



## Conseil économique et social

Distr. générale  
21 décembre 2012  
Français  
Original: anglais

---

### Commission économique pour l'Europe

#### Comité des transports intérieurs

#### Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules

##### 159<sup>e</sup> session

Genève, 12-15 mars 2013

Point 8.2 de l'ordre du jour provisoire

#### Questions diverses – Méthodes d'évaluation des véhicules écocompatibles

### **Les véhicules écocompatibles et le Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) 2003-2012, progrès accomplis ces dix dernières années et tendances de l'évolution future**

#### **Soumis par le représentant de l'Inde\***

Le présent document contient le rapport sur les activités menées par le Forum mondial pour promouvoir la conception et l'utilisation des véhicules écocompatibles et sur les progrès réalisés. Il est établi sur la base du document informel WP.29-158-17 qui a été examiné à la 158<sup>e</sup> session du Forum mondial WP.29 (ECE/TRANS/WP.29/1099, par. 72) et est soumis pour examen au Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules (WP.29).

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2010-2014 (ECE/TRANS/208, par. 106, et ECE/TRANS/2010/8, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis dans le cadre de ce mandat.

## Préface

1. La production d'automobiles a débuté il y a un peu plus de cent vingt ans en Europe et quelques années plus tard aux États-Unis d'Amérique<sup>1</sup>. Depuis lors, les automobiles et les véhicules utilitaires ont largement contribué à la croissance économique en répondant au désir croissant de mobilité. La demande d'automobiles ne cesse d'augmenter sur la planète. Cet accroissement du parc automobile dans le monde s'accompagne d'une préoccupation croissante concernant les incidences des émissions des véhicules dans le monde en termes de santé publique, de bien-être et de changement climatique. De plus en plus de dispositions réglementaires ont été adoptées au cours des quarante dernières années afin d'atténuer les effets de la pollution due aux véhicules. Ces activités se sont intensifiées depuis le début du XXI<sup>e</sup> siècle, les décideurs et les constructeurs automobile s'employant activement à promouvoir la conception et la mise en service de véhicules ayant un impact moins nuisible sur l'environnement et la santé publique et plus économes en énergie. Il est maintenant communément admis que la constitution d'un parc de véhicules écocompatibles est nécessaire à l'avenir pour atténuer les effets de la pollution due aux transports.

2. Une déclaration ministérielle annonçant une stratégie globale pour les véhicules écocompatibles a été faite lors de la Conférence ministérielle sur les transports qui s'est tenue en 2002 à Tokyo. Les ministres ont estimé qu'il était important de convoquer une réunion internationale sur les véhicules écocompatibles pour examiner les solutions possibles en fonction des connaissances dont on dispose sur les technologies actuelles et futures des véhicules et de la disponibilité des différents types de carburant, et pour examiner la possibilité d'une coordination internationale des politiques favorisant le développement et la diffusion de véhicules peu polluants. C'est sur cette base qu'a été organisée la «Conférence internationale sur les véhicules écocompatibles», tenue à Tokyo en 2003. L'objectif de cette première conférence était de rechercher des solutions pour atténuer l'impact de la pollution atmosphérique, du changement climatique et d'autres problèmes environnementaux auxquels le secteur des transports contribue pour une part notable. L'on estimait à l'époque, comme aujourd'hui encore, que la collaboration internationale serait renforcée par un échange régulier d'informations et de points de vue entre les pays participants au sujet du concept des véhicules écocompatibles et des politiques de promotion du développement et de la diffusion de ces véhicules. Trois autres conférences se sont tenues depuis 2003.

3. Les conférences ont représenté un lieu important d'échange d'informations et le partage de meilleures pratiques sur la promotion du développement et de la diffusion de véhicules peu polluants. La première conférence sur les véhicules écocompatibles a souligné la nécessité de disposer d'une structure de coopération permanente entre les conférences sur les véhicules écocompatibles et le Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules (WP.29)<sup>2</sup>. Devant l'intérêt croissant suscité par la question, le WP.29 a établi le Groupe de travail informel des véhicules écocompatibles sous

---

<sup>1</sup> From Steam Carriages to Automobiles: The History of the Car; voir [www.randomhistory.com/1-50/013car.html](http://www.randomhistory.com/1-50/013car.html)

<sup>2</sup> Le Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules (WP.29) est un groupe de travail relevant du Comité des transports intérieurs de la Commission économique pour l'Europe. Son rôle et celui de ses groupes de travail subsidiaires est d'élaborer de nouveaux règlements, d'harmoniser les règles et règlements existants et de modifier et mettre à jour les règlements concernant les véhicules actuels dans les domaines visés par les accords qu'il administre. Pour obtenir davantage d'informations consulter: «Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules (WP.29); comment il fonctionne; comment y adhérer» à l'adresse suivante: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/WP29\\_Blue\\_Book\\_2012\\_ENG.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/WP29_Blue_Book_2012_ENG.pdf).

l'égide du Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE). De son côté, le Sommet du G-8 de 2007 a décidé la tenue tous les deux ans d'une conférence sur les véhicules écocompatibles et a demandé qu'un rapport de situation soit envoyé régulièrement aux dirigeants du G-8. La participation du WP.29 a permis aux conférences internationales sur les véhicules écocompatibles de rester inscrites dans une perspective mondiale.

4. Ces activités faisaient partie d'un cadre de mesures politiques et d'innovations technologiques dynamiques et ambitieuses animées par les efforts conjoints des gouvernements, des constructeurs automobiles, des ingénieurs, des scientifiques et de la société. Les progrès réalisés dans la technologie des moteurs et des véhicules ont dépassé de loin les attentes de la première Conférence sur les véhicules écocompatibles, située seulement dix ans en arrière. Innovation, investissement et exploitation des possibilités restent les facteurs clés de la mise en service d'un nouveau parc de véhicules, ayant un impact réduit en matière de santé publique, de changement climatique et de consommation d'énergie.

## Table des matières

	<i>Page</i>
1. Les véhicules éocompatibles: Les conférences et le concept .....	5
1.1 Les conférences internationales sur les véhicules éocompatibles .....	5
1.2 Le Groupe de travail informel des véhicules éocompatibles .....	7
2. Véhicules éocompatibles: Transformer le parc .....	10
2.1 Déterminants de la réglementation des véhicules éocompatibles .....	11
2.1.1 Réglementation des émissions des véhicules .....	12
2.1.2 Réglementation des émissions d'équivalent CO <sub>2</sub> et de la consommation.....	14
2.2 Technologies innovantes applicables aux véhicules.....	15
2.2.1 Technologies en matière de moteurs .....	15
2.2.1.1 Technologies évoluées pour moteurs à allumage commandé .....	16
2.2.1.2 Technologies évoluées pour moteurs à allumage par compression.....	17
2.2.1.3 Autres technologies relatives aux moteurs.....	18
2.2.1.4 Technologies de traitement aval des gaz d'échappement .....	18
2.2.2 Technologies en matière de transmission.....	20
2.2.3 Hybridation et électrification.....	21
2.2.4 Véhicules à pile à combustible .....	24
2.3 Progrès réalisés dans les technologies des véhicules autres que celles du groupe moto-propulseur .....	25
2.4 Autres technologies évoluées applicables aux véhicules.....	26
2.5 Conduire aujourd'hui le véhicule du futur: le rythme du développement technologique et les taux de pénétration des technologies .....	27
2.5.1 Taux récent de pénétration des technologies sur le marché aux États-Unis d'Amérique 1990-2011.....	28
2.6 Progrès en matière de diversification des carburants et de technologie des carburants.....	30
3. Véhicules éocompatibles: Innovations en matière de stratégie .....	30
3.1 Recherche-développement.....	30
3.2 Mise en place d'incitations au développement et à la diffusion des véhicules éocompatibles.....	33
3.3 Information pour le consommateur et étiquetage .....	35
3.3.1 Information pour le consommateur et étiquetage .....	36
3.3.2 <i>Livre vert</i> de l'ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy) .....	37
3.3.3 Guide australien des véhicules verts.....	37
3.4 Autres aspects pris en considération.....	37
3.4.1 Véhicules silencieux et sécurité des piétons.....	37
3.4.2 Cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP).....	39
3.4.3 Infrastructure et demande d'électricité .....	39
4. Conclusion .....	41

## 1. Les véhicules éocompatibles: Les conférences et le concept

1. Depuis la première réunion ministérielle sur les véhicules éocompatibles, l'objectif a été d'instaurer un cadre de débats ouverts et d'échange de points de vue afin de rechercher des solutions aux problèmes de pollution atmosphérique, de changement climatique et à d'autres problèmes environnementaux auxquels le secteur des transports contribue pour une part importante. Les conférences devaient offrir une tribune internationale de promotion de véhicules moins polluants et plus économes. Pour y parvenir il faudra établir une collaboration internationale aussi poussée que possible par l'échange d'informations et de points de vue entre les pays participants sur le concept des véhicules éocompatibles et les politiques de promotion du développement et de la diffusion de véhicules peu polluants<sup>1</sup>.

### 1.1 Les conférences internationales sur les véhicules éocompatibles

2. Le Japon a organisé en 2003 la première conférence consacrée spécifiquement au concept des véhicules éocompatibles. L'objectif était de rassembler des responsables gouvernementaux du monde entier afin d'examiner le rôle pouvant être joué par les gouvernements dans la promotion de technologies nouvelles des véhicules pour réduire les impacts des transports sur la santé publique, l'environnement et l'énergie. Le dialogue ainsi établi a permis de développer le partage des recherches sur les nouvelles technologies et de lancer de nouvelles activités. La nécessité d'établir une coopération entre les conférences sur les véhicules éocompatibles et le WP.29 a été reconnue lors de la toute première conférence sur les véhicules éocompatibles et elle est mentionnée par le Président dans sa déclaration de clôture de la réunion de Tokyo<sup>2</sup>.

3. La réunion a offert un lieu d'échange d'informations sur les problèmes environnementaux tels que pollution atmosphérique, changement climatique, pollution sonore due à la circulation, embouteillages et sur les mesures prises par les pays et les régions pour y remédier. Les représentants ont examiné les perspectives générales de mise au point technique et de diffusion des véhicules éocompatibles, notamment des véhicules à pile à combustible, ainsi que la question de définition à donner au concept des véhicules éocompatibles de la prochaine génération en vue de leur promotion, et souligné l'importance des carburants peu polluants pour la mise en service effective de ces véhicules éocompatibles. La réunion a également discuté des mesures pouvant être prises pour faciliter le développement et la mise en œuvre des véhicules éocompatibles telles que les incitations financières et/ou fiscales, les programmes de recherche accélérés et coordonnés et les programmes de sensibilisation des consommateurs. On a souligné qu'en améliorant leurs pratiques de conduite, les conducteurs pouvaient réduire de manière importante leur consommation de carburant et qu'il fallait les y inciter. Dans le même ordre d'idées, il a été reconnu que les systèmes intégrés aux véhicules, tels que ceux d'affichage de la consommation réelle de carburant, de sélection des rapports et de régulation de vitesse pouvaient jouer un rôle utile.

4. Les représentants ont reconnu qu'il était essentiel de poursuivre la discussion et le partage d'informations et d'instaurer à cette fin une coopération permanente entre les futures conférences sur les véhicules éocompatibles et le Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules (WP.29). Il a été convenu que

<sup>1</sup> Document informel n° 12 (127<sup>e</sup> WP.29, 25-28 juin 2002; soumis par le Japon) (en anglais seulement).

<sup>2</sup> Document informel n° 10 (129<sup>e</sup> WP.29, 11-14 mars 2003, point 2.2 de l'ordre du jour); [www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/geninf129.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/geninf129.html).

l'objectif de la tenue de conférences internationales bisannuelles sur les véhicules éocompatibles serait de partager les idées et données d'expérience sur les mesures mises en œuvre pour promouvoir et mettre sur le marché des véhicules peu polluants et pour établir le cadre juridique et économique nécessaire pour l'introduction de ces véhicules et des innovations technologiques en vue de répondre aux orientations futures en matière de sécurité énergétique et de protection de l'environnement afin de protéger la santé publique.

5. La seconde conférence, qui s'est déroulée à Birmingham (Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord) en 2005 s'est efforcée d'élargir le débat et d'associer toutes les parties intéressées à une rencontre qui devait permettre la présentation et l'échange d'informations sur les meilleures pratiques appliquées dans le monde entier en vue d'inciter les consommateurs à acheter des véhicules propres et efficaces. La conférence s'est notamment penchée sur deux questions:

a) Pourquoi le développement de véhicules éocompatibles est-il si important à l'échelle mondiale?

b) De quelle manière les entreprises et les gouvernements peuvent-ils collaborer afin de développer les véhicules éocompatibles et de favoriser leur diffusion?

6. Une discussion animée s'est engagée avec la participation de nombreuses parties intéressées, notamment sur les questions suivantes:

a) Les enseignements tirés de l'application des politiques relatives aux véhicules éocompatibles dans le monde;

b) Les mesures fiscales visant à encourager la diffusion des véhicules éocompatibles;

c) Les mesures non fiscales visant à encourager la diffusion des véhicules éocompatibles;

d) Les mesures prises par les économies émergentes afin d'atténuer l'impact environnemental de l'expansion rapide du taux de possession et de l'utilisation des véhicules qui est à prévoir;

e) Les normes techniques applicables aux véhicules éocompatibles et la nécessité ou non d'aller plus loin en vue de les harmoniser au plan mondial;

f) La stratégie de commercialisation et image des véhicules éocompatibles;

g) Les obstacles aux mesures d'incitation en faveur des véhicules éocompatibles.

7. Le Gouvernement allemand, qui a organisé la troisième conférence sur les véhicules éocompatibles, a constamment associé le WP.29 aux préparatifs de la conférence. Il a également soutenu la mise en œuvre de la décision du G-8 visant à tenir régulièrement des conférences sur les véhicules éocompatibles et demandant à recevoir régulièrement un rapport de situation sur cette question. Cet accord impliquait que les conférences bisannuelles feraient partie du mécanisme de dialogue permanent avec le Forum mondial. Le cadre officiel de la coopération entre les conférences sur les véhicules éocompatibles et le WP.29 a été initialement établi par une proposition<sup>3</sup> présentée en 2007 tendant à créer un groupe informel des véhicules éocompatibles au sein du GRPE afin de suivre les questions relatives à la mise au point d'un concept des véhicules éocompatibles. Les pays

---

<sup>3</sup> Rapports du Forum mondial de l'harmonisation des règlements concernant les véhicules sur sa 143<sup>e</sup> session (13-16 novembre 2007); par. 66. Peuvent être consultés à l'adresse suivante: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2008/wp29/ECE-TRANS-WP29-1064e.doc](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2008/wp29/ECE-TRANS-WP29-1064e.doc).

participant au WP.29 ont accepté cette proposition à l'unanimité lors de la même session, en novembre 2007.

8. Lors de la quatrième conférence sur les véhicules éocompatibles, qui s'est déroulée à New Delhi en 2009, les participants ont estimé que la technologie progressait rapidement et que l'on voyait apparaître sur le marché de nombreux véhicules nouveaux équipés de technologies de pointe répondant aux problèmes de la pollution atmosphérique et du changement climatique. De plus, les progrès réalisés dans les systèmes de propulsion alternatifs étaient considérés comme marquant l'avènement d'une nouvelle génération de véhicules appelés à une commercialisation de masse, comme les véhicules électriques. Il était proposé de poursuivre les travaux en vue de l'élaboration d'une méthodologie pour formuler une définition scientifique et technique des véhicules éocompatibles. Cette tâche s'est révélée ardue, en raison du grand nombre de variantes et de spécifications, facteurs de pondération, facteurs dépendant des particularités régionales ou temporelles et de disponibilité inégale des données concernant les aspects environnementaux.

## 1.2 Le Groupe de travail informel des véhicules éocompatibles

9. Il a été recommandé que les conférences sur les véhicules éocompatibles maintiennent une coopération étroite avec le Forum mondial de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE). Le développement du concept des véhicules éocompatibles au sein du WP.29 requiert la participation des deux groupes de travail environnementaux du WP.29: le GRPE (émissions polluantes, consommation de carburant/CO<sub>2</sub>) et le GRB (bruit). Le travail des Groupes de travail environnementaux s'inscrira dans le cadre du dialogue permanent pour les futures conférences sur les véhicules éocompatibles et contribuera à l'échange de données d'expérience sur les mesures appliquées pour la promotion et la diffusion des véhicules peu polluants.

