dégradation des batteries

16. Si les constructeurs ont réussi à déterminer avec une certitude suffisante la durabilité de certains types de batteries pour être raisonnablement sûrs de donner satisfaction à leurs clients et de leur offrir une garantie, tous ne n'évaluent pas cette durabilité de la même manière. Il existe toutes sortes de régimes d'essai, souvent élaborés en fonction de la configuration des produits, de leur usage, des catégories de consommateurs ou des considérations géographiques.

17. Pour réduire l'effet de la dégradation de la capacité sur l'autonomie, les constructeurs peuvent choisir de surdimensionner légèrement la batterie des VEP ou des VEH-RE en élargissant la plage de niveaux de charge de façon à compenser la dégradation par une capacité accrue. D'autres concevront la batterie pour une autonomie donnée en début de vie et tiendront compte de la dégradation en garantissant le maintien d'une certaine capacité sur une période ou un kilométrage donnés. Le client sera alors censé comprendre qu'une diminution de l'autonomie électrique pendant le cycle de vie du véhicule est prévisible.

18. Bien que l'on s'attende à une diminution de l'autonomie électrique et de la capacité de la batterie avec le temps, il n'existe concrètement aucune réglementation uniforme à cet égard. Par exemple, dans les règles d'étiquetage relatives à l'autonomie des VEP et des VEH-RE établies par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis, l'autonomie est de fait celle du début de vie, puisqu'elle est calculée pour le véhicule neuf, en tenant certes compte du fonctionnement à froid et à haute vitesse, mais pas d'une future dégradation de la capacité. Toutefois, dans le cas des VEH-RE, les constructeurs sont indirectement obligés de tenir compte de la dégradation de l'autonomie, dans la mesure où celle-ci a une incidence directe sur les émissions pendant la période de service calculées ultérieurement. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) des VEH-RE sont calculées selon la procédure SAE J1711, qui intègre le facteur d'utilité, lequel dépend de l'autonomie en mode électrique. Si l'autonomie diminue pendant la durée de vie utile, la correction en fonction du facteur d'utilité changera, donc les émissions de GES calculées augmenteront. Étant donné que les véhicules sont considérés comme non conformes si leurs émissions dépassent le niveau d'émission certifié de plus de 10 % au cours de leur durée de vie utile, les constructeurs qui ne prennent pas en compte la dégradation de la capacité lors de la conception des VEH-RE risquent de dépasser les normes d'émissions de GES pendant la période de service. En conséquence, pour ces types de véhicules, les constructeurs associent généralement une batterie surdimensionnée à une stratégie de gestion de l'énergie de façon à maintenir l'autonomie tout au long de la durée de vie utile.

19. Les constructeurs ont plusieurs autres façons de limiter la dégradation des batteries. Ils peuvent par exemple utiliser des systèmes de gestion optimisée ou des systèmes de régulation thermique de la batterie. Les premiers permettent de réduire les contraintes qui s'exercent sur les batteries et de prolonger leur durée de vie en contrôlant certaines opérations visant à protéger les éléments de la batterie, à maintenir l'équilibre de charge entre ces éléments et à limiter la température de la batterie. Ils peuvent par exemple, selon le cas, faire intervenir des systèmes de refroidissement élaborés, limiter les épisodes de charge rapide en modulant l'intensité de charge, contrôler la plage de niveaux de charge disponible, équilibrer la tension entre les différents éléments de la batterie ou réduire le couple maximal disponible. Pour fonctionner, les systèmes de gestion de la batterie peuvent utiliser toutes sortes de données, des conditions ambiantes aux paramètres des différents éléments en passant par le comportement du conducteur. Chaque constructeur, véhicule, batterie ou élément peut disposer d'un système de gestion de la batterie unique parfaitement optimisé, mis à jour et amélioré à chaque nouvelle version. Ces systèmes très complexes, généralement considérés comme protégés, ne doivent pas être manipulés au nom de l'environnement ou de la sécurité. La capacité de régulation thermique de la batterie est un autre facteur important. Certaines batteries ne sont refroidies que de façon passive par l'air ambiant, mais d'autres sont équipées d'un système actif de refroidissement ou de chauffage à air pulsé, à liquide de refroidissement ou à fluide frigorigène qui permet de mieux contrôler la température de fonctionnement de la batterie et donc d'allonger sa durée de vie.

Prévision ou estimation de la dégradation de la batterie

20. Les constructeurs ont souvent recours au vieillissement accéléré pour évaluer la durabilité des batteries. Cette méthode se fonde sur l'hypothèse selon laquelle on peut déterminer la durée de vie utile à partir d'une série de cycles de vieillissement rapide. Toutefois, on ne sait pas avec certitude si l'équivalence entre le vieillissement accéléré et la durée de vie prévue est valable pour tous les types de batteries au lithium-ion actuels ou futurs, quels que soient leurs caractéristiques chimiques.

21. L'un des principaux mécanismes responsables de la dégradation de la capacité et de la puissance des batteries est la fragmentation microscopique dont s'accompagnent la dilatation et la contraction des matériaux de l'anode et de la cathode pendant le cyclage. À cet égard, on observe d'importants écarts entre les batteries présentant des caractéristiques chimiques différentes, ce qui porte à croire que la corrélation entre cyclage rapide et cyclage de longue durée peut également être très différente. Il est donc possible que, dans un essai accéléré, la durée de vie utile estimée soit juste pour un type de batterie, sur le plan des caractéristiques chimiques, mais erronée pour un autre, même si, en situation réelle, les deux batteries pourront avoir la même durée de vie.

22. En outre, le vieillissement accéléré ne peut pas tenir compte de l'utilisation réelle des batteries équipant les véhicules et ne permet donc d'estimer que partiellement leur dégradation réelle.

23. Pour surveiller la dégradation due à l'utilisation, la plupart des constructeurs évaluent la capacité grâce à un analyseur embarqué intégré au système de gestion de la batterie. L'exactitude et la précision de cette estimation peuvent varier en fonction d'un certain nombre de facteurs, dont les capteurs et l'algorithme d'estimation utilisés, le comportement de l'utilisateur en matière de recharge et de décharge, le type de batterie et les paramètres du modèle. Des algorithmes protégés sont employés pour gérer les inexactitudes. Ils produisent une estimation pouvant être utilisée par d'autres systèmes du véhicule.

24. À l'heure actuelle, il n'existe pas de prescriptions relatives à l'exactitude des analyseurs embarqués et, en général, les estimations produites ne sont pas facilement accessibles à l'utilisateur du véhicule. C'est pourquoi le groupe EVE a pris la décision d'établir des prescriptions fonctionnelles en la matière.

D. Argumentaire technique et justification

25. Le mandat de la première phase de l'élaboration du présent RTM sur la durabilité des batteries des véhicules prévoit d'établir :

- a) Les prescriptions relatives à la lecture ou à l'affichage des informations sur l'état de la batterie et des données d'utilisation du véhicule ;
- b) Les prescriptions relatives aux critères de performance en matière de durabilité des batteries des véhicules électriques ;
- c) Une procédure provisoire de vérification de la conformité en service comprenant des critères d'utilisation génériques et une méthode statistique.

26. Il sera question dans la présente section des principaux points pris en considération par le groupe EVE pour les éléments de la première phase d'élaboration du RTM (voir plus haut).

Analyseurs de l'état de l'autonomie certifiée et de l'état de l'énergie certifiée (SOCR et SOCE)

27. Si l'on parle couramment de « l'état » d'une batterie à un moment donné de sa période d'utilisation, il n'en existe pas de définition universelle et les méthodes utilisées pour déterminer cet état sont nombreuses. C'est pourquoi il a été choisi de définir deux nouvelles valeurs connexes aux fins du RTM, à savoir l'état de l'énergie certifiée (SOCE) et l'état de l'autonomie certifiée (SOCR), qui représentent le pourcentage restant de l'énergie certifiée ou de l'autonomie certifiée de la batterie à un moment donné. Dans le cas du SOCE, il a été décidé que la valeur serait exprimée en pourcentage de l'énergie utilisable de la batterie (EUB).

28. Ces indicateurs fondés sur l'autonomie électrique et sur l'EUB ont tous deux été choisis car leurs valeurs peuvent être déterminées à l'aide des méthodes d'essai de certification déjà appliquées par les Parties contractantes et utilisent les principaux paramètres fonctionnels relatifs à l'état de la batterie. Ils doivent non seulement servir à l'information des consommateurs, mais aussi permettre aux constructeurs et aux autorités de procéder à des évaluations par rapport aux exigences de performance minimales (EPM) relatives à la durabilité des batteries. Le groupe de travail informel a décidé d'exclure les VEH-NRE de la première phase de l'élaboration du RTM. En effet, bien que leur batterie puisse se dégrader, les véhicules de ce type n'ont pas d'autonomie en mode électrique et l'énergie utilisable de leur batterie n'est généralement pas déterminée au moment de la certification. En outre, dans un VEH-NRE, la dégradation de la batterie se traduira probablement par une réduction moindre de la consommation de carburant, ce qui peut être détecté par les pratiques actuelles de vérification de la conformité en service. Le groupe EVE continuera de réfléchir à la nécessité d'élargir ultérieurement le présent RTM aux VEH-NRE.

29. À l'issue des débats menés au sein du groupe de travail, il a été conclu qu'il ne serait pas adéquat de définir le processus ou l'algorithme à l'aide duquel les analyseurs SOCR ou SOCE déterminent leurs valeurs estimatives. Il serait extrêmement complexe de définir un algorithme capable de tenir compte précisément de la diversité des caractéristiques chimiques des éléments de batterie et des stratégies de gestion des batteries qui existent sur le marché. Au lieu de cela, il a été décidé de laisser les constructeurs déterminer par eux-mêmes comment estimer ces indicateurs, mais de veiller à l'exactitude de ces valeurs par une procédure de vérification pendant la période de service.

Prescriptions fonctionnelles relatives aux batteries

30. Les principales prescriptions relatives à la durabilité des batteries établies dans le présent RTM sont définies au moyen d'exigences de performance minimales (EPM), qui représentent les valeurs minimales admissibles pour le SOCE ou le SOCR après un certain temps ou un certain kilométrage. Ce cadre est comparable à celui que les constructeurs proposent pour la garantie de leurs véhicules électriques.

31. Afin de déterminer des valeurs d'EPM adéquates pour le présent RTM, le groupe EVE a pris en considération un large éventail de données accessibles au public, ainsi que les contributions de divers membres du groupe. Ces informations sont résumées aux paragraphes 32 à 37.

32. L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis a étudié les garanties offertes par les constructeurs pour les batteries des véhicules électriques. L'analyse portait principalement sur le marché américain, mais ses résultats correspondaient à l'offre du marché européen. Cette étude a révélé que les défaillances des batteries étaient couvertes pendant sept à dix ans et généralement jusqu'à 160 000 km¹. Lorsque la défaillance était définie en fonction du maintien de la capacité, le seuil fixé pour la garantie se situait entre 60 % et 75 % de la capacité, et le plus souvent à 70 %. Il a été constaté que les garanties couvrant huit années ou 160 000 km étaient les plus courantes. Les constructeurs ont souligné que les garanties offertes ne dépendaient pas uniquement des performances techniques de la batterie, mais prenaient aussi en compte des considérations commerciales et la satisfaction des clients. Néanmoins, cette analyse permet de se faire une idée du degré de confiance dans les produits actuellement sur le marché.

33. Le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne a mis au point un module spécial d'évaluation de la durabilité des batteries des véhicules sur sa plateforme TEMA (Transport tEchnology and Mobility Assessment). Il s'appuie sur les modèles fondés sur les performances, qui sont les mieux adaptés à une utilisation avec des données de conduite en conditions réelles à large échelle. La plateforme TEMA est une plateforme modulaire de mégadonnées conçue pour reproduire les comportements de mobilité des véhicules à partir d'ensembles de données provenant des systèmes de navigation de véhicules classiques fonctionnant au carburant, qui devrait permettre de quantifier les répercussions possibles des nouvelles technologies automobiles sur la mobilité réelle tout en facilitant l'évaluation des politiques relatives aux transports.