10. Le groupe de travail informel du GRPE des véhicules éocompatibles, créé en 2008, a établi son mandat<sup>4</sup>, qui a été approuvé par le WP.29, et a organisé une série de réunions afin d'examiner les approches possibles pour définir le concept des véhicules éocompatibles. Un large échange d'informations et de données d'expérience a été instauré entre les constructeurs d'automobiles, les législateurs, les spécialistes de l'énergie et les groupes de consommateurs. Le groupe informel a d'abord lancé des activités en vue de définir le champ d'application et les paramètres des concepts des véhicules éocompatibles à évaluer, puis a entrepris la mise en œuvre du premier point de la phase de faisabilité d'une évaluation d'un véhicule éocompatible (étude et analyse des documents et concepts existants, y compris les règlements et normes).

11. Les activités du groupe informel ont toujours été fondées sur le principe de la prise en compte de toute mesure permettant une réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, de polluants et des autres effets des véhicules sur l'environnement, sans privilégier une technologie quelle qu'elle soit. Lorsque le GRPE a abordé la tâche de la recherche d'une définition des véhicules éocompatibles, il a été dûment noté que ce processus devait s'appuyer sur une approche globale et que toute méthode harmonisée au niveau mondial devait prendre en compte les différences régionales et nationales. Le groupe de travail informel GRPE des véhicules éocompatibles, dirigé par l'Allemagne, a énuméré les éléments clefs à évaluer lors de l'examen s'appliquant à un véhicule dans le document «Background document regarding the Feasibility Statement for the development of a methodology to evaluate

---

<sup>4</sup> Document n° EFV-01-03 (groupe de travail informel GRPE des véhicules éocompatibles, première réunion, 6 juin 2008). À consulter sur: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2008/wp29grpe/EFV-01-03°.doc](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2008/wp29grpe/EFV-01-03°.doc).

Environmentally Friendly Vehicles»<sup>5</sup> (Document d'information concernant la faisabilité d'une méthode d'évaluation des véhicules éocompatibles) («Déclaration concernant la faisabilité»), devant servir de base pour l'examen ultérieur de la question.

12. Le document d'information relatif à la déclaration concernant la faisabilité présente des options pour définir et évaluer les véhicules. Il faut cependant déterminer si ces méthodes peuvent servir à l'élaboration d'un concept d'évaluation global. Cette évaluation (chap. 4 du document d'information) doit tout d'abord définir les groupes cibles prévus et le/ou les objectifs de l'application d'un concept des véhicules éocompatibles. Lors de l'étape suivante, les aspects environnementaux pertinents pour l'élaboration d'un concept des véhicules éocompatibles sont examinés et énumérés. Des critères d'évaluation des outils sont en outre énoncés pour préciser l'étendue et l'applicabilité des règlements, concepts et instruments. Le document contient un tableau présentant une évaluation des principaux règlements, concepts et outils existants en regard des critères environnementaux et des critères d'évaluation des outils. Sur cette base, une analyse des approches possibles d'élaboration du concept des véhicules éocompatibles pouvait être effectuée. Cette démarche s'appuie conceptuellement sur une analyse SWOT (AFOD), à savoir une évaluation: «Atouts – Faiblesses – Opportunité – Dangers». Ces quatre éléments ont été pris en compte pour l'analyse des différentes méthodes relatives à l'évaluation de l'éocompatibilité des véhicules<sup>6</sup>.

13. Les travaux du groupe informel ayant abouti à la conclusion qu'il était possible, dans une certaine mesure, d'évaluer les véhicules en fonction de leur éocompatibilité, c'est à la quatrième Conférence internationale sur les véhicules éocompatibles à New Delhi, ainsi qu'aux réunions suivantes du groupe informel, qu'il appartenait d'examiner la possibilité de déterminer les paramètres exacts et la bonne application d'une méthode d'évaluation répondant aux besoins des différentes nations et régions. Les principaux destinataires de ces informations, comme les décideurs, les législateurs et les consommateurs seraient un élément essentiel de cette étude.

14. Lors de la quatrième Conférence sur les véhicules éocompatibles qui s'est déroulée à New Delhi en 2009, les débats ont abouti à la constatation qu'il n'était pas possible d'élaborer une méthode intégralement globale permettant de donner une définition scientifique et technique des véhicules éocompatibles. Cela est dû essentiellement aux différences existant dans les procédures d'essai, aux spécifications multiples, aux facteurs de pondération, aux facteurs dépendant de particularités régionales ou temporelles ou à la disponibilité des données sur les aspects environnementaux et l'impact des véhicules sur l'environnement.

15. Compte tenu de toutes les considérations ci-dessus, il a été proposé de ne pas adopter une méthode unique d'évaluation, mais, à l'étape suivante, d'examiner de plus près les facteurs ci-après<sup>7</sup>:

a) Émissions de CO<sub>2</sub>: ce facteur a un impact direct sur les groupes cibles. En outre, des données abondantes et fiables sont disponibles aux plans régional et mondial. Ces données, de plus, sont régulièrement mises à jour;

<sup>5</sup> Document informel n° GRPE-58-02 (cinquante-huitième GRPE, 9-12 juin 2009, point 8 de l'ordre du jour). À consulter sur: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2009/wp29grpe/ECE-TRANS-WP29-GRPE-58-inf02.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2009/wp29grpe/ECE-TRANS-WP29-GRPE-58-inf02.pdf).

<sup>6</sup> Document informel n° WP.29-148-11 (148<sup>e</sup> EP.29, 23-26 juin 2009).

<sup>7</sup> Document de travail n° EFV-07-07-Rev1 (groupe de travail informel GRPE des véhicules éocompatibles, septième réunion, 11 juin 2010); compte rendu de la septième réunion du groupe informel GRPE des véhicules éocompatibles tenue à Genève le 11 juin 2010; [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/EFV-07-07rle.doc](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2010/wp29grpe/EFV-07-07rle.doc).

b) Bruit: ce facteur a un impact direct sur les consommateurs et les autres usagers de la route. Des données fiables sont disponibles. Cette question est d'une haute actualité;

c) Polluants réglementés: ce facteur a une importance majeure. Des données fiables sont disponibles au niveau régional et régulièrement mises à jour. Ce facteur a un impact important sur l'environnement au niveau local;

d) Aptitude au recyclage: facteur pertinent pour l'environnement. On dispose de données fiables au niveau régional;

e) Type de carburant: facteur pertinent pour l'environnement. Des données fiables et abondantes sont disponibles.

16. Le groupe informel a eu à de nombreuses reprises des discussions approfondies sur ce point, mais il a rencontré des obstacles importants lorsqu'il a tenté d'évaluer la possibilité de définir une seule matrice pour l'évaluation du caractère écocompatibles des véhicules.

17. À l'issue de ces débats et compte tenu du nombre croissant d'instruments nationaux et régionaux élaborés afin d'évaluer les véhicules sur une échelle nationale et régionale, il a été convenu qu'il ne serait peut-être pas possible ni utile d'élaborer un instrument d'évaluation mondial. Cependant, cet exercice a permis de constater que l'élaboration de critères d'évaluation des véhicules écocompatibles est une entreprise très complexe et difficile, principalement pour les raisons suivantes:

a) Les conditions du marché et les besoins des consommateurs sont variables;

b) Les besoins environnementaux (au niveau national ou régional) sont différents et les priorités ne sont pas les mêmes selon la zone;

c) Les paramètres environnementaux sont complexes et ne peuvent pas être agrégés dans une évaluation unique qui soit applicable sur le plan international et acceptable sur le plan scientifique;

d) Le choix de la technologie (par exemple modes de propulsion/carburants alternatifs) dépend des régions et des conditions du segment de marché et une approche ne privilégiant pas une technologie particulière est en général jugée préférable.

18. Finalement, le groupe informel a transféré les activités du groupe de travail des véhicules écocompatibles à un nouveau Groupe spécial des véhicules écocompatibles en juin 2011.

19. Cette mesure avait été proposée, puis acceptée par le WP.29<sup>8</sup>. Le Groupe spécial a été chargé de reprendre les travaux du groupe informel des véhicules écocompatibles et un rapport de situation a été élaboré pour faire le point des avancées prometteuses réalisées en matière d'innovation technologique et de développement des véhicules écocompatibles depuis la première Conférence de 2003.

20. La cinquième Conférence sur les véhicules écocompatibles s'est tenue à Baltimore (Maryland (États-Unis d'Amérique)) du 10 au 12 septembre 2012. Avant la Conférence, le Groupe spécial avait décidé que, compte tenu des progrès importants réalisés dans le développement des véhicules écocompatibles depuis 2002, cette Conférence serait l'occasion de dresser un bilan de la situation et de prendre des mesures pour préparer les

<sup>8</sup> Par. 73. Rapport du Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules sur sa 154<sup>e</sup> session; à consulter sur: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp29/ECE-TRANS-WP29-1091e.doc](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp29/ECE-TRANS-WP29-1091e.doc).

évolutions futures dans ce secteur. Il a également été décidé qu'une sixième Conférence n'était pas nécessaire à ce stade.

21. Par conséquent, la cinquième Conférence s'est axée sur les trois idées clefs sur lesquelles s'appuyait le thème général de la Conférence, à savoir «Mettre en œuvre aujourd'hui les véhicules de l'avenir». Concrètement, la Conférence a souligné la nécessité d'une innovation technologique permanente dans le domaine des transports, a défini des domaines dans lesquels il faudrait favoriser les investissements dans les nouvelles technologies et a proposé des voies pour tirer parti de toutes les possibilités existantes de répondre aux besoins en matière de transport d'une manière qui ne porte pas préjudice aux futures générations.

22. Au cours de la première journée de la Conférence, les participants ont pu entendre des déclarations faites par des orateurs sélectionnés dans le cadre des sessions plénières et des réunions du Comité exécutif, au cours desquelles des experts de haut niveau ont examiné les trois principaux thèmes de la Conférence en décrivant plusieurs scénarios hypothétiques. Le dernier jour, 12 réunions de groupes restreints ont été organisées, qui portaient sur des sujets aussi divers que le développement de la technologie des véhicules écocompatibles, les compétitions avec des «technologies vertes», l'approche latino-américaine des véhicules écocompatibles et enfin l'acceptation des véhicules écocompatibles de la part des consommateurs. On peut trouver les documents de la Conférence sur le site suivant: [www.efv2012.org](http://www.efv2012.org).

23. La cinquième Conférence sur les véhicules écocompatibles a clairement démontré que des progrès importants ont été réalisés à la fois dans le développement et dans la commercialisation des technologies des véhicules écocompatibles depuis 2002. Par leurs efforts conjoints, les autorités, les industriels et les organisations non gouvernementales intéressées mettent à la disposition des consommateurs toute une palette de solutions de transport durable. Il apparaît clairement aussi que le moment serait mal choisi pour s'arrêter en si bon chemin car de nombreuses technologies nouvelles en matière de véhicules, de moteurs et de carburants pourraient contribuer à améliorer la viabilité écologique des transports. Ce travail de développement est capital étant donné la croissance prévue des marchés sur la planète.

## **2. Véhicules écocompatibles: Transformer le parc**

24. La technologie automobile progresse rapidement, en réponse aux efforts des gouvernements pour réduire les impacts environnementaux des émissions produites par les moyens de transport et pour améliorer la sécurité énergétique. Les conséquences pour la santé et la productivité des émissions provenant de l'utilisation des automobiles sont connues depuis longtemps. Le problème du changement climatique est l'une des conséquences les plus graves de la libération dans l'atmosphère de grandes quantités de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effet de serre. Les transports en général et le transport routier en particulier sont parmi les responsables principaux des émissions de CO<sub>2</sub> dans le monde. Les ressources pétrolières étant limitées, le souhait de trouver d'autres moyens de pourvoir à nos besoins en matière de transport se fait de plus en plus sentir. Dans le cadre de leurs efforts en vue de réduire les émissions des véhicules, les nations ont imposé aux nouveaux véhicules des limites d'émissions toujours plus strictes et ont obtenu d'excellents résultats. Le secteur de l'automobile a consacré des ressources importantes au développement et à l'introduction de nouvelles technologies propres. Les Conférences internationales sur les véhicules écocompatibles et les activités du WP.29 ont fait ressortir les transformations dynamiques du parc automobile qui se sont déjà produites et celles qui sont en cours.

25. Depuis 2003, les technologies en matière de conception des véhicules, de motorisation, de dispositifs antipollution, de carburants et de transmissions ont beaucoup progressé. Les véhicules conformes à la réglementation actuelle relative aux émissions sont équipés de technologies antipollution de pointe, comme les convertisseurs catalytiques trifonctionnels, les filtres à particules diesel et la réduction catalytique sélective et de systèmes électroniques perfectionnés de gestion du fonctionnement du moteur. Cela a permis une réduction importante des émissions et une amélioration du rendement. De nouveaux carburants sont venus s'ajouter à l'essence et au gazole traditionnels comme carburants automobiles. Le diméthyle éther (DME), le biogazole et l'éthanol se sont avérés utilisables et efficaces comme carburant de remplacement de l'essence et du gazole. Des carburants gazeux sont aussi utilisés pour les automobiles. Les véhicules à gaz naturel comprimé (GNC) et à gaz de pétrole liquéfié (GPL) sont en train de gagner du terrain là où des programmes écologiques nationaux ont favorisé le développement de ces carburants, ce qui réduit d'autant les besoins en essence et en gazole.

26. À l'heure actuelle, l'accent est mis sur l'élaboration de moteurs et de véhicules de la nouvelle génération et sur leur commercialisation. Partout dans le monde, le cadre réglementaire a pour objectif une réduction importante des émissions de polluants atmosphériques classiques ainsi que de gaz à effet de serre. De plus, les investissements réalisés dans les technologies et les carburants de pointe ont ouvert la voie à la mise en service d'un parc de véhicules qui seront bien moins polluants et permettront d'économiser l'énergie.

27. Parmi ces progrès on peut noter la mise au point de moteurs perfectionnés compacts, légers et économes en carburant, appliquant des technologies d'injection optimisées et utilisant des carburants de substitution. À l'avenir les efforts porteront sur la mise au point de véhicules améliorés disposant de systèmes moteurs électrifiés: véhicules électriques, électriques hybrides et à piles à combustible. Le développement de batteries à longue durée de vie à forte énergie volumique et d'un coût raisonnable pour les véhicules à traction électrique (y compris véhicules hybrides, électriques et à piles à combustible) est un axe prioritaire pour les services de recherche automobile. Les progrès seront concentrés dans trois domaines de développement:

- a) Technologie moteur;
- b) Technologie véhicule;
- c) Technologie carburant.

28. Le parc automobile, qui est devenu nettement moins polluant au cours des trente dernières années, est sur le point de traverser une grande transformation grâce à l'effort soutenu en faveur de l'innovation et des investissements nécessaires pour la mise en production d'une nouvelle génération de véhicules.

## 2.1 Déterminants de la réglementation des véhicules éocompatibles

29. Dans le monde entier, les pays se préoccupent de plus en plus de la nécessité de réduire la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre et d'assurer leur sécurité énergétique, en réduisant les émissions dues aux transports. Les impératifs de protection de la santé publique, de l'environnement et de la sécurité énergétique sont des objectifs importants de la fixation des limites plus strictes imposées ces trente dernières années pour les émissions des véhicules. Ces mesures ont permis une importante réduction des polluants réglementés (notamment des particules, des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), des composés organiques volatils (VOC) et des polluants atmosphériques toxiques), associée à

une baisse sensible des décès prématurés, des hospitalisations et des jours de travail perdus<sup>9</sup>. Plus récemment, les préoccupations concernant l'impact des émissions de sources mobiles sur les changements climatiques ainsi que les impératifs d'économie d'énergie ont été des éléments clefs des programmes visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et essentiellement de dioxyde de carbone.

### 2.1.1 Réglementation des émissions des véhicules

30. Les véhicules aujourd'hui en circulation dans les pays ayant les limites d'émissions les plus strictes causent une pollution réduite de plus de 90 % par rapport à ceux des années 1970. Le progrès technique et l'application d'une approche systémique, consistant notamment à établir des normes de qualité des carburants<sup>10</sup> quant à leur teneur en plomb et en soufre pour permettre aux technologies évoluées de réduction des émissions de fonctionner correctement, ont favorisé la commercialisation de nouveaux équipements de manière à préserver les autres caractéristiques des véhicules tout en mettant en circulation un parc automobile moins polluant.

31. Comparer les limites d'émissions dans le monde présente un certain degré de complexité et de difficulté. Les règlements relatifs aux critères de réduction des émissions diffèrent en effet considérablement d'un pays à l'autre, non seulement en termes absolus, mais aussi dans la façon dont ils s'appliquent. Leur comparaison est particulièrement ardue, notamment du fait des différences suivantes:

- a) Cycles d'essai (différences et modifications);
- b) Catégorisation des véhicules;
- c) Entrée en vigueur des valeurs limites (par année et/ou région);
- d) Normes par type de carburant;
- e) Moyenne des émissions des parcs de véhicules, crédits, débits, moyenne de production et limites maximales, etc.;
- f) Définition de la durée de vie totale; et
- g) Types de polluants réglementés.

32. Dans l'Union européenne (UE), la réglementation en vigueur pour ce qui est des critères de réduction des émissions est la norme Euro 5. Des pays tels que l'Australie, la Chine, la Fédération de Russie et l'Inde introduisent progressivement des variantes des normes Euro selon des calendriers qui diffèrent en termes d'échéances et/ou en termes géographiques. Ces pays ont apporté d'autres modifications à ces normes, dont ils ont par exemple adapté la classification des véhicules pour qu'elle corresponde mieux à leurs marchés respectifs.

---

<sup>9</sup> Voir par exemple, le programme de la catégorie 2 de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis: [www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/wp29compendium/US\\_EPA\\_Tier2.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/wp29compendium/US_EPA_Tier2.pdf).

<sup>10</sup> Annexe 4: Principaux paramètres de la qualité des carburants commercialisés; Proposition de nouvelle annexe à la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3); Communication du Groupe de travail de la pollution et de l'énergie (ECE/TRANS/WP.29/2011/127, novembre 2011).

Tableau 1  
Normes Euro applicables aux véhicules à essence et à gazole (présentation simplifiée)

Norme	Carburant	Date (UE)	Norme (g/km)					
			CO	HC	HC+NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	MP	NP
Euro 3	Essence	2000	2,30	0,20	-	0,15	-	-
Euro 3	Gazole	2000	0,64	-	0,56	0,50	0,05	-
Euro 4	Essence	2005	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Euro 4	Gazole	2005	0,05	-	0,30	0,25	0,025	-
Euro 5	Essence	2011	1,0	0,10	-	0,06	0,005	-
Euro 5	Gazole	2011	0,50	-	0,23	0,18	0,005	6 x 10 <sup>11</sup>
Euro 6	Essence	2014	1,0	0,10	-	0,06	0,005	6 x 10 <sup>11</sup> (pour les moteurs IDE)
Euro 6	Gazole	2014	0,50	-	0,17	0,08	0,005	6 x 10 <sup>11</sup>

Source: [www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php](http://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php).

33. Le Japon et le Brésil ont établi leur propre réglementation assortie de ses propres calendriers de mise en œuvre progressive et mécanismes de contrôle. Le Japon applique un système de valeurs moyennes et de valeurs maximales dans lequel les premières font office de moyenne de production en grande série et les secondes de limite de production par véhicule ou par petite série. Les normes brésiliennes sont fondées sur celles de l'UE mais se basent sur un cycle d'essai aligné sur celui de la procédure d'essai fédérale FTP-75 des États-Unis d'Amérique.

34. Aux États-Unis d'Amérique, les normes fédérales s'appliquent à tous les véhicules, à l'exception de ceux vendus en Californie ou dans les États n'ayant pas adopté les normes californiennes. Promulguées par le California Air Resources Board, les normes californiennes s'appliquent à tous les véhicules vendus en Californie et dans les États ayant choisi d'adopter ces normes plutôt que les normes fédérales. Ces États sont actuellement au nombre de 13.

Tableau 2  
**Aperçu des normes d'émissions fédérales et californiennes applicables aux véhicules utilitaires légers (présentation simplifiée) Durée de vie utile totale**

		Normes (g/miles)					
		HCT	HCNM/ GONM	CO	NO <sub>x</sub>	MP	HCHO
<i>Fédérales</i>							
Phase 1 (essence)	Voiture, Utilitaire léger 1	-	0,31	4,2	0,6	0,10	-
	Utilitaire léger 2	0,80	0,80	5,5	0,97	0,10	-
Phase 2, niveau d'homologation 5	Tous les véhicules	-	0,090	4,2	0,07	0,01	0,018
<i>Californiennes</i>							
LEV 1	Voiture, LDT	-	0,090	4,2	0,3	0,08	0,018
	LDT2	-	0,130	5,5	0,5	0,10	0,023
LEV 2	Tous les véhicules	-	0,090	4,2	0,07	0,01	0,018
ULEV2	Tous les véhicules	-	0,055	2,1	0,07	0,01	0,011
SULEV	Tous les véhicules	-	0,010	1	0,02	0,01	0,004

Source: dieselnets.com/standards/us.

Les utilitaires légers de la catégorie 1 sont les utilitaires dont le poids en charge équivaut ou est inférieur à 3 750 lb (1 691 kg). Les utilitaires légers de la catégorie 2 sont les utilitaires dont le poids en charge est supérieur à 3 750 lb.

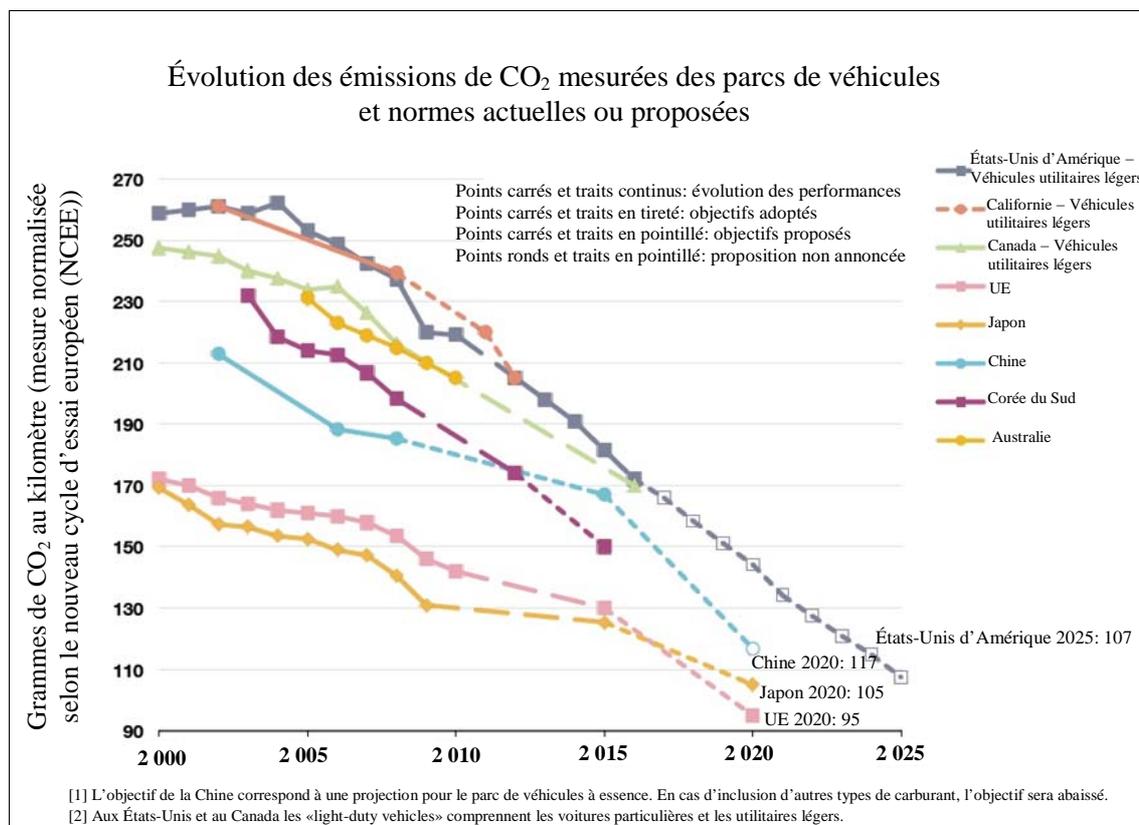
La durée de vie utile totale est généralement de 100 000 ou 120 000 miles (160 000 ou 193 000 km).

35. Les normes fédérales dites de la phase 2 se composent d'un certain nombre de niveaux d'homologation. Les constructeurs automobiles peuvent opter pour différents niveaux pour un ensemble de véhicules divers afin de satisfaire à la norme d'émissions moyennes d'oxydes d'azote pour leur parc de véhicules. Cette norme correspond au niveau d'homologation 5. Les normes fédérales comportent également trois procédures d'essai fédérales complémentaires assorties de normes applicables en matière de fonctionnement à grande vitesse et sous forte charge ainsi qu'à température ambiante élevée avec usage de la climatisation. Ces normes s'ajoutent aux normes applicables en ce qui concerne le fonctionnement à basse température et les émissions par évaporation. Les normes californiennes ont dans l'ensemble une structure similaire à celle des normes fédérales, mais se composent de niveaux différents, souvent plus sévères. La Californie exige en outre qu'une partie du parc de véhicules des constructeurs soit homologuée selon une norme de zéro émission, la norme ZEV pour *Zero Emission Vehicle* (véhicule à émissions nulles).

### 2.1.2 Réglementation des émissions d'équivalent CO<sub>2</sub> et de la consommation

36. Les objectifs ambitieux qui ont été fixés en matière de réduction des émissions d'équivalent CO<sub>2</sub> et de réduction de la consommation de carburant au cours des quinze prochaines années s'inscrivent dans le prolongement des efforts énergiques déployés par les autorités de réglementation pour ouvrir la voie à la mise sur le marché de technologies visant à protéger la santé publique et à renforcer la sécurité énergétique. Les objectifs fixés sont le reflet d'une application de plus en plus large de ces technologies de pointe et des carburants de substitution. La figure ci-après atteste de l'apparition quotidienne sur le marché de véhicules moins polluants et du fait que cette évolution promet de se poursuivre.

Figure 1  
Émissions de CO<sub>2</sub> des parcs de véhicules et normes (2000-2025<sup>11</sup>)



37. On trouvera dans la section ci-après du présent document une présentation de la palette de technologies qui arrivent actuellement sur le marché, qui permettront au progrès de se poursuivre.

## 2.2 Technologies innovantes applicables aux véhicules

### 2.2.1 Technologies en matière de moteurs

38. Les moteurs à combustion interne classiques qui équipent aujourd'hui les véhicules de transport sont des moteurs à deux ou quatre temps à essence, à gazole, à éthanol ou à GNC. Les moteurs à essence, à éthanol ou à GNC sont à allumage commandé et le plus souvent à injection indirecte dans l'admission ayant des taux de compression d'environ 10:1. Ils utilisent une sonde à oxygène et un catalyseur trifonctionnel pour réduire les émissions de polluants réglementés. Les moteurs diesel sont généralement à turbocompression et à injection directe, avec un taux de compression d'environ 17:1.

<sup>11</sup> Conseil international pour des transports propres (ICCT), Global Comparison of Light-Duty Vehicle Fuel Economy/GHG Emissions Standards. Disponible à l'adresse suivante: [http://theicct.org/sites/default/files/ICCT\\_PVStd\\_Aug2011\\_web.pdf](http://theicct.org/sites/default/files/ICCT_PVStd_Aug2011_web.pdf).

39. Les moteurs à deux temps ont connu pendant tout le XX<sup>e</sup> siècle une très large utilisation sur les motocycles et les engins de petite cylindrée ainsi que certains camions, des voitures, des tracteurs et un grand nombre de navires. Cette popularité était essentiellement due à leur conception simple, à leur légèreté, à leur puissance spécifique élevée et à leur facilité d'entretien. Les véhicules formant le parc actuel de véhicules à deux ou trois roues en Inde et dans d'autres pays asiatiques sont dans leur majeure partie équipés de moteurs à deux temps à essence. Le moteur à deux temps a pour principal inconvénient un niveau élevé d'émissions, en particulier de particules et d'hydrocarbures dus à des résidus de lubrifiant et d'essence imbrûlés, ainsi qu'une consommation relativement importante de carburant. Plusieurs mesures ont été prises pour diminuer la pollution causée par les moteurs à deux temps, dont la réduction de la teneur en soufre des carburants, le perfectionnement des systèmes d'injection et de traitement aval et l'utilisation de carburants gazeux (GPL ou GNC). Il n'en demeure pas moins qu'en raison de l'instauration de normes d'émissions de plus en plus sévères au fil des ans, les moteurs à deux temps sont progressivement remplacés par des moteurs à quatre temps, qui émettent moins de polluants.

40. Les pratiques de traitement aval des gaz d'échappement des moteurs diesel vont de l'absence d'un tel traitement jusqu'à des dispositifs complexes composés de catalyseurs, de filtres à particules et/ou de systèmes de réduction catalytique sélective à injection de réducteurs tels que l'urée. Dans le document public le plus récent publié sur cette question, l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis d'Amérique (EPA) et le Département américain des transports procèdent à un examen approfondi des technologies existantes en vue de l'élaboration d'un projet de réglementation, l'objectif étant de réduire les gaz à effet de serre tout en maintenant de stricts critères de réduction des autres polluants. La liste ci-après n'a pas pour but d'être exhaustive mais de dresser un tableau représentatif des technologies les plus efficaces au regard du coût qui peuvent être mises à profit pour réduire encore les émissions de polluants et de gaz à effet de serre des véhicules.

#### 2.2.1.1 Technologies évoluées pour moteurs à allumage commandé

41. Les technologies évoluées pour moteurs à allumage commandé, dont certaines équipent divers produits depuis quelques années déjà, commencent à se répandre sur le marché.

42. La turbocompression est utilisée depuis de nombreuses années pour augmenter la puissance du moteur par accroissement du flux d'air dans le moteur. Si la cylindrée du moteur est parallèlement réduite de manière à maintenir la même puissance et les mêmes performances, le moteur offre un meilleur rendement du fait de pertes par pompage réduites à charges plus faibles. Le gain dépend du niveau de suralimentation et de l'emploi d'autres technologies telles que le recyclage des gaz d'échappement et l'injection directe. La société d'ingénierie-conseil Ricardo Inc. estime que d'ici à 2020-2025, les moteurs de pointe devraient être équipés de turbocompresseurs perfectionnés capables d'augmenter la pression de la charge d'admission d'une valeur pouvant aller jusqu'à 3 bars, ce qui permettrait de réduire de plus de 50 % la cylindrée des moteurs<sup>12</sup>.

43. L'injection directe est un procédé par lequel le carburant est directement injecté dans la chambre de combustion du moteur à très haute pression. Ce système améliore le refroidissement de la charge air-carburant dans la chambre de combustion, ce qui permet des taux de compression plus élevés et un meilleur rendement thermodynamique. Combiné à des niveaux élevés de turbocompression, il améliore considérablement l'agrément d'utilisation et la réponse à l'accélérateur, rendant le moteur plus réactif et supprimant le délai de réponse du turbocompresseur.

<sup>12</sup> EPA, «Project Report: Computer Simulation of Light-Duty Vehicle Technologies for Greenhouse Gas Emission Reduction in the 2020-2025 Timeframe», contrat n° EP-C-11-007, mandat 0-12.

44. Le recyclage des gaz d'échappement accroît la quantité de gaz d'échappement recyclés dans le moteur, ce qui améliore le rendement thermique et réduit les pertes par pompage. Si cette technologie est appliquée depuis de nombreuses années sur les moteurs pour réduire la consommation de carburant, elle peut aussi être utilisée à un taux élevé dans les moteurs fortement suralimentés pour en améliorer le rendement.

45. Les moteurs essence à mélange pauvre peuvent afficher une consommation de carburant encore plus faible par réduction de la richesse à faible charge. Il en résulte toutefois des émissions accrues d'oxydes d'azote, ce qui appellerait des mesures adéquates pour les atténuer.