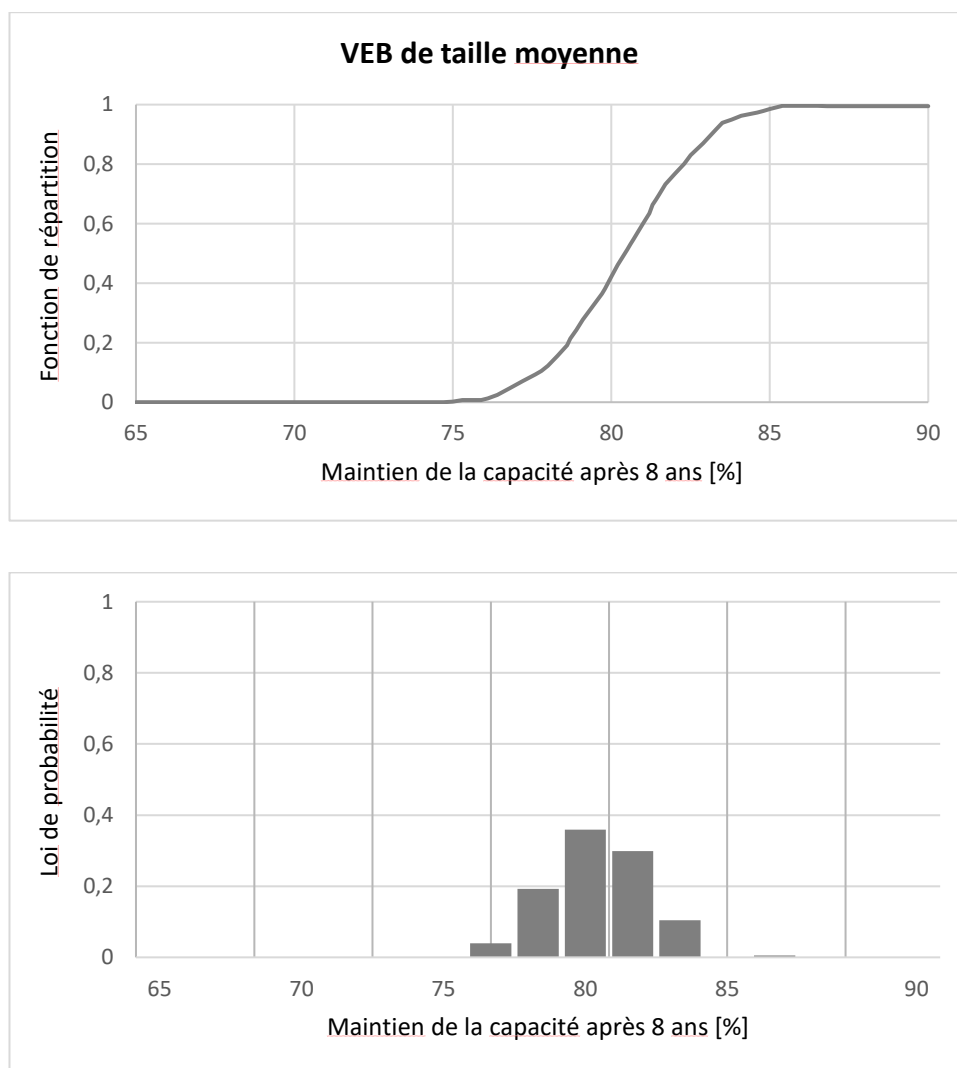
34. La plateforme TEMA combine des modèles récents fondés sur les performances relatifs à la dégradation de la capacité et de la puissance des batteries au lithium-ion, tirés de publications existantes, avec des informations sur l'architecture des batteries et des véhicules et avec des données de conduite en condition réelle provenant de différentes régions d'Europe. À partir de ces données, une analyse reposant sur des scénarios est élaborée afin de prévoir la dégradation de l'efficacité des batteries de traction des véhicules automobiles. L'analyse porte sur la dégradation de la capacité par vieillissement calendaire et par cyclage pour trois variantes du lithium-ion (LiFePO₄, NMC avec spinelle de manganèse et NMC-LMO) dans différentes architectures de véhicules (VEH-RE et VEP présentant des autonomies variables), combinées à plusieurs stratégies de recharge, afin d'étudier l'effet de différents cycles d'essai de conduite par rapport à des habitudes de déplacement et à des températures ambiantes différentes. Des analyses préliminaires sur la dégradation de la puissance des batteries des véhicules ont également été effectuées.

¹ Un seul constructeur de véhicules offrait une garantie jusqu'à 1 000 000 km.

35. Le modèle TEMA a été utilisé pour estimer le maintien de la capacité des batteries de traction en fonction du kilométrage ou de l'âge afin de déterminer convenablement les EPM. Par exemple, comme le montre la figure I/1, les résultats de l'application du modèle TEMA pour deux configurations différentes de véhicules électriques à batterie (VEB) de taille moyenne rechargés par charge lente ou rapide indiquent un maintien de la capacité supérieur à 70 % après huit ans. Ce résultat correspond généralement aux pratiques les plus répandues dans l'enquête sur les garanties offertes. En outre, il avait été constaté auparavant que les résultats du modèle TEMA concordaient bien avec les données des essais fonctionnels sur la durée de vie des véhicules électriques communiquées par Environnement et Changement climatique Canada et Transports Canada pendant le mandat précédent du groupe EVE.

Figure I/1

Exemple de courbe de maintien de la capacité générée à partir du modèle TEMA du CCR pour deux configurations de VEB différentes

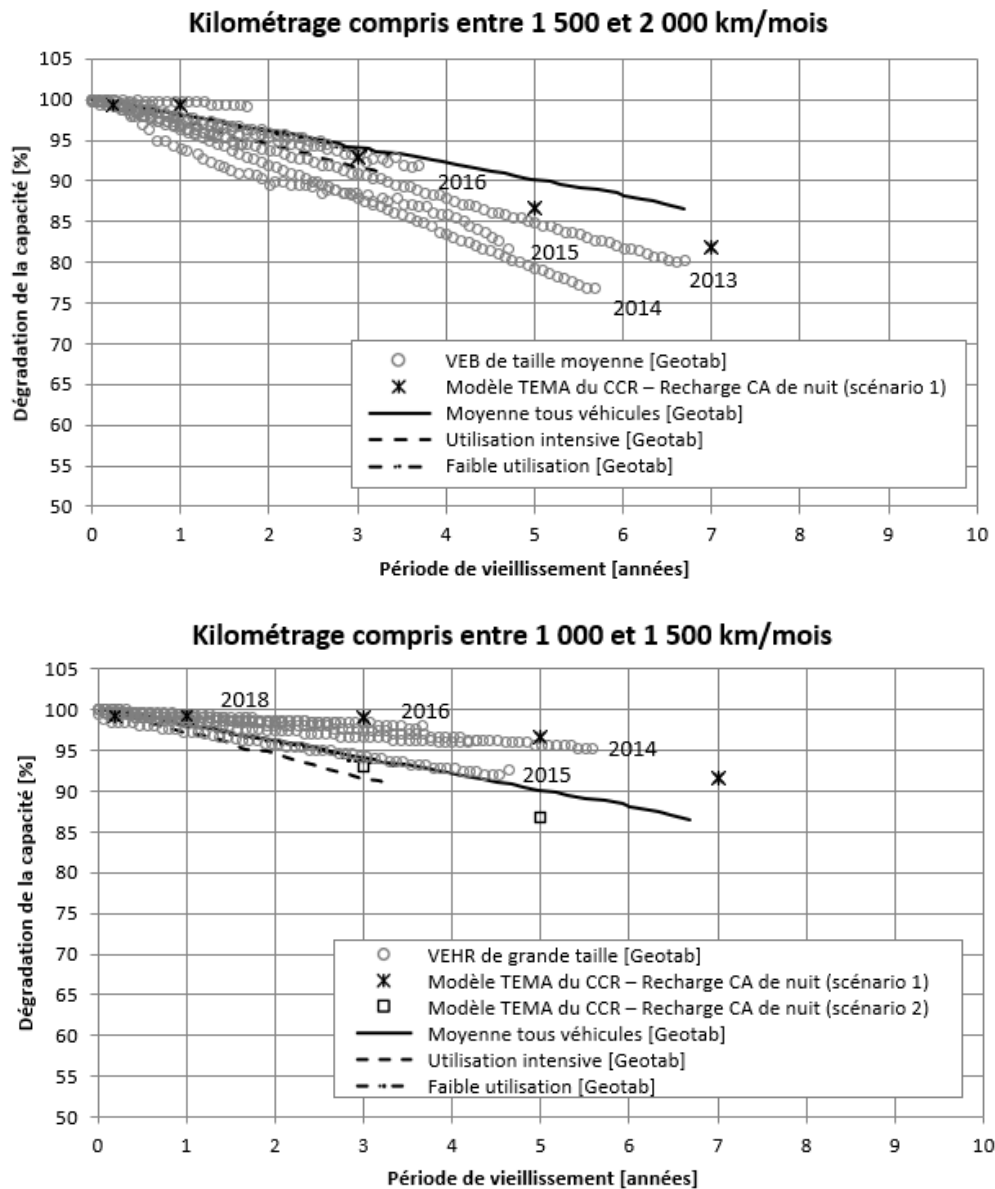


36. La société Geotab (États-Unis) collecte des données sur l'utilisation des véhicules en circulation et publie un ensemble de chronologies estimatives de la dégradation des batteries établies à partir de données recueillies pour des VEB et des véhicules électriques hybrides rechargeables (VEHR) de marques et de millésimes différents. Les données brutes proviennent des communications télématiques de 6 300 véhicules d'entreprises ou de particuliers de 21 modèles différents, correspondant à 64 combinaisons distinctes de marques, de modèles et d'années. Elles ont été converties en estimations de l'état du stockage de l'énergie au moyen d'un algorithme exclusif appliqué aux données recueillies, telles que les mesures de l'intensité et de la tension pendant la recharge et la décharge. Les données (voir la figure I/2) permettent également de se faire une idée de l'utilisation extrême des

véhicules, des conditions météorologiques extrêmes et des méthodes de recharge. Les estimations de Geotab sur l'état du stockage de l'énergie ont été étudiées pour comprendre la durabilité habituelle des batteries des véhicules en circulation, ainsi que pour effectuer une comparaison avec les prévisions de vieillissement du modèle TEMA du CCR, qui a fait apparaître une bonne corrélation.

Figure I/2

Exemple de comparaison entre les résultats estimés au moyen du modèle TEMA et les données en conditions réelles de Geotab



37. Les données de Geotab accessibles au public ont également fait l'objet d'analyses de la part du Japon et de l'Alliance for Automotive Innovation. Les données sur la capacité de stockage de l'énergie ont été extrapolées à cinq ans et à huit ans afin de comprendre dans quel état devraient être les batteries après ces périodes. Dans l'analyse du Japon, il est apparu que, pour 90 % des modèles de véhicules de l'échantillon, la capacité de stockage pourrait être d'environ 80 % après cinq ans et 70 % après huit ans. L'Alliance for Automotive Innovation a réalisé une analyse similaire, mais avec des projections montrant qu'entre 85 et 90 % des véhicules en circulation sur lesquels portent les données de Geotab pourraient parvenir à conserver une capacité de stockage de 80 % après cinq ans.

38. À l'issue de l'examen des données disponibles et des vues des membres du groupe EVE, deux ensembles de valeurs d'EPM ont été déterminées sur la base de deux combinaisons différentes de durée et de distance. Cette approche permet de couvrir le vaste spectre des prescriptions établies en fonction de la distance par les Parties contractantes et permet à ces dernières de n'appliquer qu'une seule des EPM si cela convient pour leur marché.

39. Les valeurs d'EPM sélectionnées ont été jugées suffisamment faciles à atteindre d'après les données disponibles présentées au groupe, mais suffisamment strictes pour empêcher l'arrivée de produits non conformes sur le marché. Le groupe EVE, à l'issue de débats, a décidé de fixer les mêmes EPM pour les VEH-RE et les VEP.

40. Les constructeurs ont insisté sur le fait qu'il était plus difficile, pour le moment, de comprendre et d'estimer le SOCR que le SOCE après une durée d'utilisation ou un kilométrage donnés. Le SOCR est nettement plus incertain à cause de nombreux facteurs extérieurs à la batterie tels que la méthode de mesure, les différences d'un essai à l'autre et la précision des calculs du maintien de l'autonomie. Comme les données probantes évaluées par le groupe de travail informel reposaient en grande majorité sur la capacité ou l'énergie restantes de la batterie, il a été décidé de se contenter, pour la première phase, de vérifier le SOCR sans l'assortir d'une EPM obligatoire. Ces préoccupations relatives à l'estimation du SOCR expliquent pourquoi à ce jour aucune EPM fondée sur l'autonomie électrique n'a été déterminée. Toutefois, il a été souligné qu'un certain nombre de Parties contractantes jugeaient important de le prévoir, et un espace a donc été réservé afin de permettre cet ajout à l'occasion d'un amendement ultérieur au RTM.