46. Des technologies de commande des soupapes telles que la levée variable des soupapes et la distribution à calage variable équipent déjà depuis un certain nombre d'années certains moteurs classiques, mais elles devraient à l'avenir devenir encore plus répandues. Des moteurs sans arbre à cames sont également en cours de mise au point. Ils permettront une flexibilité presque totale dans la gestion des soupapes et peut-être aussi la suppression du papillon de gaz. Ces technologies de distribution variable augmentent le rendement des moteurs en optimisant le flux d'air d'admission dans une plus large plage de fonctionnement. Certains moteurs utiliseront la désactivation de cylindres pour réduire la cylindrée en neutralisant certains cylindres aux faibles charges.

47. Diverses technologies de réduction des frottements, notamment l'emploi de lubrifiants améliorés et des caractéristiques de conception des moteurs réduisant les pertes par frottement, tels que des roulements, revêtements et techniques évoluées de gestion thermique, devraient aussi jouer un rôle dans l'amélioration future du rendement des moteurs.

48. Les technologies pour moteurs à allumage commandé mentionnées sont adaptées aux moteurs à essence, à alcool (éthanol, méthanol), à gaz naturel (comprimé ou liquéfié) ou à propane. Assez souvent, des constructeurs automobiles commercialisent des moteurs pouvant fonctionner avec plusieurs types de carburant. Si les carburants peuvent être mélangés dans le réservoir, le véhicule est qualifié de véhicule polycarburant. Si les carburants sont stockés dans des réservoirs séparés, il est qualifié de véhicule bicarburant (ou tricarburant, etc.). Les véhicules polycarburant sont habituellement conçus pour fonctionner avec un mélange d'essence et d'éthanol et les véhicules bicarburant avec un mélange de GNC ou de propane et d'essence. Tout en permettant une diversification des carburants, le fonctionnement avec un carburant de substitution permet d'obtenir certains gains en rendement. Par exemple, les alcools ont un effet plus fort de refroidissement de la charge que l'essence, de sorte que les moteurs à alcool peuvent afficher des taux de compression plus élevés et un meilleur rendement. Le GNC a un indice d'octane élevé et peut donc lui aussi permettre des taux de compression plus importants.

#### 2.2.1.2 Technologies évoluées pour moteurs à allumage par compression

49. Les moteurs diesel reprennent bon nombre des technologies et caractéristiques dont il est question plus haut. Fonctionnant en régime pauvre dans la plupart des conditions, ils sont généralement à turbocompression. Les moteurs diesel affichent de faibles pertes par pompage grâce à l'absence de papillon de gaz (ou à un système causant un étranglement réduit) et utilisent un cycle de combustion comportant un taux de compression plus élevé. Ils utilisent également l'injection directe. Toutefois, parce qu'ils fonctionnent en régime pauvre, les moteurs diesel émettent une plus grande quantité d'oxydes d'azote que les moteurs à essence en conditions stœchiométriques de même qu'une plus grande quantité de particules, en particulier aux puissances élevées, où une richesse suffisante est nécessaire, ce qui peut causer des émissions de fumée. Les chercheurs continuent de perfectionner les technologies appliquées aux moteurs diesel tout en réduisant les émissions de ces moteurs. Parmi les technologies à l'étude, on peut citer l'augmentation de la pression d'injection

couplée à des programmes de gestion évolués et à des systèmes de mise en température du moteur améliorés.

50. L'auto-allumage par compression (HCCI) est une technologie en cours de mise au point qui vise à tirer parti des avantages en rendement propres au moteur diesel résultant de son taux de compression élevé et ses faibles pertes par pompage tout en réduisant les émissions d'oxydes d'azote et en permettant de consommer un plus large choix de carburants, comme par exemple l'essence. Il est toutefois difficile de maintenir et de maîtriser la combustion à auto-allumage par compression sur l'ensemble de la plage de fonctionnement du moteur, car cela requiert des détecteurs et stratégies de gestion du moteur très élaborés. L'éventualité la plus probable est que l'auto-allumage à l'avenir soit utilisé comme mode spécial de fonctionnement dans le cadre d'un régime de combustion plus classique pour le reste de la plage de fonctionnement du moteur.

#### 2.2.1.3 Autres technologies relatives aux moteurs

51. Le système arrêt-démarrage automatique coupe automatiquement le moteur à l'arrêt du véhicule et le relance dès que le conducteur lâche le frein ou appuie sur l'accélérateur, ce qui évite que le moteur ne tourne inutilement. Ce système peut utiliser une version améliorée du démarreur de série du véhicule ou un alerno-démarrateur à entraînement par courroie en remplacement du démarreur de série.

Tableau 3

#### **Efficacité estimée de certaines technologies pour moteurs<sup>13</sup>**

<i>Technologie</i>	<i>Valeur basse Valeur haute</i>	
	<i>Pourcentage</i>	
Turbocompression et réduction de la cylindrée du moteur couplées à l'injection directe et au recyclage des gaz d'échappement	16	26
Distribution variable	2	7
Désactivation de cylindres	5	6,5
Réduction des frottements	0,5	5
Moteurs diesel de pointe (conversion de moteurs à essence ou équivalent)	19	22
Arrêt-démarrage automatique	2	2,5

#### 2.2.1.4 Technologies de traitement aval des gaz d'échappement

52. La sévérité des normes d'émission a obligé à équiper les véhicules de divers dispositifs de traitement aval des gaz d'échappement. Parmi les technologies existantes, on peut citer le convertisseur catalytique bi-, tri- ou quadrifonctionnel avec ou sans système de contrôle en boucle fermée, le filtre à particules diesel, le filtre à régénération continue, le piège à oxydes d'azote, le recyclage des gaz d'échappement à l'état chaud ou à l'état froid et la réduction catalytique sélective. Ces technologies sont appliquées en combinaisons diverses pour permettre aux véhicules de satisfaire à des normes d'émissions très strictes.

<sup>13</sup> EPA, Draft Regulatory Impact Analysis: Proposed Rulemaking for 2017-2025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 1. Disponible à l'adresse suivante: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf).

53. Le recyclage à des taux divers des gaz d'échappement réduit efficacement les émissions d'oxydes d'azote, mais entraîne une augmentation des émissions de particules, qui peut être combattue par l'utilisation d'un filtre à particules diesel et d'un filtre à régénération continue. Le recyclage des gaz d'échappement à froid a l'avantage de réduire cette augmentation par abaissement de la température maximale de combustion. Dans le cadre d'un fonctionnement normal, il est souhaitable que le degré d'ouverture de la vanne de recyclage des gaz d'échappement soit proportionnel à l'ouverture des gaz.

54. Le catalyseur trifonctionnel représente le type de catalyseur le plus couramment utilisé pour réduire les émissions provenant des moteurs à essence. Il comporte un substrat en céramique ou en métal pourvu d'un revêtement actif composé d'alumine, de cérium et d'autres oxydes ainsi que de combinaisons de métaux précieux (platine, palladium et rhodium). Les catalyseurs trifonctionnels fonctionnent dans un système en boucle fermée comprenant une sonde lambda ou sonde à oxygène pour régler le rapport air/carburant sur les moteurs à essence. Ils permettent d'oxyder simultanément le monoxyde de carbone et les hydrocarbures en dioxyde de carbone et en eau tout en réduisant les oxydes d'azote en azote. Un catalyseur trifonctionnel peut offrir une efficacité proche de 99 % dans des conditions idéales où les gaz à traiter sont étroitement contrôlés par un système en boucle fermée de réglage de la richesse associé à des sondes à oxygène en amont et en aval du catalyseur.

55. Le catalyseur à oxydation diesel reste une technologie clef pour les moteurs diesel, dont les gaz d'échappement, du fait de leur teneur élevée en oxygène, empêchent l'utilisation d'un catalyseur trifonctionnel. Les catalyseurs de ce type réduisent les émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures et réduisent en outre la masse des émissions de particules par les moteurs diesel en oxydant une partie des hydrocarbures adsorbés sur les particules de carbone. Tous les nouveaux moteurs diesel qui équipent les voitures particulières, les véhicules utilitaires légers, les poids lourds et les autobus sont aujourd'hui dotés de catalyseurs à oxydation diesel. Ces derniers peuvent aussi être utilisés en combinaison avec des pièges à oxydes d'azote, des filtres à particules diesel ou des systèmes de réduction catalytique sélective.

56. La réduction catalytique sélective fait appel à un réducteur (à savoir généralement l'ammoniac, ou un dérivé comme l'urée) injecté de manière continue dans le flux des gaz d'échappement en amont du catalyseur. Dans le catalyseur, l'ammoniac se lie aux oxydes d'azote pour former du dioxyde d'azote et de l'eau. L'urée est usuellement injectée dans une proportion équivalant à 3 à 4 % du carburant consommé. L'efficacité de la réduction catalytique sélective peut être supérieure à 95 %.

57. Les filtres à particules diesel sont aujourd'hui utilisés pour satisfaire aux normes Euro 5 et 6, fixant un critère précis en ce qui concerne le nombre de particules. Leur efficacité peut atteindre 99 %, voire plus. Ainsi qu'il ressort des études expérimentales, la combinaison d'un catalyseur d'oxydation diesel et d'un filtre à particules diesel constitue la solution la plus efficace pour limiter la quantité de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et de particules émises, le catalyseur d'oxydation augmentant la température des gaz d'échappement à l'entrée du filtre à particules pour favoriser la régénération.

58. Le choix optimal entre différentes technologies de traitement aval des gaz d'échappement et leurs combinaisons dépend du type de moteur et du comportement de celui-ci en matière d'émissions. L'amélioration continue des substrats et de leur revêtement en métaux nobles, des systèmes de gestion électroniques et de la qualité des carburants (soufre et plomb) constituent également des paramètres importants de la mise en œuvre de ces technologies en vue de satisfaire à des normes d'émissions très sévères.

### 2.2.2 Technologies en matière de transmission

59. À l'instar des technologies pour moteurs dont il est question ci-dessus, plusieurs technologies évoluées en matière de transmission sont aujourd'hui en production et devraient à l'avenir faire de nouvelles percées sur le marché.

60. Il n'y a pas si longtemps, la transmission automatique à trois rapports constituait la norme dans le monde entier, avant que la transmission à quatre rapports ne s'impose. Aujourd'hui, les transmissions automatiques à cinq et six rapports effectuent une percée majeure sur le marché tandis que celles à sept, huit, voire neuf rapports y arrivent. Avec une transmission ayant un nombre de rapports plus élevé, le moteur peut fonctionner plus souvent dans sa plage efficace. En outre, des rapports de transmission plus nombreux peuvent améliorer les performances des voitures de moindre puissance et plus économes, tout en abaissant le régime du moteur en marche à vitesse constante. Il convient de noter que si le nombre de rapports de démultiplication continue de croître, les gains vont en diminuant, la transmission tendant à se rapprocher en fait d'une transmission à variation continue.

61. En production depuis quelque temps, les transmissions à variation continue offrent la possibilité de faire fonctionner les moteurs dans leur plage de fonctionnement optimal quelles que soient les conditions. La plupart des modèles comportent une courroie et un système de poulies de diamètre variable à roues mobiles. D'autres reposent sur des approches différentes, notamment des systèmes toroïdaux. Très souvent les modèles de transmission à variation continue offrent un éventail de rapports de démultiplication très étendu en comparaison avec les transmissions automatiques classiques, ce qui améliore les performances des véhicules de faible puissance et offre un excellent potentiel d'économie de carburant, en particulier dans la conduite en ville.

62. La transmission manuelle automatisée, et surtout la transmission à double embrayage, plus répandue, sont disponibles sur le marché depuis plusieurs années et gagnent du terrain. Ces deux types de transmission combinent le rendement propre à une transmission manuelle classique avec des systèmes de changement de rapport automatisés et un embrayage de lancement, de sorte qu'ils se conduisent comme une transmission automatique. Ils font l'économie du convertisseur de couple et reproduisent à peu de choses près le comportement d'une transmission manuelle actionnée par un conducteur expérimenté, tout en maintenant une basse consommation.

63. D'autres perfectionnements apportés aux transmissions peuvent en améliorer le rendement. Les transmissions de quelque type que ce soit peuvent ainsi être dotées de systèmes de commande améliorés et de systèmes d'optimisation du changement des rapports, qui peuvent être utilisés pour maximiser le rendement du moteur dans toutes les conditions d'utilisation. Ces systèmes de commande peuvent également servir à adapter la transmission aux conditions de circulation ou au comportement du conducteur. Certains types de transmission peuvent également être dotés de stratégies améliorées de pontage du convertisseur de couple pour prolonger la durée d'activation de ce dispositif d'économie de carburant. Des techniques de réduction des frottements et des caractéristiques de conception appropriées sont en outre applicables à tous les types de transmission pour réduire les pertes par frottement.

64. À mesure que le système moteur et les systèmes de commande de transmission gagnent en perfectionnement et en rendement et que les préoccupations environnementales ainsi que le coût du carburant pèsent plus lourd, les transmissions manuelles classiques sont appelées de plus en plus souvent à être remplacées par des transmissions automatisées.

Tableau 4  
**Gain en efficacité estimé apporté par certaines technologies en matière de transmission**<sup>14</sup>

<i>Technologie</i>	<i>Valeur basse</i>	<i>Valeur haute</i>
	<i>Pourcentage</i>	
Transmission automatique à cinq rapports (en comparaison avec une transmission à quatre rapports)	1	1,5
Transmission automatique à six rapports (en comparaison avec une transmission à quatre rapports)	2	2,5
Transmission à double embrayage à sec à six rapports (en comparaison avec une transmission automatique à quatre rapports)	6,5	8
Logique de changement de rapport plus efficace	2	7
Boîte de vitesses à haut rendement	4	5,5

### 2.2.3 Hybridation et électrification

65. L'électrification du groupe moto-propulseur offre la possibilité de considérablement augmenter le rendement des véhicules en tirant parti de certains avantages propres aux moteurs et batteries électriques. Parmi ces avantages, on peut citer leur capacité à récupérer l'énergie normalement perdue en chaleur lors du freinage et leur couple très élevé à 0 tr/min, qui en fait de parfaits dispositifs d'aide au démarrage.

66. Les véhicules électriques hybrides associent un moteur classique à un moteur et une batterie électriques (accompagnés de leur nécessaire système de commande) avec soit une transmission classique telle qu'une transmission automatique, soit une transmission hybride spécialement conçue pour ce type de motorisation, communément désignée sous le nom de mécanisme de répartition de la puissance. Il est possible de mettre au point un grand nombre de configurations différentes pour ces véhicules par combinaison de moteurs et d'embrayages et même d'essieux électriques permettant une propulsion hybride à quatre roues motrices. Les véhicules hybrides peuvent être équipés d'un moteur unique, de moteurs multiples, de moteurs intégrés à la transmission ou de moteurs séparés. Ils intègrent un système arrêt-démarrage automatique ainsi qu'un système d'assistance électrique et un système de freinage à récupération, mais, sur tous les hybrides, toute l'énergie consommée provient en définitive du réservoir de carburant.

67. Ces véhicules peuvent de façon générale être classés de manière officielle en deux catégories: véhicules semi-hybrides à faible niveau d'hybridation et véhicules hybrides (à fort niveau d'hybridation). Les véhicules semi-hybrides sont le plus souvent équipés de moteurs électriques et batteries de petite puissance ne fournissant qu'une très modeste assistance électrique peut-être tout juste suffisante pour les faire avancer à basse vitesse sur de petites distances dans une circulation au pas. Certains modèles utilisent une version améliorée d'alternateur-démarrage à entraînement par courroie tel qu'utilisé dans un système arrêt-démarrage instantané. Les véhicules hybrides à fort niveau d'hybridation disposent, eux, d'une importante assistance électrique et peuvent récupérer une grande quantité de l'énergie de freinage. Il n'a pas encore été défini de valeurs seuils officielles permettant de caractériser un véhicule comme un véhicule semi-hybride ou hybride.

<sup>14</sup> EPA, Draft Regulatory Impact Analysis: Proposed Rulemaking for 2017-2025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 1. Disponible à l'adresse suivante: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf).