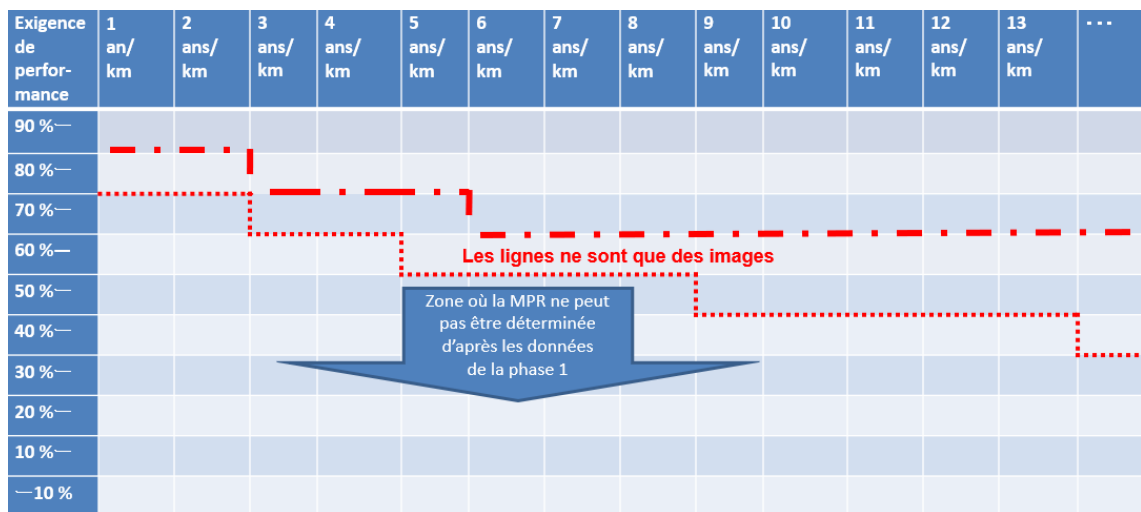
41. Les véhicules électriques de la catégorie 2 n'étant pas encore très présents dans le parc automobile de nombreuses Parties contractantes, les données d'utilisation en conditions réelles relatives à la durabilité des batteries de ces véhicules sont rares. Il est donc difficile à l'heure actuelle de déterminer une EPM convenable et atteignable pour ces véhicules. Certains constructeurs ont fait valoir que, par la suite, les batteries de ces véhicules pourraient également être utilisées à d'autres fins que la propulsion, ce qui pourrait avoir sur la durabilité des batteries d'autres effets qui ne sont pas encore bien compris. Un espace a donc été réservé afin de pouvoir ajouter des valeurs d'EPM relatives aux véhicules de catégorie 2 à l'occasion d'un futur amendement au RTM.

42. La longévité de la batterie étant particulièrement importante pour les consommateurs et pour les organismes de réglementation, les constructeurs sont incités à homologuer des batteries dépassant les exigences minimales du présent RTM. Pour qu'il soit possible aux constructeurs de faire valoir ou de quantifier les avantages d'une technologie de batterie améliorée dont ils auraient équipé leurs véhicules, le RTM donne également la possibilité aux constructeurs de proposer un niveau de performance déclaré (EPD) fondé sur une valeur plus élevée du SOCE ou du SOCR. Afin de garantir l'exactitude des valeurs déclarées, l'EPD se substituerait alors à l'EPM aux fins de la vérification pendant la période de service. L'EPD n'est pas censé avoir de valeur réglementaire sur le plan de la garantie. Les garanties des constructeurs ne relèvent pas du domaine d'application du présent RTM. Un constructeur peut offrir des garanties supérieures à l'EPM sur des batteries sans que celles-ci soient associées à une EPD.

43. Le nouveau principe d'établissement de l'EPM représenté par la grille ci-dessous (figure I/3) a été proposé par le Japon afin de laisser chaque Partie contractante décider, à son gré, de sa propre EPM. La grille indiquait la zone dans laquelle l'EPM serait considérée comme non conforme et la zone dans laquelle l'EPM pourrait être fixée.

Le groupe EVE a examiné cette proposition et décidé de ne pas l'adopter pendant la première phase.

Figure I/3
Exemple de grille d'EPM



Vérification pendant la période de service

44. Pour garantir l'exactitude des analyseurs SOCE ou SOCR et vérifier que les EPM sont satisfaites, il était nécessaire d'introduire un processus de vérification pendant la période de service en deux parties, la partie A consistant à contrôler l'exactitude des analyseurs et la partie B à vérifier la durabilité de la batterie par rapport à l'EPM.

45. La vérification au titre de la partie A implique de mesurer l'EUB ou l'autonomie électrique selon la procédure d'essai applicable et de les diviser par les valeurs obtenues lors de la certification pour calculer, respectivement, le SOCE ou le SOCR. Ces valeurs mesurées peuvent ensuite être comparées aux valeurs communiquées par les analyseurs SOCE ou SOCR embarqués afin d'en vérifier l'exactitude avec une certaine tolérance. À cette fin, la résolution des valeurs des analyseurs SOCE ou SOCR embarqués a été fixée à un pour cent, et le degré d'exactitude requis est défini par un processus statistique décrit ci-dessous.

46. Une décision d'acceptation ou de rejet est prise pour un échantillon de véhicules au moyen d'un processus statistique qui évalue la moyenne des ratios des SOCE ou des SOCR mesurés ou estimés par les analyseurs embarqués sur une série de véhicules soumis à essai. Après des essais sur au moins trois véhicules, on applique une formule statistique qui tient compte de l'écart quantitatif de la moyenne susmentionnée par rapport à une valeur $A = (1 + \text{marge de tolérance})$ et de la variance de ces ratios sur l'ensemble de la série d'essais, une marge de tolérance de 5 % étant accordée pour un seul essai pour raisons techniques. La méthode proposée est particulièrement adaptée aux cas où une variable (le SOCE ou le SOCR par exemple) est susceptible d'être constamment différente de la « véritable » variable mesurée, et elle correspond à la méthode utilisée pour évaluer la conformité de la production dans le Règlement ONU n° 154.

47. Comme la vérification au titre de la partie A devrait porter sur un échantillon relativement limité de véhicules afin de simplifier les essais, il est important de veiller à ce que les résultats ne soient pas faussés si un véhicule faisant partie de l'échantillon a été utilisé de façon anormale ou mal entretenu. On a donc prévu (voir annexe 1) un questionnaire visant à obtenir des informations permettant de s'assurer que chaque véhicule a été utilisé et entretenu correctement, conformément aux spécifications du constructeur. Tout véhicule ne satisfaisant pas aux critères prescrits pourra être retiré de l'échantillon.

48. Une fois que l'on s'est assuré de l'exactitude des analyseurs SOCE ou SOCR grâce à la vérification effectuée au titre de la partie A, il est possible de vérifier la durabilité de la batterie d'un échantillon de véhicules dans le cadre de la partie B en recueillant à distance les valeurs transmises par les analyseurs de SOCE ou de SOCR embarqués, ainsi que des informations sur l'âge des véhicules et la distance parcourue. Si un véhicule est équipé de fonctionnalités de communication avec son environnement (technologie « Vehicle-to-Everything » ou V2X), une distance virtuelle équivalente est calculée à partir de la décharge d'énergie en mode V2X et de

la consommation d'énergie certifiée. Cette distance virtuelle est ajoutée à la distance parcourue afin d'obtenir la distance totale. Cette approche permet d'éviter de procéder à d'autres essais sur les véhicules au titre de la partie B et simplifie l'évaluation d'un échantillon important de véhicules, ce qui réduit l'effet que peuvent avoir les valeurs aberrantes (par exemple, en cas d'utilisation anormale de véhicules) sur le résultat pour l'ensemble de l'échantillon.

49. Il est admis que les valeurs du SOCE ou du SOCR lues à partir d'un échantillon de véhicules sont susceptibles de se présenter sous la forme d'une répartition, puisque les valeurs pour chaque véhicule dépendent de l'utilisation du véhicule et de toute variation inhérente de l'efficacité du véhicule ou de la batterie de traction. Lorsqu'un véhicule a été utilisé de façon anormale (par exemple, longues périodes de stockage ou utilisation régulière à des températures extrêmes), cela peut également entraîner une dégradation plus marquée de l'état de la batterie. Pour réduire l'influence des véhicules pouvant avoir été utilisés de façon anormale, il a été convenu que la décision globale d'acceptation serait conditionnée au fait qu'au moins 90 % des valeurs des analyseurs lues à partir de l'échantillon de véhicules se situent au-dessus de l'EPM. Cette approche permet de s'assurer que l'immense majorité des véhicules de l'échantillon répondent aux exigences, tout en tenant compte de l'utilisation anormale.

50. Afin de réduire encore l'influence des véhicules utilisés de façon anormale, il est possible, avec une justification adéquate, d'exclure jusqu'à 5 % des valeurs provenant de familles de durabilité plus réduites, composées de moins de 500 véhicules, dans l'échantillon aux fins de la vérification au titre de la partie B.

51. Pour faciliter ce processus de vérification pendant la période de service en deux parties tout en limitant la charge de travail des constructeurs associée à un plus grand nombre d'essais au titre de la partie A, deux concepts de familles ont été mis au point dans le RTM : des familles d'analyseurs à utiliser dans la partie A et des familles de durabilité pour la partie B. Il devrait donc être moins nécessaire de procéder à des essais supplémentaires lorsque plusieurs familles de durabilité de la batterie présentent les mêmes caractéristiques en ce qui concerne la vérification des analyseurs SOCE ou SOCR. En outre, la vérification pendant la période de service au titre de la partie A pour les véhicules de la même famille d'analyseurs peut être combinée entre différentes régions avec l'accord de toutes les Parties contractantes concernées. Cela contribue non seulement à limiter le plus possible la charge de travail associée aux essais, mais aussi à améliorer la fiabilité de la vérification. Toutefois, ce principe ne s'applique pas à la partie B, car la dégradation des batteries peut varier d'une région à l'autre parce que les habitudes d'utilisation et les conditions ambiantes peuvent y être différentes.

E. Faisabilité technique, coûts prévus et avantages

52. La surveillance de l'état de la batterie intégrée à certains véhicules électriques est déjà une pratique courante, et les constructeurs travaillent activement à l'amélioration de l'exactitude des analyseurs. Néanmoins, ces analyseurs devront être mis à jour afin qu'ils soient conformes aux prescriptions énoncées dans le présent RTM et de façon à permettre la communication d'informations au consommateur, ce qui pourra impliquer des coûts supplémentaires de mise au point pour les constructeurs. L'ajout du SOCR aux fins de surveillance uniquement devrait laisser aux constructeurs le temps de rassembler suffisamment de données et de mieux comprendre la dégradation de l'autonomie afin qu'il soit techniquement faisable d'inclure à l'avenir une EPM fondée sur l'autonomie.

53. La vérification de l'exactitude des analyseurs SOCE ou SOCR au titre de la partie A signifiera des essais supplémentaires pour les constructeurs et, éventuellement, pour les autorités qui choisissent de contrôler l'exactitude des analyseurs. Le surcoût associé à ces essais a été atténué dans une certaine mesure par le recours à la procédure d'essai pertinente déjà appliquée pour déterminer l'autonomie (ou l'EUB) dans la Partie contractante concernée. Cela devrait permettre aux constructeurs d'intégrer cette vérification dans les programmes de contrôle existants prévus pour ces véhicules.

54. Les dépenses associées à la vérification au titre de la partie B devraient être supportées par les autorités des Parties contractantes appliquant le présent Règlement. Ils dépendront de

la quantité de données recueillies aux fins de la vérification et des moyens choisis pour les collecter. En cas de rejet d'une famille de durabilité de la batterie, les coûts des mesures convenues avec les autorités compétentes pour mettre ces véhicules en conformité pourront incomber au constructeur.

55. Le présent RTM devrait présenter des avantages pour les constructeurs et les autorités puisqu'il empêchera la commercialisation de produits de qualité inférieure risquant de nuire au marché. L'arrivée sur le marché de tels produits pourrait désavantager les constructeurs qui ont investi dans la mise au point de technologies visant à garantir la longévité des batteries. Elle pourrait également réduire les retombées positives pour l'environnement associées aux véhicules électriques et nuire à l'acceptation de ces véhicules par le public.

56. La longévité des batteries constitue une préoccupation essentielle pour les futurs adeptes des véhicules électriques. L'état de la batterie des véhicules vendus d'occasion est également un point important à prendre en considération pour le consommateur, et il n'est pas facile de s'en faire une idée si l'on n'a pas accès à des analyseurs de l'état des batteries fiables. Grâce au présent RTM, les consommateurs disposeront d'informations précises sur l'état des batteries et de garanties relatives à la longévité des batteries, ce qui devrait contribuer au maintien du coût des véhicules électriques et renforcer la confiance des consommateurs dans l'achat d'un tel véhicule.

F. Évolution du RTM

57. Le mandat relatif à l'élaboration du présent RTM prévoyait la possibilité d'améliorer ultérieurement cet instrument dans le cadre de la deuxième phase, entre autres avec :

a) L'élaboration d'une méthode permettant de définir des indices d'utilisation normale à partir des données lues sur les véhicules ;

b) Le perfectionnement des prescriptions relatives aux critères d'efficacité pour la durabilité des batteries des véhicules, au moyen de l'évaluation d'autres modèles et de données recueillies sur des véhicules réels et à l'aide des indices d'utilisation normale.

58. Un indice d'utilisation normale est un champ de données stocké dans le véhicule qui représente un historique ou une évaluation des habitudes d'utilisation pendant le cycle de vie du véhicule qui influent sur la dégradation de la batterie. Par exemple, un indice d'utilisation normale pourrait caractériser les températures d'exposition pendant le cycle de vie du véhicule, et un autre les vitesses de charge ou le nombre d'épisodes de charge rapide. Les débats du groupe EVE ont fait ressortir que la définition de ces indices serait, d'un point de vue technique, une tâche difficile pour laquelle il serait nécessaire de recueillir et de valider davantage de données. Ce concept pourrait néanmoins fournir un autre moyen, plus fiable, de gérer à l'avenir les valeurs de SOCE ou de SOCR enregistrées par les véhicules utilisés de façon anormale. La possibilité d'intégrer des indices d'utilisation normale au présent RTM devrait donc être étudiée.

59. L'application du présent RTM par les Parties contractantes permettra de recueillir de nouvelles données sur le SOCE et le SOCR avec lesquelles ou pourra mieux comprendre la dégradation de l'état des batteries. Ces informations contribueront à leur tour à peaufiner le RTM, notamment les valeurs d'EPM, en fonction des technologies de pointe disponibles sur le marché. Ces améliorations seront importantes compte tenu du développement technologique rapide qui est déjà à l'œuvre dans le domaine des batteries pour les véhicules électriques.

60. L'observation des valeurs de SOCR après l'entrée en vigueur du présent RTM fournira une base solide pour la détermination d'EPM adéquates fondées sur l'autonomie lors d'une révision ultérieure du Règlement. De même, l'observation du SOCE et du SOCR pour les véhicules de catégorie 2 devrait permettre la création d'EPM pour cette catégorie de véhicules.

II. Texte du RTM ONU

1. Objet

Le présent Règlement technique mondial (RTM) définit une méthode harmonisée à l'échelle mondiale pour déterminer et vérifier les performances minimales attendues des batteries des véhicules électriques purs (VEP) et des véhicules électriques hybrides rechargeables de l'extérieur (VEH-RE) en matière de durabilité.

2. Domaine d'application

Le présent RTM ONU s'applique aux véhicules des catégories 1-2 et 2 dont la masse en charge maximale techniquement admissible n'excède pas 3 855 kg, et aux véhicules de la catégorie 1-1 qui a) sont des VEP ou des VEH-RE et b) sont équipés d'une batterie montée d'origine au sens du présent RTM ONU.

Les Parties contractantes peuvent choisir de limiter le domaine d'application à une masse en charge maximale techniquement admissible de 3 500 kg pour les catégories concernées.

Bien que les constructeurs estiment ou publient couramment d'autres valeurs axées sur l'autonomie à des fins d'information (comme, par exemple, l'autonomie en conditions réelles de circulation, ou l'autonomie restante avant la prochaine recharge), les dispositions du présent RTM relatives à l'autonomie ne concernent que l'autonomie certifiée au titre de la procédure d'essai applicable.

Il incombera aux autorités de prendre une décision en ce qui concerne l'applicabilité du présent RTM aux petits constructeurs de leur pays.

3. Définitions

Aux fins du présent RTM, on entend :

- 3.1 Par « *batterie* », un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) monté sur un véhicule électrique et principalement utilisé pour la propulsion ;
- 3.2 Par « *batterie d'origine* », la batterie montée sur le véhicule au moment de la construction ou, si le véhicule est livré sans batterie, lors de sa première utilisation sur route ;
- 3.3 Par « *énergie utilisable de la batterie* », ou EUB (en anglais UBE), l'énergie fournie par la batterie entre le début de l'essai de certification et l'instant où le critère de déconnexion automatique applicable aux fins de la procédure d'essai est atteint ;
- 3.4 Par « *énergie utilisable certifiée de la batterie* » ($UBE_{\text{certified}}$), l'EUB qui a été déterminée lors de la certification du véhicule, conformément à l'annexe 3 du présent RTM ;
- 3.5 Par « *énergie utilisable mesurée de la batterie* » (UBE_{measured}), l'EUB déterminée à l'instant t du cycle de vie du véhicule au moyen de la procédure d'essai de certification, conformément à l'annexe 3 du présent RTM ;
- 3.6 Par « *autonomie électrique* », l'autonomie qui serait déterminée par la procédure d'essai d'autonomie utilisée pour la certification du véhicule, si l'essai était effectué à l'instant t du cycle de vie du véhicule et avec la batterie montée d'origine ;

- 3.7 Par « *autonomie certifiée* » ($\text{Range}_{\text{certified}}$), l'autonomie en conduite électrique qui a été déterminée lors de la certification du véhicule, conformément à l'annexe 3 du présent RTM ;
- 3.8 Par « *autonomie mesurée* » ($\text{Range}_{\text{measured}}$), l'autonomie électrique déterminée à l'instant t du cycle de vie du véhicule au moyen de la procédure d'essai de certification, conformément à l'annexe 3 du présent RTM ;
- 3.9 Par « *état de l'énergie certifiée* » (SOCE), l'EUB mesurée ou estimée par un analyseur embarqué à un instant précis du cycle de vie du véhicule, exprimée en pourcentage de l'énergie utilisable certifiée de la batterie ;
- 3.10 Par « *état de l'autonomie certifiée* » (SOCR), l'autonomie électrique mesurée ou estimée par un analyseur embarqué à un instant précis du cycle de vie du véhicule, exprimée en pourcentage de l'autonomie certifiée ;
- 3.11 Par « *exigence de performance minimale* » (EPM), la durabilité minimale, qui se rapporte au SOCE ou au SOCR de la batterie à un instant précis du cycle de vie du véhicule et qui détermine la conformité aux prescriptions du présent RTM relatives à la durabilité ;
- 3.12 Par « *exigence de performance déclarée* » (EPD), la valeur déclarée par le constructeur pour le SOCE ou le SOCR, qui est supérieure à l'EPM correspondante et qui devient la norme minimale en matière de durabilité déterminant le respect par ce constructeur des prescriptions du présent RTM relatives à la durabilité ;
- 3.13 Par « *analyseur SOCR* », un appareil monté à bord du véhicule qui estime en continu l'état de l'autonomie certifiée au moyen d'un algorithme fonctionnant grâce aux données collectées à partir des systèmes du véhicule ;
- 3.14 Par « *analyseur SOCE* », un appareil monté à bord du véhicule qui estime en continu l'état de l'énergie certifiée au moyen d'un algorithme fonctionnant grâce aux données collectées à partir des systèmes du véhicule ;
- 3.15 Par « *SOCR de bord* » ($\text{SOCR}_{\text{read}}$), une estimation de l'état de l'autonomie certifiée produite par un analyseur SOCR ;
- 3.16 Par « *SOCE de bord* » ($\text{SOCE}_{\text{read}}$), une estimation de l'état de l'énergie certifiée produite par un analyseur SOCE ;
- 3.17 Par « *SOCR mesuré* » ($\text{SOCR}_{\text{measured}}$), l'état de l'autonomie certifiée obtenu en divisant l'autonomie mesurée par l'autonomie certifiée, conformément au paragraphe 6.3.2 du présent RTM ;
- 3.18 Par « *SOCE mesuré* » ($\text{SOCE}_{\text{measured}}$), l'état de l'énergie certifiée obtenu en divisant l'énergie utilisable mesurée de la batterie par l'énergie utilisable certifiée de la batterie ;
- 3.19 Par « *V2X* », l'utilisation des batteries de traction pour répondre à une demande extérieure d'électricité et d'énergie, par exemple à l'aide de la technologie V2G (véhicule-réseau), qui permet de stabiliser le réseau électrique à l'aide des batteries de traction, de la technologie V2H (véhicule-logement), qui permet d'utiliser les batteries de traction comme stockage résidentiel à des fins d'optimisation locale ou comme source d'électricité d'urgence en cas de coupure de courant, ou de la technologie V2L (véhicule-recharge), qui permet de recharger des objets (uniquement par branchement) en cas de coupure de courant ou pour des activités en plein air en temps normal ;
- 3.20 Par « *décharge totale d'énergie en mode V2X* », la quantité totale d'énergie déchargée pendant les échanges V2X, qui doit être indiquée conformément à l'annexe 2 ;
- 3.21 Par « *véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur* » (VEH-RE), un VEH-RE au sens du RTM ONU n° 15 ;
- 3.22 Par « *véhicule électrique pur* » (VEP), un VEP au sens du RTM ONU n° 15 ;

- 3.23 Par « *puissance de charge maximale* », la puissance de charge la plus élevée disponible pour une famille donnée au titre de la partie B.

4. Abréviations

EPD	Exigence de performance déclarée
EPM	Exigence de performance minimale
EUB	Énergie utilisable de la batterie (en anglais UBE)
SOCE	État de l'énergie certifiée
SOCR	État de l'autonomie certifiée
SRSEE	Système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (en anglais REESS)
V2G	Vehicle to Grid (véhicule-réseau)
V2H	Vehicle to Home (véhicule-logement)
V2L	Vehicle to Load (véhicule-recharge)

5. Prescriptions

- 5.1 Analyseurs de l'état de l'autonomie certifiée et de l'état de l'énergie certifiée (SOCR et SOCE)

Le constructeur doit installer des analyseurs SOCR et SOCE qui fonctionnent pendant le cycle de vie du véhicule. L'analyseur SOCR estime en continu l'état de l'autonomie certifiée (SOCR de bord), et l'analyseur SOCE estime en continu l'état de l'énergie certifiée (SOCE de bord).

Le constructeur doit définir les algorithmes au moyen desquels le SOCR et le SOCE de bord sont déterminés pour les véhicules qu'il produit. Il doit mettre à jour les valeurs de SOCR et de SOCE de bord à une fréquence suffisante pour conserver le degré d'exactitude nécessaire chaque fois que le véhicule fonctionne normalement.

Les valeurs de SOCR et de SOCE de bord doivent avoir une résolution de 1 % et être arrondies au nombre entier le plus proche entre 0 et 100.

Le constructeur doit mettre à disposition les valeurs les plus récentes de SOCR et de SOCE de bord via le port du système d'autodiagnostic et, éventuellement, par transmission sans fil.

À des fins d'information du consommateur, le constructeur doit faire en sorte que le propriétaire du véhicule ait facilement accès à la valeur la plus récente déterminée par l'analyseur SOCE, par au moins une méthode appropriée. La résolution pour les valeurs destinées au consommateur doit être déterminée en accord avec les autorités. Par exemple :

- a) Indicateur du tableau de bord ;
- b) Système d'info-divertissement ;
- c) Accès à distance (par exemple via des applications pour téléphones mobiles).