68. Les véhicules électriques hybrides à recharge extérieure ont les mêmes caractéristiques et avantages que les véhicules électriques hybrides, dont il est question ci-dessus, mais ils sont en outre dotés d'un système permettant de recharger directement la batterie depuis une source électrique telle que le réseau électrique local. Ils sont généralement équipés de plus grosses batteries que les véhicules électriques hybrides afin de tirer parti de l'électricité du réseau pour la propulsion. L'autonomie en mode de fonctionnement sur batterie uniquement est usuellement appelée autonomie en tout électrique et dépend de la capacité de la batterie. Les moteurs électriques plus petits dont sont équipés certains modèles de véhicule électrique hybride à recharge extérieure peuvent ne pas avoir la capacité de fonctionner seuls à des niveaux de puissance plus élevés et ils sont par conséquent utilisés avec l'électricité stockée pour fournir un appoint au moteur classique en mode mixte. Une fois que le surplus d'électricité emmagasinée a été consommé et que la batterie est tombée à un niveau minimal de charge, le véhicule repasse en mode électrique hybride jusqu'à recharge complète de la batterie.

69. Les véhicules électriques purs fonctionnent exclusivement avec l'électricité prélevée par approvisionnement sur le réseau. Dans ce type de véhicule, le moteur classique est remplacé par un ou plusieurs moteurs électriques et un bloc-batterie dimensionnés de façon à pouvoir fournir leurs performances maximales pour une autonomie donnée. L'autonomie réelle d'un véhicule électrique pur peut considérablement varier en fonction des conditions de circulation, du style de conduite, des conditions météorologiques et des exigences des passagers en matière de confort telles que le chauffage et la climatisation.

Tableau 5

**Comparaison entre les véhicules classiques, les véhicules électriques hybrides, les véhicules électriques hybrides à recharge extérieure et les véhicules électriques purs<sup>15</sup>**

Caractéristique	Taux d'électrification croissant			
	Véhicules classiques	Véhicules électriques hybrides	Véhicules électriques hybrides à recharge extérieure	Véhicules électriques purs
Mode de propulsion	Thermique	Mixte Thermique/ Électrique	Mixte Thermique/ Électrique	Électrique
Cylindrée	Non réduite	Non réduite ou moyennement réduite	Moyennement réduite ou fortement réduite	s.o.
Autonomie électrique	s.o.	Inexistante à très limitée	Limitée à moyenne	Moyenne à grande
Charge de la batterie	s.o.	Interne	Réseau/Interne	Réseau uniquement

<sup>15</sup> EPA, National Highway Traffic Safety Administration, Draft Joint Technical Support Document: Proposed Rulemaking for 2017-2025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 3. Disponible à l'adresse suivante: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11901.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11901.pdf).

70. Les avantages qu'offre l'électrification du point de vue de l'environnement dépendent largement de la classe du véhicule, de la capacité de la batterie et de la cylindrée ainsi que de l'utilisation qu'il est prévu de faire du véhicule, dont la part de conduite en milieu urbain et en milieu extra-urbain. D'une façon générale, les véhicules électriques hybrides et les véhicules électriques hybrides à recharge extérieure affichent d'excellentes performances en circulation très dense, car leur moteur à combustion interne ne tourne pas inutilement et ils peuvent avancer à faible vitesse sans démarrage de celui-ci. Ils récupèrent en outre l'énergie de freinage lors de la décélération. Dans le cas de longs trajets en milieu extra-urbain, les avantages offerts par l'hybridation sont moindres tout en restant très sensibles du fait de la réduction de la cylindrée du moteur et d'un certain degré de récupération.

71. [Le rendement d'un véhicule électrique hybride à recharge extérieure se mesure à l'aide d'un facteur d'utilité, qui correspond au pourcentage de temps pendant lequel le véhicule devrait fonctionner en mode électrique<sup>16</sup> compte tenu du cycle d'essai prévu. Par définition, le facteur d'utilité d'un véhicule classique ou hybride est de 0 puisqu'il ne fonctionne jamais avec de l'électricité tirée du réseau public et celui d'un véhicule électrique pur est de 1 puisqu'il ne fonctionne qu'avec de l'électricité tirée du réseau public. À titre d'exemple simplifié, si un véhicule électrique hybride à recharge extérieure a un facteur d'utilité de 0,4, cela signifie qu'il devrait fonctionner 40 % du temps en mode électrique et 60 % en mode électrique hybride, la consommation de carburant étant égale à la moyenne pondérée de la consommation sur ces deux modes. La Society of Automotive Engineers définit une méthode de calcul du facteur d'utilité dans sa norme J1711<sup>17</sup>. Cette norme a été élaborée sur la base des cycles d'essai normalisés de mesure des émissions appliqués par les États-Unis d'Amérique, mais ses auteurs ont veillé à ce qu'elle soit adaptable à d'autres cycles.]

Tableau 6

**Efficacité estimée de certaines technologies relatives aux véhicules à propulsion électriques<sup>18</sup>**

Technologie	Valeur basse	Valeur haute
	Pourcentage	
Véhicule électrique semi-hybride (système hybride uniquement)	7	8
Véhicule électrique hybride (système hybride uniquement)	8	16
Véhicule électrique hybride à recharge extérieure avec autonomie de 20 miles (32 km)	40	40
Véhicule électrique pur	100	100

<sup>16</sup> Un véhicule électrique hybride à recharge extérieure peut fonctionner selon trois modes différents: en mode électrique, il fonctionne exclusivement avec l'électricité tirée du réseau public et emmagasinée dans la batterie, à l'instar d'un véhicule électrique pur. En mode hybride (également appelé mode de maintien de la charge), le véhicule électrique hybride à recharge extérieure fonctionne comme un véhicule hybride avec peu, voire pas de variation du niveau de charge de la batterie. C'est le mode utilisé lorsque le surplus d'électricité tirée du réseau public et emmagasinée dans la batterie est épuisé. En mode mixte, le véhicule électrique hybride à recharge extérieure utilise en partie l'énergie électrique tirée du réseau public et stockée à bord et en partie l'énergie provenant du moteur. Le mode mixte permet d'optimiser la consommation d'énergie et de réduire la taille de la batterie.

<sup>17</sup> [http://standards.sae.org/j1711\\_201006](http://standards.sae.org/j1711_201006).

<sup>18</sup> EPA, Draft Regulatory Impact Analysis: Proposed Rulemaking for 2017-2025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 1. Disponible à l'adresse suivante: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf).

72. Les véhicules à propulsion électrique commencent depuis quelques années à pénétrer sur le marché, mais cette pénétration est lente. Un obstacle majeur est le coût des batteries, qui devrait toutefois considérablement baisser ces prochaines années<sup>19</sup> et grandement améliorer tant le rapport coût-avantage que l'accessibilité de ces véhicules pour le consommateur.

73. Un autre facteur qui influera sur l'attrait commercial des véhicules électriques est la disponibilité de structures de recharge. Dans la plupart des cas, ces véhicules seront rechargés pendant la nuit au domicile des détenteurs. Ceux-ci devront pouvoir bénéficier d'un accès fiable à l'électricité à l'endroit où ils parquent leur véhicule. Des structures publiques qui permettent de recharger les véhicules en journée seront également souhaitables, mais les fournisseurs d'électricité pourront dans certains cas être réticents à alimenter en courant les véhicules électriques durant les périodes de forte consommation. Enfin, il convient de prendre en compte le type de combustible utilisé pour la production d'énergie électrique. Dans le cas d'une électricité produite exclusivement avec du charbon dans une usine peu performante et/ou transportée au moyen d'un système de distribution inefficace, un véhicule électrique peut être en fin de compte plus polluant qu'un véhicule hybride moderne à haut rendement<sup>20</sup>.

#### 2.2.4 Véhicules à pile à combustible

74. Les véhicules électriques à pile à combustible font l'objet d'une grande attention et d'importants efforts de développement de la part des constructeurs automobiles du fait de la promesse d'une meilleure autonomie que celle des véhicules électriques purs, de l'absence totale de gaz d'échappement et d'un ravitaillement rapide. Une pile à combustible embarquée produit de l'électricité directement par la réaction de l'hydrogène avec l'oxygène, dont il ne résulte que de l'eau pure. À d'autres égards, un véhicule électrique à pile à combustible est un véhicule électrifié, mais au lieu d'être alimenté par recharge de la batterie, il est ravitaillé en hydrogène.

75. Des progrès importants ont été accomplis ces dernières années dans la mise au point des piles à combustible, les constructeurs automobiles du monde entier annonçant le début de la production en série de véhicules à pile à combustible pour les environs de 2015. Le coût des systèmes de pile à combustible doit toutefois encore être réduit pour permettre une diffusion de masse sur le marché. En outre, la production et la distribution de l'hydrogène devront être développées encore. La production d'hydrogène par l'utilisation de gaz naturel comme produit de départ est une technologie éprouvée et elle permet déjà de considérables réductions des émissions de gaz à effet de serre du puits jusqu'aux roues en comparaison avec les technologies en place. La production d'hydrogène à grande échelle à partir de sources d'énergie renouvelables devra elle aussi être développée pour maximiser le potentiel d'utilisation des véhicules à pile à combustible.

---

<sup>19</sup> Département américain de l'énergie, Argonne National Laboratory, Modeling the Performance and Cost of Lithium-Ion Batteries for Electric-Drive Vehicles, ANL-11/32, septembre 2011. Disponible à l'adresse suivante: [www.cse.anl.gov/batpac/about.html](http://www.cse.anl.gov/batpac/about.html).

<sup>20</sup> Département américain de l'énergie, Oak Ridge National Laboratory, Potential Impacts of Plug-In Hybrid Electric Vehicles on Regional Power Generation, janvier 2008, ORNL/TM-2007/150. Disponible à l'adresse suivante: [www.ornl.gov/info/ornlreview/v41\\_1\\_08/regional\\_phev\\_analysis.pdf](http://www.ornl.gov/info/ornlreview/v41_1_08/regional_phev_analysis.pdf).

### 2.3 Progrès réalisés dans les technologies des véhicules autres que celles du groupe moto-propulseur

76. Comme dans le cas des technologies des moteurs et de la transmission, de nombreuses innovations font leur apparition dans d'autres secteurs de la technologie des véhicules. Une bonne partie d'entre elles sont déjà en application aujourd'hui sous diverses formes et ce processus d'introduction et de perfectionnement se poursuivra à l'avenir. Les améliorations aérodynamiques et la réduction du poids sont deux exemples de ces technologies appelées à un développement continu.

77. Les caractéristiques aérodynamiques sont de plus en plus importantes dans tous les segments du marché, elles ont une importance particulière dans le cas des véhicules appelés à circuler aux vitesses élevées, cas où les pertes aérodynamiques sont les plus grandes. Les progrès des techniques de modélisation et d'essai informatisé des nouveaux véhicules permettent aux constructeurs d'optimiser et d'affiner les caractéristiques aérodynamiques du véhicule à un stade plus précoce et de manière plus efficace dans le processus de conception, ce qui permet des gains de plus en plus sensibles. Les constructeurs recourent en outre à des systèmes actifs d'amélioration aérodynamique sur leurs véhicules tels que les volets de calandre automatiques et les systèmes actifs de réglage de la garde au sol qui permettent de réduire les pertes aérodynamiques aux vitesses élevées. Par contre, il subsiste des obstacles à l'amélioration aérodynamique des véhicules, qui sont souvent des facteurs de mode. Certains marchés préfèrent pour les véhicules l'aspect camion et/ou des roues de grandes dimensions, facteurs qui peuvent nuire à l'efficacité aérodynamique.

78. Les constructeurs ont également beaucoup progressé en matière de réduction du poids. Les instruments de conception informatisés ainsi que l'usage de nombreux alliages nouveaux d'acier et d'aluminium ont permis aux constructeurs de mettre au point des véhicules de plus en plus légers tout en maintenant les niveaux de sécurité et de performances. Le magnésium, les matières plastiques et les matériaux composites, y compris les fibres de carbone, ainsi que d'autres matériaux joueront un rôle de plus en plus important en tant que moyens de réduire la masse du véhicule et d'en améliorer le rendement. Une règle empirique généralement admise est que pour toute réduction de 10 % de la masse, on obtient une réduction de 6 % de la consommation du véhicule. Avec l'allègement des véhicules, des composants tels que les freins, les roues et les éléments de propulsion peuvent aussi être allégés, ce qui contribue encore à la réduction totale de la masse. Une étude effectuée en 2010 par l'entreprise Lotus Engineering indique que d'ici à 2017-2020, il devrait être possible de parvenir à une réduction de masse de 21 à 38 %, pour un surcroît de coût faible à modéré<sup>21</sup>. D'autres études toutefois ont conclu à des possibilités de gains un peu moindres<sup>22</sup>.

79. Les fabricants de pneus réalisent eux aussi des progrès constants dans la réduction de la résistance aux roulements, tout en maintenant des niveaux élevés de longévité, de traction et de confort. Ces évolutions devraient se poursuivre grâce aux efforts poursuivis par les fabricants pour mettre au point de nouveaux mélanges de gomme, de nouveaux profils de la bande de roulement et de nouvelles techniques de construction.

<sup>21</sup> Lotus Engineering, An Assessment of Mass Reduction Opportunities for a 2017-2020 Model Year Vehicle Programme, March 2010. Accessible sur le site: [www.theicct.org/sites/default/files/publications/Mass\\_reduction\\_final\\_2010.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Mass_reduction_final_2010.pdf).

<sup>22</sup> EPA, NHTSA, Draft Joint Technical Support Document: Proposed Rulemaking for 2017-2025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 3. Accessible sur le site: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11901.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11901.pdf).

80. Devant l'accroissement probable de la demande électrique sur les véhicules pour des caractéristiques de confort telles que les sièges chauffants, les constructeurs s'efforcent d'améliorer le rendement des systèmes électriques. Les technologies telles que les alternateurs à haut rendement, les systèmes d'éclairage à diodes DEL et les moteurs et actionneurs à haute efficacité commencent à apparaître sur le marché automobile. Ces technologies pourront être utilisées pour réduire la charge électrique des circuits et améliorer la consommation du carburant.

81. L'attention se porte également sur les systèmes de climatisation avec l'objectif de réduire la consommation de carburant et les émissions. De nouveaux agents réfrigérants font leur apparition sur le marché; ils permettront de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'environnement en cas de fuites. L'amélioration de la qualité des composants devrait permettre de réduire les fuites et d'améliorer le rendement des systèmes.

Tableau 7

**Efficacité estimée (selon l'EPA) de certaines technologies des véhicules<sup>23</sup>**

Technologie	Valeur basse	Valeur haute
	Pourcentage	
Réduction de 20 % de la trainée aérodynamique du véhicule	4,5	4,5
Réduction de 20 % de la résistance au roulement des pneumatiques du véhicule	4	4
Utilisation d'alternateurs et d'accessoires électriques améliorés	1	3,5
Systèmes de climatisation améliorés		

## 2.4 Autres technologies évoluées applicables aux véhicules

82. De nombreuses autres technologies applicables aux véhicules sont actuellement mises au point en vue de répondre aux besoins du secteur des transports. Ces technologies peuvent être très attrayantes sur des marchés particuliers, caractérisés par exemple par l'abondance d'une ressource naturelle d'un certain type, comme l'ensoleillement dans le cas des véhicules électriques mus à l'énergie solaire, et pour répondre à des conditions particulières de circulation. En outre, certaines régions ou certaines nations peuvent disposer de ressources particulièrement abondantes d'un certain type qui peuvent être utilisées pour produire des carburants particuliers. Un exemple de réussite dans ce domaine est l'exploitation, au Brésil, des ressources abondantes en canne à sucre du pays pour produire de l'éthanol destiné à l'alimentation des véhicules circulant dans le pays. Étant donné qu'un véhicule est, fondamentalement, un dispositif capable de libérer de l'énergie stockée et de la transformer en mouvement de manière contrôlée, il existe d'innombrables procédés permettant de stocker et de libérer l'énergie à des fins de transport.

83. Les véhicules électriques solaires, capables de recharger leurs batteries lorsqu'ils sont stationnés au soleil, peuvent offrir un intérêt particulier sur certains marchés où l'ensoleillement est abondant et où les longueurs de parcours sont courtes. Au fur et à mesure que la mise au point de la technologie des panneaux solaires avancera et que leur rendement augmentera parallèlement à une réduction du coût, les performances de ces véhicules progresseront et ce marché entrera sans doute en expansion.

<sup>23</sup> EPA, Draft Regulatory Impact Analysis: Proposed Rulemaking for 201702025 Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards, chap. 1. Accessible sur le site: [www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf](http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420d11004.pdf).

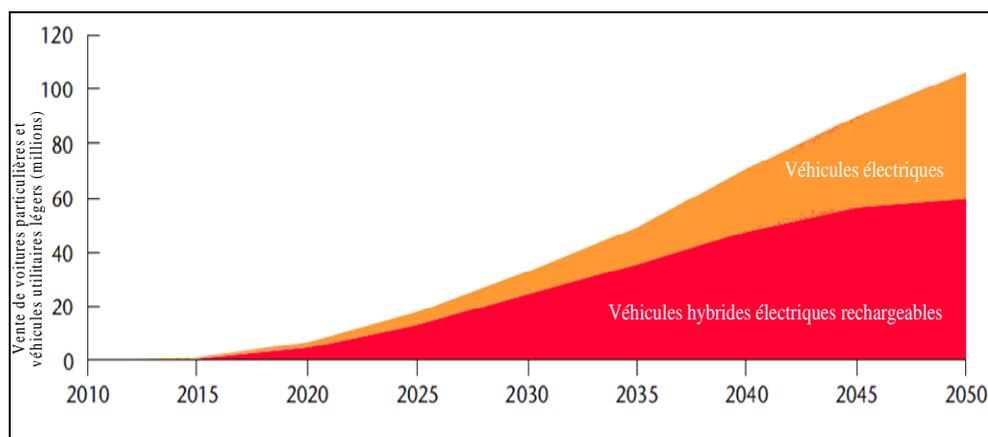
84. Les véhicules à air comprimé, bien qu'utilisant une technologie déjà ancienne, pourraient offrir des avantages intéressants sur certains marchés. Ces véhicules stockent l'énergie à bord sous forme d'air comprimé. Lorsque l'air comprimé est libéré, il se détend dans un moteur en transformant l'énergie qu'il contient en mouvement. Le «ravitaillement» du véhicule s'effectue tout simplement en remplissant le réservoir d'air comprimé.

## 2.5 Conduire aujourd'hui le véhicule du futur: le rythme du développement technologique et les taux de pénétration des technologies

85. Le rythme d'évolution des technologies a augmenté au cours des dix dernières années, depuis les premières discussions sur les véhicules écocompatibles sur le plan international qui ont eu lieu en 2003. Comme il a été dit plus haut, l'adoption de normes d'émissions de plus en plus rigoureuses a favorisé la pénétration des technologies offrant le plus d'intérêt, tout en permettant d'accroître leur efficacité. Dans un scénario envisagé, l'Agence internationale de l'énergie a évalué, dans le graphique ci-après, quel taux de pénétration il faudrait atteindre pour réaliser un objectif de 50 % de vente de véhicules VE/VHER (véhicules électriques et véhicules hybrides électriques rechargeables) d'ici à 2050 de manière à atteindre les objectifs annoncés de la feuille de route pour ces véhicules<sup>24</sup>.

Figure 2

**Pénétration sur le marché de la technologie des véhicules électriques (VE) et véhicules hybrides électriques rechargeables (VHER)**



Source: AIE 2010.

86. Dans la course qui est en cours pour introduire de nouvelles technologies sur le marché afin de répondre à la demande croissante de véhicules propres, il est manifeste que les progrès réalisés dans l'utilisation des techniques de conception tridimensionnelles et de simulation informatisées tendent à accélérer le rythme d'introduction des technologies et offrent de nouvelles possibilités aux fournisseurs d'équipements de commercialiser des produits nouveaux.

<sup>24</sup> Electric and Plug-in Hybrid Roadmap/OECD/IEA, 2010.

87. Sur les marchés actuels très compétitifs au niveau mondial, la position concurrentielle d'un fabricant dépend dans une large mesure de son aptitude à renouveler sa gamme de produits et à présenter un flux régulier de nouveaux produits. Les consommateurs, désormais, s'intéressent à la technologie en elle-même, et une nouvelle technologie est un moyen de distinguer les produits offerts par un constructeur. On peut observer que le délai de mise au point, depuis la première application en production jusqu'à l'introduction sur tout le marché, est allé en se réduisant avec l'accroissement du rythme d'introduction des innovations par les fabricants.

88. Des évolutions récentes ont permis de réduire les délais associés au développement technique. Le changement le plus notable a été l'utilisation de la conception assistée par ordinateur. Les progrès dans les capacités de la conception par ordinateur permettent aux ingénieurs de travailler dans les trois dimensions et de visualiser et de vérifier leur démarche, puis de faire des ajustements en fonction des besoins. En outre, l'utilisation des outils informatiques de conception technique a permis aux fournisseurs d'équipements d'introduire sur le marché des innovations intéressant l'industrie automobile à un rythme accru.

89. Enfin, des gains majeurs d'efficacité en matière de fabrication ont été réalisés dans l'industrie automobile. Par exemple, de nombreux grands constructeurs ont pu réduire le nombre de marques et de modèles qu'ils produisaient, ce qui leur permet de concentrer les ressources de conception technique et de fabrication sur un nombre de modèles beaucoup plus réduit. Au niveau mondial, il s'est produit une évolution à l'échelle de l'industrie vers l'utilisation de plates-formes communes qui peuvent être utilisées sur plusieurs types de véhicules, ce qui permet une utilisation beaucoup plus large des mêmes éléments entre divers produits du constructeur. En réduisant le nombre de plates-formes, et par voie de conséquence en augmentant le nombre de véhicules utilisant la même plate-forme, on libère des ressources de conception et d'étude permettant d'introduire de nouvelles technologies sur un plus grand nombre de véhicules à moindre délai, et d'accélérer le rythme de mise sur le marché des nouvelles technologies.

90. Il est très probable que ces trois facteurs continueront à agir en combinaison pour accélérer le processus de mise sur le marché des technologies futures, ce qui aura un impact mondial sur l'introduction des véhicules écocompatibles.

### **2.5.1 Taux récent de pénétration des technologies sur le marché aux États-Unis d'Amérique 1990-2011**

91. Les graphiques ci-après montrent la progression de la pénétration sur le marché de certaines technologies aux États-Unis d'Amérique de 1990 à 2011. Certaines technologies comme les moteurs multisoupapes, les systèmes de distribution variable, et les transmissions automatiques à six rapports ont progressé de manière spectaculaire. D'autres technologies telles que l'injection directe d'essence se répandent elles aussi rapidement, mais en sont à un stade encore relativement précoce.

Figure 3  
Taux de pénétration des technologies moteur 1990-2011<sup>25</sup>

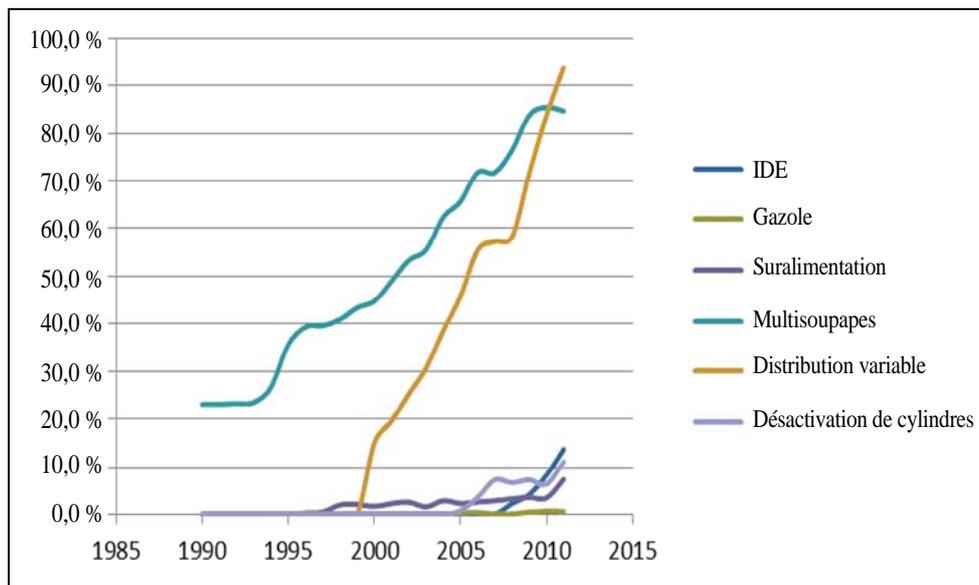
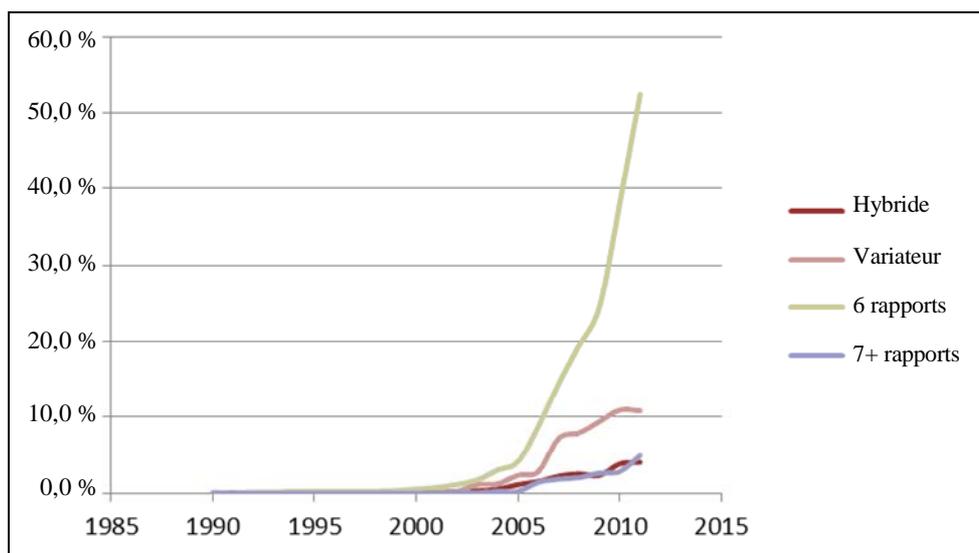


Figure 4  
Taux de pénétration des technologies hybride et de transmission 1990-2011<sup>26</sup>



<sup>25</sup> EPA, Light Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2011, Tables 13 and 14. Accessible sur le site: [www.epa.gov/otaq/fetrends.htm](http://www.epa.gov/otaq/fetrends.htm).

<sup>26</sup> EPA, Light Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2011, Tables 13 and 14. Accessible sur le site: [www.epa.gov/otaq/fetrends.htm](http://www.epa.gov/otaq/fetrends.htm).

## **2.6 Progrès en matière de diversification des carburants et de technologie des carburants**

92. Sur tout marché de véhicules, la disponibilité et le coût du carburant jouent un rôle déterminant dans le choix des types de véhicules et le kilométrage parcouru avec ceux-ci. Le Brésil a mis en place un marché florissant pour l'éthanol produit localement, et les véhicules vendus dans ce pays tiennent compte de l'utilisation de ce carburant. Dans certaines parties de l'Europe, le gazole représente depuis un certain temps la solution la plus économique pour de nombreux conducteurs, ce qui a favorisé la diffusion à grande échelle des voitures particulières à moteur diesel. Aux États-Unis d'Amérique, la grande majorité du parc de véhicules légers (voitures particulières et véhicules utilitaires légers) est alimentée à l'essence, mais une forte proportion de ces véhicules est compatible avec le carburant E85, et dans la plupart des cas aux États-Unis d'Amérique l'essence du commerce contient jusqu'à 10 % d'éthanol.

93. À l'avenir, il est à prévoir que le volume représenté par les biocarburants, y compris les alcools et les biodiesels, se développera. D'autres technologies, telles que la conversion charbon-hydrocarbures liquides, pourraient aussi s'implanter. Il existe cependant une autre technologie qui suscite beaucoup d'intérêt, c'est la récupération du gaz naturel de réservoirs épuisés jusqu'ici inexploitable par l'emploi de nouvelles techniques telles que la fracturation hydraulique. L'application de cette technique aux États-Unis a permis de faire baisser à un niveau très bas les prix du gaz naturel, ce qui a rendu les véhicules à GNC concurrentiels du point de vue des coûts de carburants; cependant l'infrastructure de ravitaillement et la commercialisation des véhicules n'ont pas encore été suffisamment développées pour répondre à la disponibilité de ce carburant. Il est important toutefois de noter que le gaz naturel peut aussi être utilisé comme produit de départ pour synthétiser un certain nombre de carburants liquides, et qu'il peut être utilisé pour la production d'électricité pour alimenter les véhicules rechargeables sur le réseau.

94. D'autres carburants alternatifs tels que l'hydrogène destiné aux véhicules à pile à combustible, à l'utilisation dans les moteurs à combustion et à la production d'électricité sont aussi en position de départ pour l'avenir lorsque les prix du pétrole auront augmenté et que la technologie des véhicules nécessaires aura été développée.

## **3. Véhicules écocompatibles: Innovations en matière de stratégie**

### **3.1 Recherche-développement**

95. Le perfectionnement continu des nouvelles technologies permettra de mettre au point de nouvelles générations de véhicules écocompatibles évolués. Les travaux de recherche-développement dans de nouveaux domaines, dont certains non encore prévisibles, permettront la mise sur le marché de ces nouvelles technologies dès qu'elles deviendront commercialement viables. Des investissements suffisants dans le secteur de la recherche-développement, aussi bien d'origine privée que d'origine publique, seront nécessaires pour favoriser l'introduction de ces technologies.

96. Aux États-Unis d'Amérique, il existe de nombreux programmes de recherche financés par le Gouvernement pour l'étude des nouvelles technologies de véhicules écocompatibles. On peut citer notamment le programme financé par le Département de l'énergie (DOE) des États-Unis d'Amérique dans le cadre du programme des technologies véhicules, qui traite d'aspects tels que les systèmes de véhicules hybrides et électriques, le stockage de l'énergie, l'infrastructure pour véhicules électriques, les moteurs à combustion

évolués, les carburants et lubrifiants, les matériaux et les instruments d'analyse<sup>27</sup>. Ces programmes de recherche-développement couvrent une large gamme de technologies et de carburants, allant de l'essence classique aux véhicules à hydrogène à pile à combustible, en passant par les véhicules à alcool et à gaz naturel, les véhicules hybrides et les véhicules électriques. Pour réussir, ils doivent s'appuyer sur un partenariat entre les autorités publiques, les universités et l'industrie, s'efforçant, en collaboration, de déterminer les technologies offrant un potentiel, et de les mettre au point à un stade préconcurrentiel en vue de leur utilisation commerciale ultérieure.

97. Les institutions publiques des États-Unis d'Amérique investissent également dans la recherche-développement dans d'autres secteurs qui ont une incidence directe sur les performances environnementales des systèmes de transport. Le Département des transports des États-Unis d'Amérique finance par exemple des recherches sur les systèmes de transport intelligents (STI)<sup>28</sup>. Cette recherche peut permettre de mettre au point des systèmes améliorant l'efficacité des transports routiers tout en accroissant le niveau de sécurité. Le Département de l'énergie (DEO) lui aussi finance des recherches sur les technologies des réseaux intelligents, qui permettront une utilisation plus efficace des capacités du réseau électrique du pays pour la recharge des véhicules rechargeables tels que les véhicules électriques et les véhicules hybrides à recharge extérieure.

98. En Inde, afin de résoudre les problèmes causés par la pollution de l'air dans les grandes métropoles telles que New Delhi, Mumbai, Pune, etc., on a procédé au remplacement de tous les autobus à moteur diesel et tricycles-taxis fonctionnant avec des moteurs à essence à deux temps par des véhicules alimentés au GNC. Dans le cadre de ce programme, tous les taxis et automobiles de construction antérieure à 1990 ont été remplacés par des véhicules nouveaux utilisant des carburants propres comme le GNC à compter du 31 mars 2000. Des incitations financières ont été mises en place par le Gouvernement pour encourager le remplacement de tous les taxis et automobiles de construction postérieure à 1990 par des véhicules alimentés au GNC. Les autorités ont aussi donné ordre aux services de transport de remplacer des autobus de plus de 8 ans d'âge à moteur diesel par des véhicules utilisant le GNC selon un processus par étapes, de telle manière que le parc de véhicules des villes soit progressivement converti au GNC en tant que carburant unique<sup>29</sup>.