- 5.2 Prescriptions fonctionnelles relatives aux batteries

Les prescriptions du présent RTM relatives à la durabilité des batteries sont définies aux moyens d'exigences minimales en matière d'efficacité (EMP), qui donnent les valeurs minimales admissibles pour le SOCE et le SOCR à un instant précis du cycle de vie du véhicule. Les VEH-RE et les VEP doivent satisfaire aux Deux exigences énoncées dans les tableaux 1 et 2 ci-dessous. Les

EPM peuvent différer en fonction de la catégorie du véhicule et du type de propulsion.

Afin de prendre en compte les particularités régionales, les Parties contractantes peuvent choisir de n'appliquer qu'une seule des deux exigences de performance minimales (EPM) qui figurent dans chacun des tableaux ci-dessous (à savoir jusqu'à cinq ans ou 100 000 km, ou jusqu'à huit ans ou 160 000 km).

Tableau 1
EPM fondée sur l'énergie de la batterie (SOCE)

<i>Âge ou kilométrage du véhicule pour les catégories 1-1 et 1-2 visées par le présent RTM</i>	<i>VEH-RE</i>	<i>VEP</i>
Cinq ans après la mise en circulation du véhicule ou avec un kilométrage de 100 000 km, si ce chiffre est atteint en moins de 5 ans	80 %	80 %
Véhicules de plus de 5 ans ou ayant parcouru plus de 100 000 km, et jusqu'à 8 ans ou ayant parcouru 160 000 km si cette distance est atteinte en moins de 8 ans	70 %	70 %
<hr/>		
<i>Âge ou kilométrage du véhicule pour la catégorie 2 visée par le présent RTM</i>	<i>VEH-RE</i>	<i>VEP</i>
Cinq ans après la mise en circulation du véhicule ou avec un kilométrage de 100 000 km, si ce chiffre est atteint en moins de 5 ans	(Réservé)	(Réservé)
Véhicules de plus de 5 ans ou ayant parcouru plus de 100 000 km, et jusqu'à 8 ans ou ayant parcouru 160 000 km si cette distance est atteinte en moins de 8 ans	(Réservé)	(Réservé)

Tableau 2
EPM fondée sur l'autonomie de la batterie (SOCR)

<i>Âge ou kilométrage du véhicule pour les catégories 1-1 et 1-2 visées par le présent RTM</i>	<i>VEH-RE</i>	<i>VEP</i>
Cinq ans après la mise en circulation du véhicule ou avec un kilométrage de 100 000 km, si ce chiffre est atteint en moins de 5 ans	(Réservé)	(Réservé)
Véhicules de plus de 5 ans ou ayant parcouru plus de 100 000 km, et jusqu'à 8 ans ou ayant parcouru 160 000 km si cette distance est atteinte en moins de 8 ans	(Réservé)	(Réservé)
<hr/>		
<i>Âge ou kilométrage du véhicule pour la catégorie 2 visée par le présent RTM</i>	<i>VEH-RE</i>	<i>VEP</i>
Cinq ans après la mise en circulation du véhicule ou avec un kilométrage de 100 000 km, si ce chiffre est atteint en moins de 5 ans	(Réservé)	(Réservé)

Âge ou kilométrage du véhicule pour la catégorie 2 visée par le présent RTM	VEH-RE	VEP
Véhicules de plus de 5 ans ou ayant parcouru plus de 100 000 km, et jusqu'à 8 ans ou ayant parcouru 160 000 km si cette distance est atteinte en moins de 8 ans	(Réservé)	(Réservé)

Les analyseurs SOCR et SOCE des véhicules de la catégorie 2 et les analyseurs SOCR des véhicules des catégories 1-1 et 1-2 doivent être installés et leurs valeurs relevées en vue de fixer les valeurs des tableaux dans un amendement ultérieur au présent RTM.

Un constructeur peut choisir de fixer une exigence de performance déclarée (EPD) d'une valeur de SOCE ou de SOCR supérieure à celle de l'EPM correspondante. L'EPD remplace alors l'EPM aux fins de l'évaluation du respect des prescriptions applicables.

Le constructeur doit s'assurer que les batteries montées à bord des véhicules sont conformes aux règles spécifiées au paragraphe 6.4.2 pour l'EPM (ou l'EPD, le cas échéant).

À la demande du constructeur, pour les véhicules équipés de la technologie V2X, la distance virtuelle équivalente calculée à l'aide de l'équation ci-dessous doit être communiquée par chaque véhicule.

$$\textit{Virtual distance} (km) = \left(\frac{\text{total discharge energy during V2X [Wh]}}{\text{worst case certified energy consumption of PART B family [Wh/km]}} \right)$$

où :

« *worst case certified energy consumption of Part B family* » désigne la consommation d'énergie certifiée dans le pire des cas pour une famille au titre de la partie B, qui doit être fournie conformément à l'annexe 2.

Le constructeur peut être autorisé à utiliser une valeur de consommation d'énergie plus élevée que la valeur de la consommation d'énergie certifiée dans le pire des cas pour la famille au titre de la partie B.

La distance totale utilisée pour vérifier le respect des normes de performance minimales correspond à la somme de la distance parcourue et de la distance virtuelle. Le pourcentage total représenté par la distance virtuelle doit être enregistré et surveillé.

6. Vérification pendant la période de service

6.1 Définitions des familles

Les véhicules qui présentent les mêmes caractéristiques en ce qui concerne leur évaluation au titre de la partie A ou de la partie B ci-dessous sont regroupés en familles de véhicules aux fins de la vérification de la conformité. Les familles qui relèvent de la partie A doivent présenter les mêmes caractéristiques en ce qui concerne la vérification des analyseurs SOCR ou SOCE. Les familles qui relèvent de la partie B doivent présenter les mêmes caractéristiques en ce qui concerne la vérification de la durabilité des batteries.

Les familles qui présentent les mêmes caractéristiques en ce qui concerne la vérification de la conformité sont définies comme suit :

6.1.1 Pour la partie A : Vérification des analyseurs

Seuls des véhicules quasiment semblables en ce qui concerne les éléments suivants peuvent être considérés comme appartenant à la même famille d'analyseurs :

- a) L'algorithme permettant d'estimer le SOCR et le SOCE de bord ;
- b) La configuration des capteurs (pour les capteurs servant à déterminer les estimations du SOCR et du SOCE) ;
- c) Les caractéristiques des éléments de batterie qui ont une influence non négligeable sur la précision de l'analyseur ;
- d) Le type de véhicule (VEP ou VEH-RE).

À la demande du constructeur, avec l'accord de l'autorité compétente et avec une justification technique suffisante, le constructeur peut déroger aux critères ci-dessus relatif aux familles.

6.1.2 Pour la partie B : Vérification de la durabilité de la batterie

Seuls des véhicules quasiment semblables en ce qui concerne les éléments suivants peuvent être considérés comme appartenant à la même famille de durabilité de la batterie :

- a) Le type et le nombre de machines électriques, notamment la puissance nette, le type de construction (asynchrone ou synchrone, etc.) et toutes autres caractéristiques ayant une influence non négligeable sur la durabilité de la batterie ;
- b) Le type de batterie (dimensions, type de cellule, y compris le format et les caractéristiques chimiques, capacité (ampère-heure), tension nominale, puissance nominale) ;
- c) Le système de gestion de la batterie (en ce qui concerne la surveillance et l'estimation de la durabilité de la batterie) ;
- d) La gestion thermique passive et active de la batterie ;
- e) Le type de convertisseur d'énergie électrique entre la machine électrique et la batterie et entre le module de recharge sur secteur et la batterie, et toutes autres caractéristiques ayant une influence non négligeable sur la durabilité de la batterie ;
- f) La stratégie de fonctionnement de tous les composants influant sur la durabilité de la batterie ;
- g) La puissance de charge maximale déclarée.

À la demande du constructeur, avec l'accord de l'autorité compétente et moyennant une justification technique suffisante, le constructeur peut déroger aux critères ci-dessus relatif aux familles.

6.2 Collecte d'informations

Les informations suivantes doivent être mises à la disposition des autorités par le constructeur, dans un format à convenir mutuellement : rapport annuel sur les réclamations pertinentes au titre de la garantie ; statistiques annuelles sur les réparations de batteries et d'autres systèmes susceptibles d'influencer la consommation d'énergie électrique du véhicule. Ces informations doivent être communiquées une fois par an pour chaque famille de durabilité de la batterie jusqu'à la fin de la période définie au paragraphe 5.2 après la vente du dernier véhicule de la famille en question.

6.3 Partie A : Vérification des analyseurs SOCR ou SOCE

6.3.1 Périodicité des vérifications

Le constructeur doit mener à bien la procédure de vérification pendant la période de service pour la partie A à une fréquence convenue avec les autorités, jusqu'à 5 ou 8 ans (conformément au paragraphe 5.2) après la vente du dernier véhicule de chaque famille d'analyseurs, et communiquer les résultats des vérifications aux autorités. Les autorités peuvent décider de procéder à leurs propres vérifications au titre de la partie A, la fréquence et l'ampleur de ces vérifications devant être fondées sur une évaluation des risques, ou demander des informations supplémentaires au constructeur. Avec l'accord de toutes les Parties contractantes concernées, les vérifications au titre de la partie A pour les véhicules de la même famille d'analyseurs peuvent être réparties entre différentes Parties contractantes, auquel cas ces dernières sont considérées comme une seule autorité aux fins desdites vérifications.

La vérification des analyseurs n'est pas obligatoire si le volume de vente annuel de la famille d'analyseurs a été inférieur à 5 000 véhicules pendant l'année précédente. Les familles répondant à ce critère peuvent toutefois être sélectionnées pour être soumises aux essais relatifs à la partie A, à la demande des autorités compétentes.

6.3.2 Procédure de vérification

Aux fins de la vérification des analyseurs SOCR ou SOCE, l'autonomie et l'énergie utilisable de la batterie doivent être mesurées au moment de la vérification et les valeurs correspondantes affichées par les analyseurs doivent être collectées avant la procédure d'essai de vérification. Les valeurs de ces indicateurs doivent être collectées de nouveau après la procédure d'essai de vérification en vue de l'amélioration ultérieure du RTM, mais elles ne doivent pas être prises en compte dans la vérification au titre de la partie A.

Les valeurs du SOCR mesuré et du SOCE mesuré, exprimées en pourcentage, sont obtenues en divisant les valeurs mesurées de l'autonomie et de l'énergie utilisable de la batterie par les valeurs certifiées de l'autonomie et de l'énergie utilisable de la batterie, respectivement.

$$SOCE_{measured} = \frac{UBE_{measured}}{UBE_{certified}} * 100$$

$$SOCR_{measured} = \frac{Range_{measured}}{Range_{certified}} * 100$$

Si $UBE_{measured}$ est supérieure à $UBE_{certified}$, $SOCE_{measured}$ est fixé à 100 %.

Si $Range_{measured}$ est supérieure à $Range_{certified}$, $SOCR_{measured}$ est fixé à 100 %.

6.3.3 Méthode statistique aux fins de la décision d'acceptation ou de rejet pour un échantillon de véhicules

Des calculs statistiques distincts doivent être effectués pour l'analyseur SOCR et pour l'analyseur SOCE.

Aux fins de la réalisation des essais, un nombre adéquat de véhicules (au minimum 3 et au maximum 16) doit être sélectionné dans une même famille d'analyseurs sur la base d'un questionnaire contenant des informations permettant de vérifier que chaque véhicule a été utilisé et entretenu correctement, conformément aux spécifications du constructeur (voir annexe 1). Les décisions concernant l'exactitude des analyseurs doivent être fondées sur les statistiques ci-après.

Aux fins de l'évaluation des analyseurs SOCR ou SOCE, des valeurs normalisées doivent être calculées :

$$x_i = SOC_{read,i} - SOC_{measured,i}$$

où :

$SOC_{read,i}$ est la valeur du SOCR ou de SOCE de bord lue sur le véhicule i ;

$SOC_{measured,i}$ est la valeur du SOCR ou SOCE mesuré du véhicule i .

Pour un nombre total d'essais N et les valeurs normalisées des véhicules soumis à essai, x_1, x_2, \dots, x_N , la moyenne X_{tests} et l'écart type s doivent être calculés comme suit :

$$X_{tests} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N)}{N}$$

et

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - X_{tests})^2 + (x_2 - X_{tests})^2 + \dots + (x_N - X_{tests})^2}{N - 1}}$$

Pour chaque série de N essais ($3 \leq N \leq 16$), l'une des trois décisions suivantes peut être prise, le facteur A étant fixé à 5 :

- Accepter la famille si $X_{tests} \leq A - (t_{P1,N} + t_{P2,N}) \cdot s$;
- Rejeter la famille si $X_{tests} > A + (t_{F1,N} - t_{F2}) \cdot s$;
- Répéter la mesure si :

$$A - (t_{P1,N} + t_{P2,N}) \cdot s < X_{tests} \leq A + (t_{F1,N} - t_{F2}) \cdot s$$

où les paramètres $t_{P1,N}$, $t_{P2,N}$, $t_{F1,N}$ et t_{F2} sont tirés du tableau 3.

Tableau 3

Critères de décision d'acceptation ou de rejet en fonction de la taille de l'échantillon

Essais (Tests) (N)	ACCEPTÉ		REJETÉ	
	$t_{P1,N}$	$t_{P2,N}$	$t_{F1,N}$	t_{F2}
3	1,686	0,438	1,686	0,438
4	1,125	0,425	1,177	0,438
5	0,850	0,401	0,953	0,438
6	0,673	0,370	0,823	0,438
7	0,544	0,335	0,734	0,438
8	0,443	0,299	0,670	0,438
9	0,361	0,263	0,620	0,438
10	0,292	0,226	0,580	0,438
11	0,232	0,190	0,546	0,438
12	0,178	0,153	0,518	0,438
13	0,129	0,116	0,494	0,438
14	0,083	0,078	0,473	0,438
15	0,040	0,038	0,455	0,438
16	0,000	0,000	0,438	0,438

- 6.3.4 Mesures correctives pour les analyseurs SOCR et SOCE
- Une décision de rejet pour l'échantillon signifie que les analyseurs ne rendent pas compte avec précision de la durabilité du système et que des mesures appropriées doivent être prises par le constructeur en accord avec l'autorité compétente. Le constructeur peut par exemple être tenu de réparer ou de remplacer l'analyseur défectueux, y compris les capteurs concernés, ou d'intervenir au niveau du logiciel sur tous les véhicules concernés de la famille d'analyseurs.
- Une décision d'acceptation ou la mise en conformité des véhicules est nécessaire pour passer à la partie B.
- 6.4 Partie B : Vérification de la durabilité de la batterie
- 6.4.1 Périodicité des vérifications
- Les autorités doivent collecter chaque année des données à partir d'un échantillon statistiquement adéquat de véhicules appartenant à une même famille de durabilité de la batterie. Le nombre de véhicules dans l'échantillon peut être fixé par l'autorité compétente sur la base d'une évaluation des risques, mais ne doit en principe pas être inférieur à 500.
- Si le nombre de véhicules dans l'échantillon est inférieur à 500, à la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité compétente, jusqu'à 5 % des valeurs peuvent être exclues de l'échantillon. Dans ce cas, le constructeur doit fournir à l'autorité compétente des informations suffisantes sur la raison justifiant l'exclusion pour chaque véhicule.
- Si le nombre de véhicules dans l'échantillon est égal ou supérieur à 500, tous les véhicules doivent être inclus dans l'échantillon. Les données à lire sont celles des analyseurs SOCR et SOCE (ainsi que les autres données pertinentes, telles que celles définies à l'annexe 2). Les analyseurs SOCR et SOCE des véhicules de la catégorie 2 et les analyseurs SOCR des véhicules des catégories 1-1 et 1-2 doivent être contrôlés.
- 6.4.2 Critères d'acceptation et de rejet pour la famille de durabilité de la batterie
- Une famille de durabilité de la batterie est acceptée si au moins 90 % des valeurs lues sur l'échantillon de véhicules sont supérieures à l'EPM ou à l'EPD.
- Une famille de durabilité de la batterie est rejetée si moins de 90 % des valeurs lues sur l'échantillon de véhicules sont supérieures à l'EPM ou à l'EPD.
- 6.4.3 Mesures correctives pour les familles de durabilité de la batterie
- En cas de rejet d'une famille de durabilité de la batterie, des mesures correctives doivent être prises en accord avec l'autorité compétente afin de mettre en conformité la famille ou la partie de la famille concernée par le problème.
- 6.5 Diagrammes de décision pour la partie A et la partie B
- Les diagrammes de décision ci-après illustrent les différentes étapes du processus de vérification pour la partie A (figure 1) et pour la partie B (figure 2).

Figure 1
Diagramme de décision pour la partie A : Vérification des analyseurs

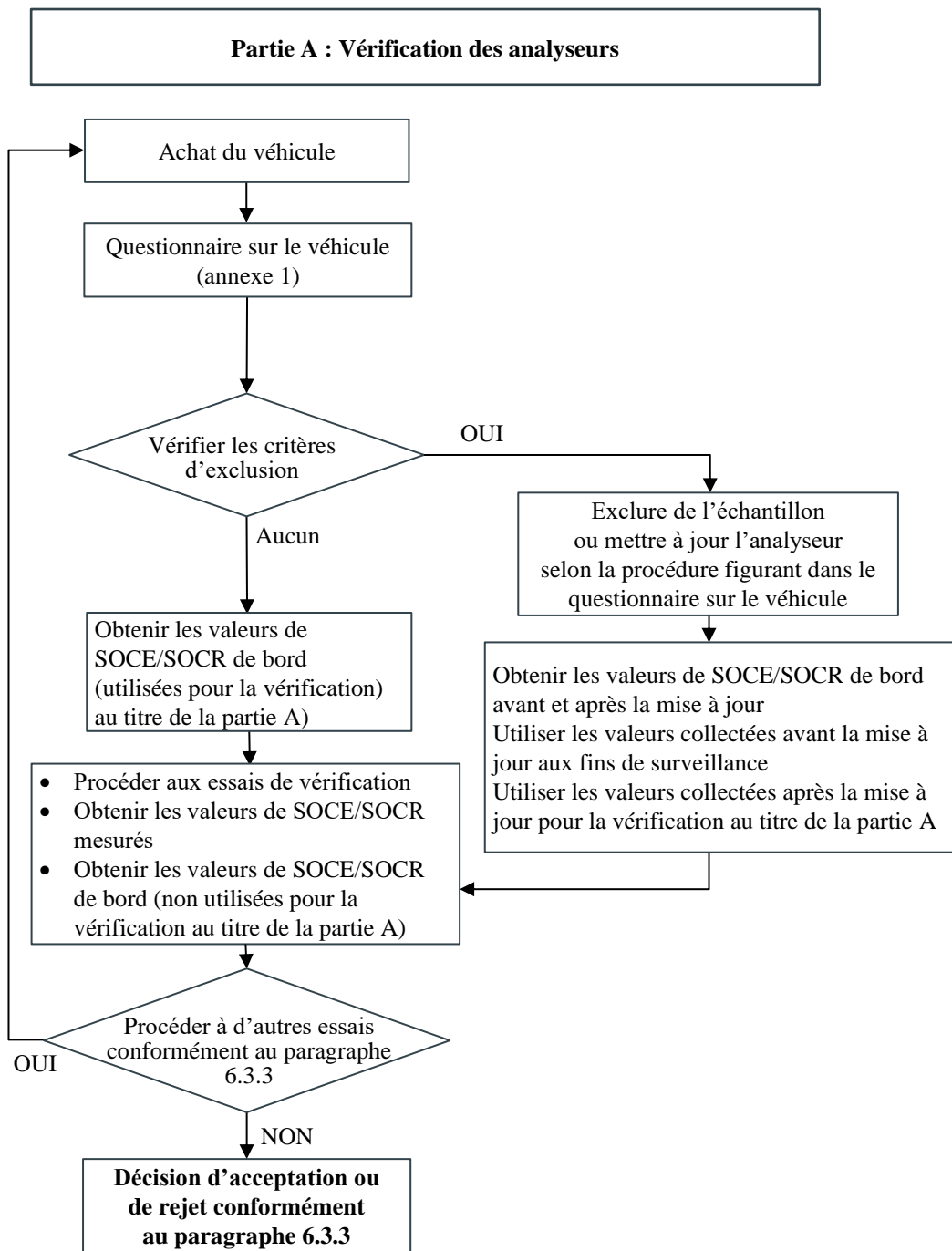
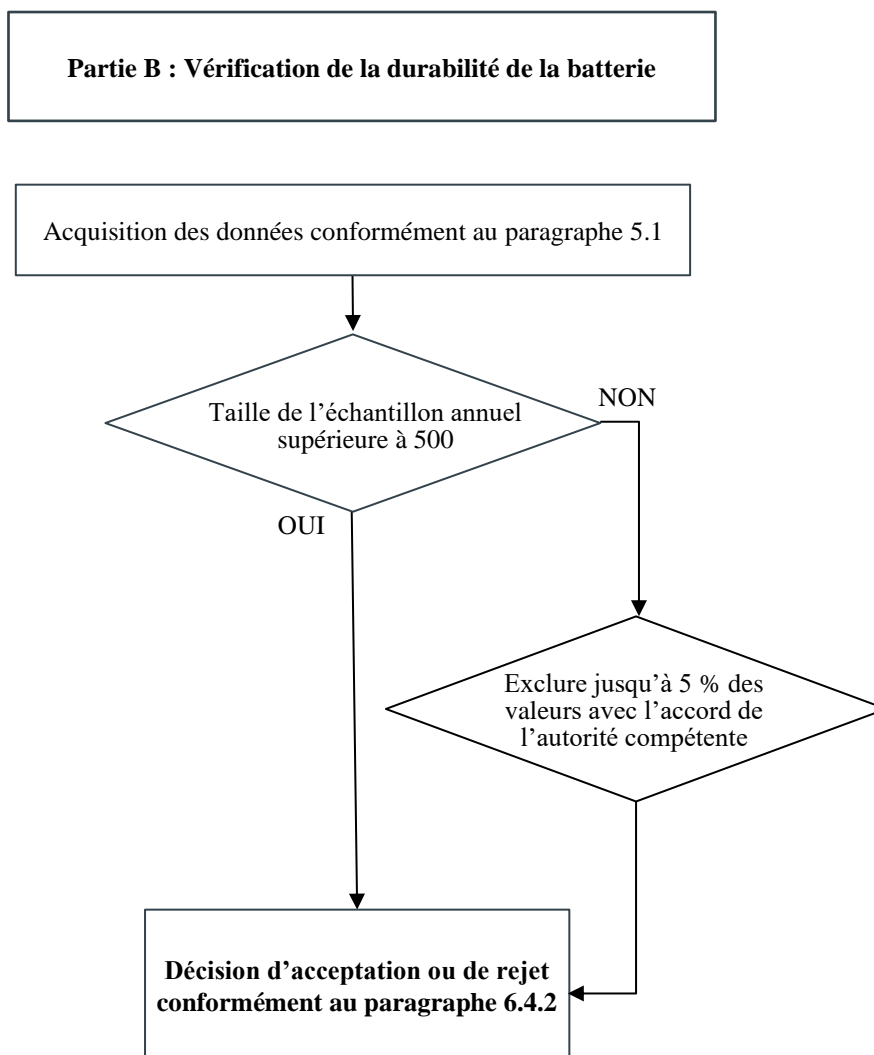


Figure 2

Diagramme de décision pour la partie B : Vérification de la durabilité de la batterie**7. Arrondis**

7.1 Lorsque le chiffre immédiatement à droite de la dernière décimale à conserver est inférieur à 5, cette décimale reste inchangée.

Exemple :

Si on obtient un résultat égal à 1,2344 kWh alors qu'il ne faut conserver que trois chiffres après la virgule, ce résultat est arrondi à 1,234 kWh.

7.2 Lorsque le chiffre immédiatement à droite de la dernière décimale à conserver est supérieur ou égal à 5, cette décimale est augmentée de 1.

Exemple :

Si on obtient un résultat égal à 1,2346 kWh mais qu'il faut uniquement conserver trois chiffres après la virgule, 6 étant supérieur à 5, ce résultat est arrondi à 1,235 kWh.