99. Le Bureau central de lutte contre la pollution, institution faîtière de surveillance de la qualité de l'air en Inde, sur la base d'analyses de la qualité de l'air, a fait savoir qu'après l'entrée en application des programmes de reconversion au GNC, les niveaux de particules avaient baissé d'environ 24 % par rapport aux niveaux de 1996.

100. L'Inde s'intéresse aussi aux carburants mixtes hydrogène-GNC en tant que carburant automobile de substitution. Actuellement, un mélange de 18 % d'hydrogène et de GNC peut être utilisé sans modification des équipements actuels GNC. La première station de ravitaillement HGNC a été établie à Dwarka, un quartier de New Delhi (Inde). Les établissements publics et scientifiques effectuent des recherches visant à accroître le pourcentage d'hydrogène mélangé au GNC et à le porter au-dessus de 20 %.

101. Au Japon, le Ministère de l'aménagement du territoire, de l'infrastructure, du transport et du tourisme (MLIT) envisage d'adopter des mesures en vue de favoriser l'introduction et l'utilisation des véhicules écocompatibles, comme un élément important de l'action du Gouvernement, parallèlement à la fixation de valeurs limites pour les émissions et d'objectifs en matière de consommation de carburant. Le Ministère a activement encouragé la mise au

<sup>27</sup> DOE/USA. Accessible sur le site: [www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/vtp\\_fs.pdf](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/vtp_fs.pdf).

<sup>28</sup> DOT/USA. Accessible sur le site: [www.its.dot.gov/connected\\_vehicle/connected\\_vehicle.htm](http://www.its.dot.gov/connected_vehicle/connected_vehicle.htm).

<sup>29</sup> Rapport «CNG programme in India: The future challenges», FACT SHEET SERIES, 2010, Centre For Science and Environment, India.

point des véhicules écocompatibles de la prochaine génération, en vue de remplacer le parc actuel de poids lourds à moteur diesel, à compter de l'année fiscale 2002.

102. En réponse à ces programmes gouvernementaux, le Laboratoire national de la sécurité de la circulation et de l'environnement (NTSEL), en tant que principale agence de recherche, a activement soutenu le lancement du projet. Dans le cadre de ce projet, la mise au point de nouvelles technologies pour les véhicules à faibles émissions et à basse consommation de la prochaine génération, y compris les véhicules alimentés au diméthyl éther (DME) et au gaz naturel, et les véhicules hybrides de la prochaine génération ainsi que les véhicules utilisant les biocarburants et les véhicules diesel ultrapropres a été encouragée.

103. Le Gouvernement allemand soutient la recherche-développement sur les modes de propulsion alternatifs dans le cadre de divers programmes. Cela inclut le programme d'innovation national en faveur de la technologie de l'hydrogène et de la pile à combustible et le programme de régions modèles pour la mobilité par véhicules électriques à batterie émanant du Ministère fédéral des transports, de la construction et de l'aménagement urbain. En outre, le Gouvernement fédéral finance quatre projets de démonstration pour la mobilité électrique. Dans le cadre de tous ces programmes, l'industrie, les universités et les autorités collaborent pour l'étude de questions pratiques, en jouant un rôle pilote.

104. Afin d'appuyer les activités visant à développer les capacités de l'Allemagne en tant que fournisseur et en tant que marché de l'électromobilité pour l'année 2020, le Gouvernement fédéral a établi la Plate-forme nationale pour l'électromobilité (PNE)<sup>30</sup>. Les représentants de l'industrie, des universités, des autorités, des syndicats et de la société associés à cette plate-forme ont convenu de poursuivre une approche systémique, orientée sur le marché et neutre du point de vue de la technologie. Les membres de cette association estiment que la clef du succès de l'électromobilité en Allemagne réside dans une coopération transsectorielle entre toutes les parties intéressées. Les sept groupes de travail de la NPE ont établi des feuilles de route pour la recherche et la technologie traitant des questions clefs dans les domaines suivants: technologie des batteries, technologie des groupes de propulsion, allègement, technologie de l'information et de la communication, ainsi qu'infrastructure, recyclage et intégration du véhicule. Les experts présenteront également des feuilles de route traitant de la normalisation internationale et de l'aspect formation et capacités. Sur la base des recommandations de la NPE, le Gouvernement a publié un catalogue des mesures nationales destinées à favoriser la diffusion de mobilité électrique, telles que les modifications du cadre juridique pour répondre aux besoins de la mobilité électrique lorsque cela était nécessaire.

105. Sur l'arrière-fond de l'objectif fixé de 1 million de véhicules électriques sur les routes allemandes d'ici à 2020, la NPE formule des prévisions communes sur la mise sur le marché progressive des véhicules électriques et l'infrastructure qui sera nécessaire. Des recommandations spécifiques ouvriront la voie pour la mise en œuvre d'un ensemble viable de mesures pour soutenir la mise en place de l'infrastructure et la commercialisation de l'électromobilité. Cela impliquera également de réorienter le système de production d'énergie de l'Allemagne vers les énergies renouvelables et d'établir l'infrastructure qui rendra cette stratégie possible.

---

<sup>30</sup> BMU (German). Accessible sur les sites: [http://www.bmu.de/verkehr/elektromobilitaet/nationale-plattform\\_elektromobilitaet/doc/45970.php/](http://www.bmu.de/verkehr/elektromobilitaet/nationale-plattform_elektromobilitaet/doc/45970.php/).  
[www.bmvbs.de/SharedDocs/EN/Pressemitteilung/2012/126-ramsauer-national-platform-electric-mobility.html?linkToOverview=js](http://www.bmvbs.de/SharedDocs/EN/Pressemitteilung/2012/126-ramsauer-national-platform-electric-mobility.html?linkToOverview=js).

106. Le Gouvernement du Canada mène depuis un certain temps déjà plusieurs programmes de recherche fédérale en faveur de transports plus efficaces du point de vue de l'énergie, y compris pour l'introduction des véhicules hybrides électriques et véhicules électriques. Le Canada soutient les activités de recherche-développement en matière des technologies automobiles avancées, ce qui inclut un programme d'électromobilité axé sur les questions liées à l'introduction des véhicules électriques sur le marché canadien. Les thèmes du projet incluent les systèmes de stockage de l'énergie, les protocoles de mesure et les essais relatifs à l'efficacité énergétique et aux émissions; l'allègement des composants des systèmes de propulsion électrique, la modélisation évoluée des ensembles de propulsion, et les incidences des climats froids sur l'électromobilité.

107. En outre, le programme écoTECHNOLOGIE pour les Véhicules du Gouvernement canadien (eTV) effectue des essais approfondis en matière de sécurité, de caractéristiques environnementales et de performances sur une gamme de technologies véhicule évoluées nouvelles et en cours de développement pour les voitures particulières et les poids lourds, afin de garantir que le Canada sera prêt pour leur introduction et que la population canadienne pourra tirer bénéfice de ces innovations. Les résultats sont pris en compte pour l'élaboration des règlements environnementaux et de sécurité, devant permettre d'introduire ces technologies au Canada dans les conditions de sécurité voulues et en temps opportun.

### **3.2 Mise en place d'incitations au développement et à la diffusion des véhicules éocompatibles**

108. La technologie des véhicules éocompatibles pourra être développée et diffusée sur le marché plus rapidement si des incitations sont appliquées pour favoriser la mise au point et l'achat de ces véhicules. Ces incitations peuvent prendre des formes très diverses, voire même originales, et s'appliquer à toutes sortes de parties intéressées: concepteurs, fournisseurs, constructeurs, organisations de vente, consommateurs, exploitants de flotte, et même fournisseurs de carburant. Pour les entreprises, telles que les fournisseurs de technologie, les constructeurs d'automobiles et les fournisseurs de carburant, ces incitations seront en fin de compte des incitations monétaires. Pour les consommateurs, ces incitations peuvent être des avantages sous la forme d'une économie de temps ou d'argent pour l'individu. Pour les exploitants de flotte, elles peuvent prendre la forme d'incitations monétaires s'appliquant aux exploitants tels que les agences de location d'automobiles. Enfin, pour les entités telles que les entreprises de services publics et les collectivités locales, l'incitation peut résulter de la nécessité de satisfaire aux prescriptions en matière de qualité de l'air.

109. Les incitations monétaires peuvent prendre des formes diverses telles que déductions ou crédits d'impôt, aides des autorités au financement de la recherche-développement et aux investissements de fabrication, et paiements directs à des entités situées en un point quelconque de la chaîne allant du fabricant au distributeur, puis au consommateur, puis au recycleur des véhicules en fin de vie. L'attribution de crédits d'émissions pour les ventes de véhicules de technologie évoluée en vertu des règlements relatifs aux émissions est également une forme d'incitation monétaire parce qu'elle permet aux constructeurs de vendre des véhicules classiques plus rentables parallèlement aux véhicules évolués. Cela leur permet de maintenir les investissements dans les technologies nouvelles.

110. Des incitations non monétaires peuvent aussi s'appliquer à toute entité, mais une incitation non monétaire importante pouvant s'appliquer aux consommateurs consiste à leur offrir une économie de temps. L'accès à des parcs de stationnement spéciaux, l'accès aux voies réservées au covoiturage, et l'accès aux centres urbains sont trois domaines où les consommateurs peuvent réaliser des économies substantielles de temps dans leur horaire quotidien par la conduite d'un véhicule éocompatible. L'adoption de règles de construction

adaptées et/ou normalisées peut aider les consommateurs à installer plus facilement un équipement de recharge électrique dans leur garage. Une incitation monétaire s'adressant directement au consommateur peut prendre la forme de crédits et de déductions d'impôt pour l'achat d'un véhicule écocompatibles, et des redevances d'immatriculation et prime d'assurance réduites pour cette catégorie de véhicules.

111. Aux États-Unis d'Amérique, des incitations en faveur des véhicules écocompatibles sont appliquées à plusieurs niveaux à une échelle nationale et locale. À compter de 2012, les constructeurs vendant des véhicules de technologie évoluée tels que les véhicules électriques, véhicules hybrides électriques rechargeables et véhicules à pile à combustible peuvent recevoir un crédit pour chaque véhicule, calculé de telle manière que chaque véhicule vendu compte pour plus d'un dans le calcul de contrôle de la conformité du constructeur pour l'ensemble de son parc. En outre, les constructeurs de véhicules polycarburants, capables de fonctionner sur tout mélange d'essence et d'éthanol jusqu'à 85 % d'éthanol bénéficient de crédits au titre du Programme de consommation moyenne de carburant par constructeur (CAFE).

112. Les consommateurs des États-Unis peuvent aussi bénéficier de crédits d'impôt pour l'achat de certains véhicules de technologie évoluée et équipements de recharge électrique. Ces crédits peuvent être obtenus aussi bien au niveau fédéral qu'à celui de certains États. Les consommateurs vivant dans certaines zones peuvent aussi bénéficier de l'accès spécial aux voies réservées au covoiturage et à des espaces de stationnement privilégiés pour les véhicules à recharge sur le réseau, où ils peuvent ravitailler gratuitement en électricité. Enfin, comme indiqué plus haut, les États-Unis d'Amérique disposent d'un programme important de financement de la recherche-développement offrant des incitations aux fournisseurs de technologie et aux constructeurs de véhicules.

113. En Suède, la base légale pour l'octroi de subventions spéciales dépend des plans d'action régionaux ou nationaux. Le système d'incitation mis en œuvre par la Suède dépend de plusieurs paramètres de performances du véhicule. Sur une période allant du 1<sup>er</sup> avril 2007 au 31 décembre 2009, les particuliers ont obtenu une subvention de 10 000 couronnes suédoises (approximativement 1 100 euros) pour l'immatriculation d'un nouveau véhicule classé comme «écovéhicule» qui répond à certaines exigences environnementales. À cette fin, le Gouvernement suédois a prévu un fonds de 250 millions de couronnes suédoises. La définition des «écovéhicules» est la suivante:

- a) Véhicules utilisant des carburants de substitution (par exemple éthanol):  
 Consommation d'énergie inférieure à:  
 9,2 l/100 km  
 9,7 m<sup>3</sup> GNC/100 km  
 37 kWh énergie électrique/100 km;
- b) Véhicules utilisant les carburants classiques (y compris les véhicules hybrides):  
 Émissions de CO<sub>2</sub> inférieures à:  
 120 g/km  
 et en outre pour les véhicules à moteur diesel: MP <5 mg/km.

114. Au Japon, les constructeurs d'automobiles ont fait des efforts énergiques pour atteindre rapidement la conformité aux valeurs limites de consommation de carburant 2010, en réponse à la demande des consommateurs. En outre, le gouvernement central a introduit des incitations fiscales pour favoriser l'achat de véhicules à faibles émissions et à basse consommation, qui sont désignés en tant que tels dans le cadre d'un système de certification des caractéristiques environnementales. Le Japon a mis en place un système «d'impôt

vert», dans lequel les impôts sur les automobiles pour les véhicules à faibles émissions et à basse consommation étaient réduits. En outre, le Japon applique une stratégie fondée sur les «meilleures références» («top runner approach») qui traite exclusivement des aspects énergétiques, en liaison avec des mesures particulières telles que l'étiquetage, les incitations fiscales et des questions annexes<sup>31</sup>.

115. Le Gouvernement de l'Inde, dans le cadre de ses efforts pour encourager et diffuser les technologies nouvelles et écologiques axées sur la réduction de la pollution causée par les véhicules et en définitive sur l'amélioration de la qualité de l'air urbain, a annoncé un programme central de subvention pouvant aller jusqu'à 75 000 roupies indiennes pour chaque véhicule électrique REVA acheté. Les bénéficiaires de cette subvention sont les établissements publics, y compris les organisations et départements gouvernementaux, les entreprises du secteur public, les établissements d'enseignement, les hôpitaux et les sites touristiques et archéologiques<sup>32</sup>. Le Gouvernement a aussi lancé une action relative à un projet national sur les véhicules hybrides dans le cadre d'un partenariat public-privé, ayant pour objectif de développer l'utilisation des véhicules hybrides dans le pays avec la participation de nombreux constructeurs d'automobiles de premier plan<sup>33</sup>.

116. Outre le financement de programmes de recherche-développement, le Gouvernement allemand a publié un catalogue énumérant de nombreuses mesures en vue de promouvoir l'électromobilité. Ces mesures incluent des réductions fiscales pour les véhicules zéro-émissions, ainsi que des mesures de politiques de promotion telles que l'aménagement de voies réservées au covoiturage ou d'espaces de stationnement pour les véhicules zéro-émissions.

117. Il est important de veiller à ce que ces mesures soient neutres du point de vue du choix de la technologie, de telle manière que tous les véhicules à système de propulsion électrifié soient pris en compte.

### 3.3 Information pour le consommateur et étiquetage

118. Au cours de la discussion et de l'échange d'informations aussi bien lors des conférences sur les véhicules éocompatibles qu'au sein du groupe informel des véhicules éocompatibles (EFV) du WP.29, il a été reconnu qu'une condition importante de la réussite commerciale de ces véhicules était l'existence d'une base de consommateurs informée. Les informations communiquées, par l'intermédiaire de l'étiquetage ou de guides s'adressant au consommateur, par les groupes de consommateurs, par les constructeurs de véhicules, par les organisations non gouvernementales et par les autorités, peuvent toutes aider les consommateurs à évaluer les divers aspects des performances et diverses caractéristiques du véhicule et identifier les caractéristiques environnementales positives. Un autre point important est que cette information, lorsqu'elle est présentée de manière appropriée, peut être utilisée à des fins de comparaison pour déterminer comment les divers véhicules se placent relativement du point de vue des résultats et offrir au consommateur un instrument utile lorsqu'il doit prendre des décisions en matière d'achat. Au cours de la discussion, il est apparu que l'éducation des consommateurs aurait pour objet de communiquer à l'acheteur des informations permettant une évaluation critique et de souligner le cas échéant l'importance de l'impact environnemental lors de la décision d'achat.

<sup>31</sup> Informal document GRPE-58-02: Background document regarding the Feasibility Statement for the development of a methodology to evaluate Environmentally Friendly Vehicles (EFV) – 2009.