Annexe 1

Questionnaire sur le véhicule

Le présent questionnaire doit être utilisé pour tous les véhicules sélectionnés pour les essais relatifs à la partie A de la vérification. Les véhicules répondant à l'un des critères d'exclusion ci-dessous doivent être éliminés des essais, ou leur analyseur doit être mis à jour conformément aux procédures décrites plus bas.

	x = Critère d'exclusion	x = Vérifié et consigné	Confidentiel
Date			X
Nom du vérificateur			X
Lieu de l'essai			X
Pays d'immatriculation		X	

Caractéristiques du véhicule	x = Critère d'exclusion	x = Vérifié et consigné	Confidentiel
Numéro d'immatriculation		X	X
Âge et kilométrage <i>L'âge du véhicule (défini comme le temps écoulé après la première immatriculation) et la distance parcourue doivent être inférieurs à ceux prescrits au paragraphe 5.2 pour la vérification de l'EPM.</i>	X		
Le véhicule est-il un VEP ou un VEH-RE ? <i>Si la réponse est non, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	X		
Date de première immatriculation		X	

Numéro d'identification du véhicule		X	
Classe et caractéristiques d'émissions ou année modèle		X	
Pays d'immatriculation <i>Le véhicule doit être immatriculé dans une Partie contractante.</i>	X	X	
Modèle		X	
Code du moteur		X	
Cylindrée (l)		X	
Puissance du moteur (kW)		X	
Code du moteur électrique		X	
Puissance du moteur électrique (kW)		X	
Type de groupe motopropulseur électrique		X	
Capacité énergétique et type de batterie		X	
Type de boîte de vitesses (automatique ou manuelle)		X	
Essieu moteur (traction avant/4 roues motrices/propulsion arrière)		X	
Taille des pneumatiques (avant et arrière si différente)		X	
Consommation moyenne de carburant pour les VEHR		X	

Le véhicule fait-il l'objet d'une campagne de rappel ou de service ? Si oui, laquelle ? Les réparations liées à la campagne ont-elles déjà été effectuées ? <i>Les réparations doivent avoir été effectuées avant la sélection du véhicule.</i>	x	x	
---	----------	----------	--

Entretien avec le propriétaire du véhicule

(le propriétaire ne se verra poser que les questions principales et doit ignorer les conséquences des réponses)

Nom du propriétaire (communiqué uniquement à l'organisme d'inspection ou au laboratoire ou service technique agréé)			x
Coordonnées (adresse et téléphone) (communiquées uniquement à l'organisme d'inspection ou au laboratoire ou service technique agréé)			x

Combien de propriétaires le véhicule a-t-il eu ?		x	
L'odomètre fonctionne-t-il ? <i>Dans la négative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
Le véhicule a-t-il été utilisé pour l'un des usages suivants ?			
Comme modèle d'exposition ?		x	
Comme taxi ?		x	
Comme véhicule de livraison ?		x	
Comme véhicule de compétition ?	x		
Comme véhicule de location ?		x	
Le véhicule a-t-il transporté des charges lourdes au-delà des spécifications du constructeur ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
Y a-t-il eu des réparations importantes du moteur, du moteur électrique ou du véhicule ?		x	
Y a-t-il eu des réparations importantes non autorisées du moteur ou du véhicule ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
La batterie de propulsion a-t-elle été remplacée ou réparée ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné pour les essais, mais des informations doivent être recueillies.</i>	x	x	
Y a-t-il eu une augmentation ou un réglage de la puissance non autorisé ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
Une quelconque partie du système de traitement aval des émissions a-t-elle été modifiée ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
Où utilisez-vous le plus souvent votre véhicule ?	-	-	-
% autoroute	-	x	-
% zone rurale	-	x	-
% zone urbaine	-	x	-
Le véhicule a-t-il été entretenu et utilisé conformément aux instructions du constructeur ? <i>Dans la négative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		

Historique complet des entretiens et des réparations, y compris les éventuelles remises en état <i>Si tous les documents justificatifs ne peuvent pas être fournis, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	X		
Vérifications relatives à la batterie			
Dans quelle situation les recharges de la batterie ont-elles le plus souvent été effectuées ? % lorsque la batterie était presque entièrement déchargée % lorsque la batterie était à moitié déchargée % lorsque la batterie était presque entièrement chargée	- - -	X X X	
En moyenne, à quelle fréquence mensuelle des bornes de recharge rapides ou super rapides ont-elles été utilisées ?		X	
À combien estimez-vous le pourcentage de temps pendant lequel le véhicule a été utilisé dans les plages de température ambiante suivantes ? Températures inférieures à -7 °C Températures comprises entre -7 °C et 35 °C Températures supérieures à 35 °C		X X X	

Examen et entretien du véhicule par le centre d'essai (veuillez utiliser les rubriques appropriées en fonction du type de véhicule)

x = Critère d'exclusion

x = Vérifié et consigné

Concerne les VEB

Le véhicule a-t-il été rechargé de façon incorrecte* au cours du mois dernier ? <i>Si le véhicule n'a pas été rechargé correctement au cours du mois dernier (comme le montrent les valeurs affichées par le véhicule au titre du point 9 de l'annexe 2) et si le vérificateur souhaite l'utiliser pour les essais, il faudra préparer le véhicule en le conduisant pendant au moins 50 km, de manière à décharger la batterie d'au moins 50 % de sa capacité utilisable, puis en procédant à une recharge complète.</i> <i>Nota : * Par « de façon incorrecte », on entend ici que le véhicule n'a pas été rechargé d'une manière qui permettrait d'obtenir un SOCE ou un SOCR exacts.</i>	X		
Niveau du réservoir de carburant (plein ou vide) Le témoin de la réserve de carburant est-il allumé ? <i>Dans l'affirmative, faire le plein avant l'essai.</i>		X	
Y a-t-il des témoins lumineux activés sur le tableau de bord indiquant un dysfonctionnement du véhicule ou du système de traitement aval des gaz d'échappement qui ne peut être résolu par un entretien normal (témoin de défaillance, témoin d'entretien du moteur, etc.) ? <i>Dans l'affirmative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	X		
Le voyant SCR reste-t-il allumé après la mise en route du moteur ? <i>Dans l'affirmative, le réservoir de réactif doit être rempli ou la réparation effectuée avant que le véhicule soit soumis à essai.</i>	X		
Contrôle visuel du système d'échappement Vérifier l'absence de fuites entre le collecteur d'échappement et l'extrémité du tuyau d'échappement. Contrôler et consigner (photos à l'appui) les éventuelles fuites. <i>S'il y a des dommages ou des fuites, le véhicule ne peut pas être soumis à essai.</i>	X		
Composants pertinents pour les gaz d'échappement Contrôler tous les composants influant sur les émissions et consigner (photos à l'appui) les éventuels dommages. <i>S'il y a des dommages, le véhicule ne peut pas être soumis à essai.</i>	X		

Filtre à air et filtre à huile Vérifier l'absence de contamination et de dommages. Remplacer si endommagés ou fortement contaminés ou s'il reste moins de 800 km avant la prochaine vidange recommandée.		x	
Roues (avant et arrière) Vérifier si les roues peuvent tourner librement ou si elles sont bloquées ou entravées par le frein. <i>Si les roues ne peuvent pas tourner librement, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		Oui
Courroies de transmission et couvercle du refroidisseur <i>S'ils sont endommagés, le véhicule ne peut pas être soumis à essai.</i>	x		
Niveaux de liquide Contrôler les niveaux maximum et minimum (huile moteur, liquide de refroidissement), faire l'appoint si le niveau est inférieur au minimum.		x	
Flexibles d'aspiration et câblage électrique Vérifier leur intégrité. <i>S'ils sont endommagés, le véhicule ne peut pas être soumis à essai.</i>	x		Oui
Soupapes d'injection/câblage Vérifier tous les câbles et toutes les conduites de carburant. <i>S'ils sont endommagés, le véhicule ne peut pas être soumis à essai.</i>	x		Oui
Câble d'allumage (essence) Vérifier les bougies, les câbles, etc. S'ils sont endommagés, les remplacer.		x	
RGE et catalyseur, filtre à particules Vérifier tous les câbles, fils et capteurs. <i>S'ils sont endommagés ou s'il y a eu des modifications non autorisées, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		
État de sécurité Vérifier que les pneus, la carrosserie, les systèmes électriques et le système de freinage sont en bon état en vue de l'essai et qu'ils sont conformes aux règles de circulation routière. <i>Dans la négative, le véhicule ne peut pas être sélectionné.</i>	x		Oui
Semi-remorque Y a-t-il des câbles électriques prévus pour le raccordement d'une semi-remorque, là où cela est nécessaire ?		x	Oui
Vérifier si le prochain entretien est prévu dans moins de 800 km ; dans l'affirmative, effectuer l'entretien.		x	Oui
Numéro de pièce et somme de contrôle de l'étalonnage du module de commande du groupe motopropulseur		x	Oui
Diagnostic OBD (avant ou après l'essai d'autonomie) Lire les codes défaut et imprimer le journal des erreurs.		x	
Demande d'informations sur le véhicule dans le « mode service 09 » du système OBD (avant ou après l'essai d'autonomie) Lire le mode service 09. Consigner les informations.		x	
Mode 7 du système OBD (avant ou après l'essai d'autonomie) Lire le mode service 07. Consigner les informations.			

Remarques concernant : les réparations/le remplacement de composants/les numéros de pièces

Annexe 2

Valeurs à lire sur les véhicules

1. Valeur du SOCE de bord
2. Valeur du SOCR de bord
3. Odomètre (en km)
4. Date de construction du véhicule
5. Distance totale (somme de la distance parcourue et de la distance virtuelle), le cas échéant (en km)
6. Pourcentage de la distance virtuelle, le cas échéant (en %)
7. Consommation d'énergie certifiée dans le pire des cas pour une famille au titre de la partie B, le cas échéant (en Wh/km)
8. Décharge totale d'énergie en mode V2X, le cas échéant (en Wh)
9. Dernière recharge de plus de 50 % du niveau de charge (date)
10. Température ambiante* maximale, minimale et moyenne à laquelle le véhicule a été exposé pendant son cycle de vie

Nota : * La température ambiante correspond à une moyenne quotidienne.

Annexe 3

Détermination des paramètres fonctionnels pendant la procédure d'essai au titre de la partie A

1. Généralités

Pour le calcul du SOCE et du SOCR mesurés conformément au paragraphe 6.3.2 du présent RTM, les valeurs mesurées et certifiées de l'énergie utilisable de la batterie (EUB) et de l'autonomie électrique (autonomie électrique pure (PER) pour les VEP et autonomie équivalente en mode électrique (EAER) pour les VEH-RE) sont nécessaires :

- UBE_{measured} and $UBE_{\text{certified}}$
- $Range_{\text{measured}}$ and $Range_{\text{certified}}$

La présente annexe décrit comment déterminer ces paramètres dans le cas de la procédure d'essai mondiale harmonisée en ce qui concerne les émissions des voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP), au paragraphe 2 pour les VEP et au paragraphe 3 pour les VEH-RE, et donne des directives sur les mesures à effectuer et les valeurs certifiées à appliquer pour un véhicule sélectionné dans le cadre de la procédure de vérification au titre de la partie A. Les régions qui n'appliquent pas le RTM ONU n° 15 ou le Règlement ONU n° 154 doivent définir une autre solution en s'appuyant sur les directives ci-après.

Aux fins de la présente annexe, dans le cas des VEP, le terme « batterie » inclut non seulement le SRSEE utilisé principalement aux fins de traction, mais également tous les autres SRSEE.

2. Paramètres fonctionnels pour les VEP

2.1 EUB pour les VEP

2.1.1 Valeurs mesurées de l'EUB pour les VEP

<i>Paramètres</i>	<i>Explication</i>	
UBE_{measured}	Procédure d'essai abrégée	Procédure avec cycles consécutifs
	La valeur de l'EUB est déterminée conformément à l'étape n° 1 du tableau A8/11, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.	La valeur de l'EUB est déterminée conformément à l'étape n° 1 du tableau A8/10, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.
	Aucun arrondi n'est appliqué à UBE_{measured} .	

2.1.2 Valeurs certifiées de l'EUB pour les VEP

Paramètres	Explication	
UBE _{certified}	Procédure d'essai abrégée	Procédure avec cycles consécutifs
	<p>UBE_{certified} est la valeur ajustée de l'énergie utilisable mesurée de la batterie du véhicule au moment de la certification :</p> $UBE_{certified} = UBE_{measured} * AF_{PER}$ <p>où :</p> <p>UBE_{measured} est l'énergie utilisable mesurée de la batterie conformément à l'étape n° 1 du tableau A8/11, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification. En cas d'essais multiples (nombre d'essais), il s'agit de la moyenne des valeurs déterminées de l'EUB ;</p> <p>AF_{PER} est le facteur d'ajustement déterminé conformément à l'étape n° 6 du tableau A8/11, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>	<p>EUB_{certifiée} est la valeur ajustée de l'énergie utilisable mesurée de la batterie du véhicule au moment de la certification :</p> $UBE_{certified} = UBE_{measured} * AF_{PER}$ <p>où :</p> <p>UBE_{measured} est l'énergie utilisable mesurée de la batterie conformément à l'étape n° 1 du tableau A8/10, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification. En cas d'essais multiples (nombre d'essais), il s'agit de la moyenne des valeurs déterminées de l'EUB ;</p> <p>AF_{PER} est le facteur d'ajustement déterminé conformément à l'étape n° 7 du tableau A8/10, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>
	<p>UBE_{certified} doit être arrondie conformément au paragraphe 7 du présent RTM :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Au nombre entier le plus proche si l'unité est le Wh ; – À trois chiffres significatifs si l'unité est le kWh. 	
	<p>Dans le cas où la méthode d'interpolation est appliquée, UBE_{certified} doit être déterminée en choisissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> – L'UBE_{measured} la plus grande, entre le véhicule H et le véhicule L ; – Le facteur d'ajustement (AF) le plus proche de 1. 	

2.2 Autonomie pour les VEP

2.2.1 Valeurs mesurées de l'autonomie pour les VEP

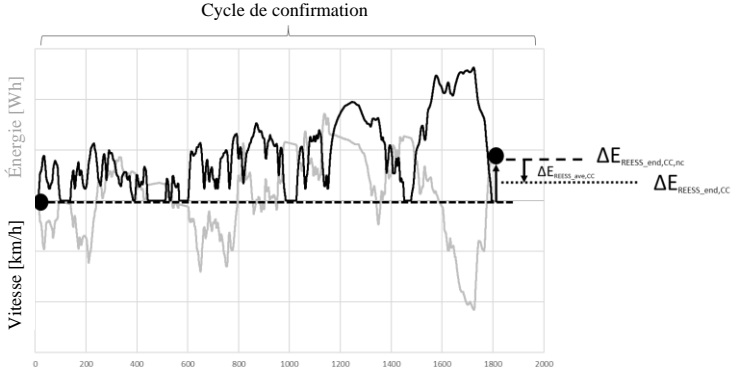
Paramètres	Explication	
Range _{measured}	Procédure d'essai abrégée	Procédure avec cycles consécutifs
	<p>La valeur de l'autonomie (PER_{WLTC}) est déterminée conformément à l'étape n° 4 du tableau A8/11, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>	<p>La valeur de l'autonomie (PER_{WLTC}) est déterminée conformément à l'étape n° 5 du tableau A8/10, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>
	Aucun arrondi n'est appliqué Range _{measured} .	

2.2.2 Valeurs certifiées de l'autonomie pour les VEP

Paramètres	Explication	
Range _{certified}	Procédure d'essai abrégée	Procédure avec cycles consécutifs
	<p>Valeur de l'autonomie (PER_{WLTC}) conformément à l'étape n° 6 ou 9[†] du tableau A8/11, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>	<p>Valeur de l'autonomie (PER_{WLTC}) conformément à l'étape n° 7 ou 10[†] du tableau A8/10, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>
	Range _{certified} doit être arrondie au nombre entier le plus proche conformément au paragraphe 7 du présent RTM.	

Nota : [†] Selon que la méthode d'interpolation est appliquée ou non.

- 3. Paramètres fonctionnels pour les VEH-RE
- 3.1 EUB pour les VEH-RE
- 3.1.1 Valeurs mesurées de l'EUB pour les VEH-RE

Paramètres	Explication
<p>UBE_{measured}</p>	<p>UBE_{measured} est l'énergie utilisable de la batterie calculée comme suit :</p> $UBE_{measured} = UBE_{measured,nc} - \Delta E_{REESS,CC,ave}$ <p>où :</p> <p>UBE_{measured,nc} est l'énergie utilisable mesurée de la batterie lors de l'essai d'épuisement de la charge, non corrigée (en Wh) ;</p> <p>$\Delta E_{REESS,CC,ave}$ est la variation énergétique électrique moyenne pendant le cycle de confirmation (en Wh) ;</p> <p>CC désigne le cycle de confirmation au sens du paragraphe 3.2.4.4 de l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p> <p>Il est nécessaire d'appliquer une correction en fonction de la variation énergétique électrique moyenne pendant le cycle de confirmation, car le critère de déconnexion automatique, au sens du paragraphe 3.2.4.5 de l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, permet une certaine variation par rapport au niveau de référence absolu. La correction, qui compense cet effet, est représentée dans la figure ci-dessous :</p> <div style="text-align: center;"> <p>Cycle de confirmation</p>  </div> <p>$\Delta E_{REESS,nc,CC}$ est la variation énergétique électrique non corrigée pendant le cycle de confirmation $\Delta E_{REESS,ave,CC}$ est la variation énergétique électrique moyenne pendant le cycle de confirmation $\Delta E_{REESS,corr,CC}$ est la variation énergétique électrique corrigée pendant le cycle de confirmation</p>
	<p>Le paramètre d'entrée requis UBE_{measured,nc} est calculé comme suit :</p> $UBE_{measured,nc} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{REESS,i}$ <p>où :</p> <p>$\Delta E_{REESS,i}$ est la variation énergétique électrique mesurée de la batterie i (en Wh) ;</p> <p>i est le numéro d'ordre de la batterie considérée ;</p> <p>n est le nombre total de batteries ;</p> <p>et :</p> $\Delta E_{REESS,i} = \frac{1}{3600} \times \int_{t_0}^{t_{end}} U(t)_{REESS,i} \times I(t)_{REESS,i} dt$ <p>où :</p> <p>$U(t)_{REESS,i}$ est la tension de la batterie i (en V) ;</p> <p>$I(t)_{REESS,i}$ est l'intensité du courant électrique de la batterie i (en A) ;</p> <p>t_0 est le temps au début de l'essai d'épuisement de la charge (en s) ;</p> <p>t_{end} est le temps à la fin du cycle de confirmation de l'essai d'épuisement de la charge (en s) ;</p> <p>$\frac{1}{3600}$ est le facteur de conversion des Js en Wh.</p>

Paramètres	Explication
	<p>Le paramètre d'entrée requis $\Delta E_{REESS,CC,ave}$ est calculé comme suit :</p> $\Delta E_{REESS,CC,ave} = \sum_{i=1}^n \Delta E_{REESS,avg,i,CC}$ <p>où :</p> <p>$\Delta E_{REESS,avg,i,CC}$ est la moyenne de la variation énergétique électrique mesurée de la batterie i pendant le cycle de confirmation (en Wh) ;</p> <p>i est le numéro d'ordre de la batterie considérée ;</p> <p>n est le nombre total de batteries ;</p> <p>et</p> $\Delta E_{REESS,avg,i,CC} = \frac{1}{3600} \times \frac{1}{t_{end,CC} - t_{start,CC}} \times \int_{t_{start,CC}}^{t_{end,CC}} \int_{t_{start,CC}}^{t_{end,CC}} U_{REESS,i}(t) \times I_{REESS,i}(t) dt dt$ <p>où :</p> <p>$U_{REESS,i}(t)$ est la tension de la batterie i (en V) ;</p> <p>$I_{REESS,i}(t)$ est l'intensité de la batterie i (en A) ;</p> <p>$t_{start,CC}$ est le temps au début du cycle de confirmation de l'essai d'épuisement de la charge (en s) ;</p> <p>$t_{end,CC}$ est le temps à la fin du cycle de confirmation de l'essai d'épuisement de la charge (en s) ;</p> <p>$\frac{1}{3600}$ est le facteur de conversion des Ws en Wh.</p> <p>CC désigne le cycle de confirmation au sens du paragraphe 3.2.4.4 de l'annexe 8 du RTM ONU n° 15.</p>
	Aucun arrondi n'est appliqué à $UBE_{measured}$

3.1.2 Valeurs certifiées de l'EUB pour les VEH-RE

Paramètres	Explication
<p>$UBE_{certified}$</p>	<p>$UBE_{certified}$ est la valeur ajustée de l'énergie utilisable mesurée de la batterie du véhicule au moment de la certification :</p> $UBE_{certified} = UBE_{measured} * AF_{OVC-HEV}$ <p>où :</p> <p>$UBE_{measured}$ est l'énergie utilisable mesurée de la batterie, conformément au paragraphe 3.1.1 de la présente annexe (en Wh) ;</p> <p>$AF_{OVC-HEV}$ est le facteur d'ajustement déterminé comme décrit ci-dessous.</p> <p>L'un des deux facteurs d'ajustement suivants doit être sélectionné par la Partie contractante :</p> <p>– Facteur d'ajustement 1 :</p> $AF_{OVC-HEV} = \frac{EC_{measured}}{EC_{certified}}$ <p>où :</p> <p>$EC_{certified}$ est la consommation d'énergie électrique $EC_{AC,CD}$ conformément à l'étape n° 14 du tableau A8/8, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification (en Wh/km) ;</p> <p>$EC_{measured}$ est la consommation d'énergie électrique mesurée $EC_{AC,CD}$ conformément à l'étape n° 13 du tableau A8/8, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification (en Wh/km).</p> <p>– Facteur d'ajustement 2 :</p> $AF_{OVC.HEV} = \frac{EC_{measured}}{EC_{certified}}$ <p>où :</p> <p>$EC_{certified}$ est la consommation d'énergie EC conformément à l'étape n° 8 du tableau A8/9, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification (en Wh/km) ;</p> <p>$EC_{measured}$ est la consommation d'énergie EC mesurée conformément à l'étape n° 7 du tableau A8/9, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15, au moment de la certification (en Wh/km).</p>
	<p>$UBE_{certified}$ doit être arrondie conformément au paragraphe 7 du présent RTM :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Au nombre entier le plus proche si l'unité est le Wh ; – À trois chiffres significatifs si l'unité est le kWh.
	<p>Dans le cas où la méthode d'interpolation est appliquée, $UBE_{certified}$ doit être déterminée en choisissant :</p> <ul style="list-style-type: none"> – L'$UBE_{measured}$ la plus grande, entre le véhicule H et le véhicule L et (le cas échéant) le véhicule M ; – Le facteur d'ajustement (AF) le plus proche de 1.

3.2 Autonomie pour les VEH-RE

3.2.1 Valeurs mesurées de l'autonomie pour les VEH-RE

<i>Paramètres</i>	<i>Explication</i>
Range _{measured}	<p>Range_{measured} est l'autonomie équivalente en mode électrique (EAER) définie par l'équation suivante :</p> $EAER_{measured} = \left(\frac{M_{CO_2,CS} - M_{CO_2,CD,avg}}{M_{CO_2,CS}} \right) \times R_{cdc}$ <p>où :</p> <p>$M_{CO_2,CD,avg}$ est la moyenne arithmétique des émissions massiques de CO₂ en mode épuisement de la charge conformément au paragraphe 4.4.4.1 de l'annexe 8 du RTM ONU n° 15 (en g/km) ;</p> <p>$M_{CO_2,CS}$ désigne les émissions massiques de CO₂ en mode maintien de la charge conformément à l'étape n° 5 du tableau A8/5, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15 (en g/km) ;</p> <p>R_{cdc} est la longueur mesurée de l'essai d'épuisement de la charge conformément à l'étape n° 3 du tableau A8/8, à l'annexe 8 du RTM ONU n° 15 (en km).</p> <p>Aucun arrondi n'est appliqué à Range_{measured}.</p>

3.2.2 Valeurs certifiées de l'autonomie pour les VEH-RE

<i>Paramètres</i>	<i>Explication</i>
Range _{certified}	<p>Range_{certified} (EAER) conformément à l'étape n° 8 ou 9[†] du tableau A8/9, à l'annexe B8 du Règlement ONU n° 154 (série 02 ou ultérieure d'amendements) au moment de la certification.</p> <p>Range_{certified} doit être arrondie au nombre entier le plus proche conformément au paragraphe 7 du présent RTM.</p>

Nota : [†] Selon que la méthode d'interpolation est appliquée ou non.