<sup>32</sup> ET Bureau news, June 2012.

<sup>33</sup> Rapport «Status of the vehicular pollution control programme in india» (March, 2010), probes/136/2010, Central Pollution Control Board, India.

119. Bien qu'il y ait une prise de conscience croissante du public quant à l'impact environnemental de l'automobile, les considérations environnementales passent souvent au second plan après d'autres considérations dans la décision d'achat du véhicule. L'information au consommateur sur les performances environnementales relatives des véhicules peut valoriser les véhicules écologiques aux yeux du consommateur et les faire préférer, ce qui contribue à faire évoluer les attitudes de la société, ainsi que fournir les instruments nécessaires pour permettre au consommateur de faire un choix informé.

120. Le processus d'achat d'un véhicule est un processus complexe et itératif, et les messages transmis en dehors de l'étiquette peuvent être encore plus utiles pour donner aux consommateurs les informations dont ils ont besoin sur la consommation d'énergie, le coût, les émissions de gaz à effet de serre et les autres émissions. Étant donné que de nombreux consommateurs aujourd'hui font une recherche en ligne avant de rendre visite pour la première fois à un négociant en automobiles et de voir à cette occasion une étiquette, les sites Internet qui permettent à l'utilisateur de comparer les véhicules en fonction de leurs caractéristiques environnementales peuvent être particulièrement utiles lorsqu'il s'agit de guider leur choix vers les véhicules éocompatibles. Des campagnes d'éducation du public peuvent aider à valoriser aux yeux du public les attributs environnementaux, ainsi qu'éduquer le public sur les nouvelles technologies de véhicules qui pourraient dans un d'autres cas intimider certains acheteurs.

121. Pour que les informations s'adressant au consommateur soient efficaces, il faut qu'elles soient claires, simples et qu'elles fassent état des faits qui soient pertinents et motivants pour le public. Par exemple, les critères monétaires fondés sur des économies sont plus motivants pour la majorité des gens que ceux fondés sur des coûts. Afin de favoriser l'évolution des attitudes de la société, l'étiquette doit être conçue pour attirer l'attention. Des informations détaillées n'ont pas à figurer sur une étiquette, car la plupart des consommateurs passent très peu de temps à la regarder et n'en retireront qu'une impression très fugace. Il est plus utile que l'étiquette suscite l'intérêt pour les caractéristiques environnementales du véhicule et laisse au consommateur une impression instantanée et précise du degré de compatibilité environnementale relatif de ce véhicule, et le renvoie vers un site Internet où il pourra recueillir d'autres informations. Cette combinaison d'approches offre aux acheteurs des instruments leur permettant de choisir un véhicule plus écologique et de valoriser l'image de ces véhicules aux yeux de la société.

### **3.3.1 États-Unis: étiquetage des véhicules**

122. Aux États-Unis d'Amérique, depuis trente-cinq ans les véhicules neufs doivent porter des étiquettes de consommation de carburant qui fournissent des indications sur la consommation de carburant estimée et les coûts annuels prévisibles de ravitaillement. Ces étiquettes ont été récemment réagencées pour accroître leur utilité pour les consommateurs dans le choix d'un véhicule écologique en fournissant des classements comparatifs de la consommation de carburant et des émissions de gaz à effet de serre et émissions de polluants de l'air favorisant le smog. Les nouvelles étiquettes en outre prennent en compte la probabilité d'une diversification beaucoup plus grande des technologies des véhicules mis sur le marché dans un avenir proche, en fournissant des informations sur les capacités de ces nouvelles technologies en termes de consommation d'énergie, d'autonomie et de temps de recharge.

123. Pour de nombreux consommateurs, les critères environnementaux seront moins déterminants que les critères monétaires. C'est pourquoi l'étiquette fournit également une estimation du surcroît (ou de l'économie) de coût du véhicule pour son ravitaillement sur une période de cinq ans par rapport à un véhicule neuf de caractéristiques moyennes, ainsi que du coût de ravitaillement annuel. Cela permet à l'acheteur d'évaluer facilement l'économie de carburant par rapport au coût initial d'achat du véhicule, et peut orienter des

acheteurs vers des véhicules ayant un meilleur rendement, même s'ils ont un prix d'achat plus élevé. L'information ainsi donnée sur les étiquettes est une information de premier niveau; des informations plus complètes et des comparaisons directes peuvent être trouvées sur le site: [www.fueleconomy.gov](http://www.fueleconomy.gov).

### 3.3.2 *Livre vert de l'ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy)*

124. Une méthodologie de notation pour les véhicules relevant de l'année modèle 2011 est proposée dans le *Livre vert* de l'ACEEE. Cette méthodologie est basée sur les éléments suivants:

- a) Utilisation des valeurs d'émissions d'homologation pour noter les véhicules;
- b) Incorporation des résultats pour l'analyse du cycle de vie;
- c) Traitement proposé pour les véhicules électriques rechargeables.

125. Les facteurs d'émission s'appliquant à la production d'électricité sont en outre pris en considération pour la formulation des critères de notation. Ces facteurs, toutefois, sont seulement applicables pour la production et la consommation d'électricité aux États-Unis d'Amérique.

### 3.3.3 *Guide australien des véhicules verts*

126. Dans ce domaine, l'Australie a notamment publié le Guide des véhicules verts, pour fournir des informations aux consommateurs sur les performances des véhicules en vue de favoriser la diffusion des véhicules écocompatibles sur le marché. Il a été établi un site Internet donnant accès à une base de données interrogeable comprenant une source unique de données environnementales spécifiques aux modèles sur tous les véhicules de tourisme et utilitaires légers du parc automobile australien, qui inclut aussi les nouveaux véhicules commercialisés à partir de mi-2004. Le guide vert traite des critères de performances ci-après:

- a) Émissions de polluants atmosphériques classiques;
- b) Émissions de gaz à effet de serre;
- c) Consommation de carburant.

127. Les critères utilisés pour l'évaluation divisent les véhicules en trois classes et leur attribuent une note en fonction de leurs émissions de CO<sub>2</sub> et de leur consommation de carburant. Un examen beaucoup plus détaillé sur la base de paramètres ultérieurs aidera à mieux cibler l'utilisation des critères d'évaluation des véhicules écocompatibles.

## 3.4 *Autres aspects pris en considération*

### 3.4.1 *Véhicules silencieux et sécurité des piétons*

128. L'introduction de véhicules de transport routier mus, en partie ou en totalité, par des systèmes de propulsion alternatifs (propulsion électrique par exemple) pourrait permettre de réduire notablement la pollution de l'air et la pollution sonore. Toutefois, en regard des avantages environnementaux très nets apportés par ces véhicules routiers électrifiés, il faut prendre en compte une conséquence non prévue, résultant de la suppression du bruit de ces véhicules, qui joue le rôle de signal auditif servant à divers groupes de piétons (et tout particulièrement aux personnes aveugles ou malvoyantes) à détecter l'approche, la présence et/ou le départ des véhicules routiers.

129. Le Forum mondial WP.29 de la CEE est parvenu à la conclusion que les véhicules de transport routier mus en totalité ou en partie par propulsion électrique présentent un danger pour les piétons. Le Forum a donné pour instructions au Groupe de travail du bruit (GRB) d'évaluer et de déterminer quelles mesures le WP.29 devrait éventuellement prendre afin de réduire les risques potentiels pour les piétons par des signaux acoustiques leur permettant de localiser les véhicules, tout en reconnaissant qu'il faudrait peut-être aussi recourir à d'autres moyens de signalisation.

130. Un groupe informel des véhicules routiers silencieux (QRTV) a été établi sous la tutelle du GRB pour mener les activités qui sont considérées comme indispensables pour déterminer l'efficacité des techniques de signalisation acoustique des «véhicules silencieux» et la nécessité éventuelle de leur harmonisation au niveau mondial. Le groupe informel a tenu sa première réunion le 15 février 2010.

131. Le plan établi incluait des activités en vue d'identifier, d'examiner et d'évaluer le stade de divers travaux de recherche effectués par les gouvernements, les universités et les organisations non gouvernementales sur les technologies de signalisation acoustique pour les véhicules silencieux, et leurs calendriers respectifs selon le mandat. Ces travaux ont été suivis par des activités visant à déterminer, sur la base d'enquêtes et d'études expérimentales avec la participation de personnes aveugles et malvoyantes, les facteurs humains jouant un rôle nécessaire pour la prise de décisions dans les situations de la circulation routière. Sur la base de ces informations, le groupe informel QRTV a publié un rapport sur la manière de procéder pour convertir les besoins sur la base des facteurs humains en paramètres de caractéristiques techniques pour les véhicules routiers, y compris les types d'informations sur le mouvement et la position des véhicules nécessaires aux personnes aveugles ou malvoyantes et autres personnes pour se déplacer, se diriger et s'orienter sans danger en présence de véhicules en circulation.

132. Le groupe informel QRTV a récemment entamé une deuxième phase d'activités visant à élaborer un règlement technique mondial ONU (RTM) sur la base des informations recueillies au cours de la première phase et d'un échange permanent de données et d'informations. Le groupe informel QRTV, conformément à son mandat:

a) Continuera à déterminer, examiner et évaluer l'état d'avancement des recherches menées par les gouvernements, les universités et les organisations non gouvernementales sur les moyens acoustiques de signaler la présence et les mouvements des véhicules silencieux;

b) Invitera les experts de la sécurité d'autres groupes de travail au sein du WP.29, se concertera avec eux et prendra en compte leur contribution;

c) Déterminera les caractéristiques des signaux acoustiques potentiels et les mécanismes qui permettront de communiquer aux personnes les informations souhaitées sur les mouvements des véhicules;

d) Mettra au point une procédure d'essai harmonisée pour évaluer la conformité des caractéristiques des signaux acoustiques potentiels et des mécanismes ci-dessus;

e) Évaluera le rapport coûts-avantages d'un RTM sur les véhicules routiers silencieux, notamment ses incidences négatives possibles pour le public en général ou les conflits rencontrés avec les normes et règlements en vigueur limitant le bruit des véhicules. Il convient de noter que cette analyse ne vise pas tel pays ou telle région mais relève des considérations générales que chaque Partie contractante (au WP.29) devrait prendre en compte dans la mise en œuvre du futur RTM.

133. L'objectif des travaux a été de soumettre un RTM au WP.29 pour examen en novembre 2014.

### 3.4.2 Cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP)

134. La proposition tendant à établir un RTM s'appliquant aux émissions des voitures particulières et véhicules utilitaires légers, incluant un cycle d'essai commun reflétant les conditions réelles de circulation dans le monde, et prenant en compte les capacités de détection OBD et les émissions hors cycle a été présentée au WP.29 en juin 2007.

135. Bien que des règlements contrôlant les émissions d'échappement des voitures particulières et véhicules utilitaires légers soient en vigueur depuis de nombreuses années, les cycles d'essai et méthodes de mesure des émissions varient encore très sensiblement dans les divers pays. Le WP.29 a jugé souhaitable que le plus grand nombre possible de pays appliquent le même règlement technique pour permettre de déterminer correctement l'impact de ces véhicules sur l'environnement du point de vue de leurs émissions de polluants d'échappement ainsi que de l'utilisation efficace de l'énergie. L'accord en vue de procéder à l'élaboration d'un règlement technique mondial au sein du WP.29 a été une décision importante, faisant suite à des activités de même nature s'appliquant à d'autres véhicules à roues.

136. Le RTM n° 2: Cycle d'essai mondial harmonisé de mesure des émissions des motocycles et le RTM n° 4: Cycle d'essai mondial harmonisé pour les véhicules utilitaires lourds ayant été introduits avec succès, on a jugé utile d'élaborer un ensemble commun de procédures d'essai s'appliquant également aux voitures particulières et aux véhicules utilitaires légers. Les véhicules de cette catégorie sont de plus en plus produits pour le marché mondial. Au cours de la discussion au sein du WP.29, il a été souligné qu'il est pénalisant d'un point de vue économique, pour les constructeurs d'avoir à mettre au point des modèles présentant des différences importantes afin de satisfaire à différents règlements et différentes méthodes de mesure des émissions, lesquels, en principe, devraient répondre au même objectif. Pour permettre aux constructeurs de mettre au point de nouveaux modèles de véhicules écologiques de manière plus efficace et dans un délai plus court, il est souhaitable de mettre en place un RTM, qui tienne compte de la diffusion mondiale des produits et de la nécessité d'établir des procédures d'essai viables fournissant une base commune pour la comparaison des réductions réalisées en matière d'émissions et qui permette de réduire les coûts relatifs aux essais à exécuter. Les économies rendues possibles ne profiteront pas seulement aux constructeurs, mais aussi aux consommateurs.

137. L'élaboration d'un RTM sur le Cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP) contribuerait à l'amélioration de la qualité de l'air et aiderait à fournir des données plus précises aux consommateurs, ce qui accélérerait la diffusion des véhicules à faibles émissions.

### 3.4.3 Infrastructure et demande d'électricité

138. L'introduction des nouvelles technologies et nouveaux carburants sur le marché devra être accompagnée par le développement de moyens sûrs et d'un coût raisonnable pour le ravitaillement des véhicules. Que le carburant soit sous forme liquide, gazeuse ou remplacé par l'énergie électrique, il faut qu'il existe une infrastructure de ravitaillement. Les carburants liquides doivent être transportés et distribués à l'utilisateur et, avec la progression des carburants de substitution tels que l'alcool, l'infrastructure doit être adaptée en fonction de ceux-ci. Les alcools par exemple sont hydrophiles, ce qui veut dire qu'ils absorbent l'eau et qu'ils peuvent par conséquent être corrosifs pour certains matériaux qui par ailleurs seraient parfaitement compatibles avec l'essence et/ou les carburants diesel. Il est aussi important de prévenir le risque d'erreur de carburant lors du ravitaillement s'il existe une gamme de carburants liquides différents. Un moyen couramment appliqué pour éviter ces erreurs est de prescrire l'utilisation d'embouts de remplissage différents sur les postes de ravitaillement, même si cela n'exclut pas toute possibilité d'erreur de

ravitaillement. Quant au gaz naturel liquéfié (GNL), il nécessite une réfrigération et un équipement de ravitaillement spécialisé, ce qui très probablement en réservera l'usage aux poids lourds.

139. Les carburants gazeux tels que le GNC et l'hydrogène doivent être transportés soit en gazoduc à haute pression soit en récipient à pression sur camion ou sur wagon de chemin de fer. Aux points de distribution, un nouvel étage de compression est nécessaire en général afin d'assurer aux véhicules une autonomie raisonnable, car leur autonomie est directement liée à la pression de stockage du carburant. Certains systèmes de ravitaillement utilisent des récipients à haute pression sur remorque acheminés directement par un camion jusqu'à la station de ravitaillement, le carburant étant alors directement transféré de la remorque aux véhicules utilisateurs, ravitaillés par l'intermédiaire d'un dispositif de mesure des quantités. Lorsque la remorque est vide, elle est échangée contre une remorque pleine et la remorque vide est réacheminée vers un dépôt central pour un nouveau remplissage.

140. L'électricité nécessaire à l'alimentation des véhicules électriques et véhicules hybrides électriques rechargeables est très facilement accessible pour les propriétaires et exploitants de véhicules; par contre, le processus de recharge des batteries est incomparablement plus lent que l'opération de ravitaillement que ce soit en carburant liquide ou en carburant gazeux. C'est pourquoi la plupart des détenteurs de véhicules de ces deux catégories s'efforceront de recharger le plus souvent leurs véhicules à leur domicile pendant la nuit, le problème majeur d'infrastructure étant dans ce cas de disposer d'un réseau pouvant fournir pendant une durée suffisante, la nuit ou aux heures creuses, l'électricité nécessaire pour recharger les véhicules, ainsi que la capacité du système local de transmission et de distribution de fournir une alimentation suffisante et fiable aux foyers individuels et à leurs postes de recharge. Une autre portion appréciable de la recharge des véhicules électriques et véhicules hybrides électriques rechargeables devrait aussi avoir lieu pendant les heures de travail, alors que les véhicules sont parkés sur les lieux des entreprises et autres employeurs. Dans ce cas il s'agit d'une recharge aux heures pleines, ce qui peut poser des problèmes pour l'ensemble de la distribution d'énergie électrique, notamment si les besoins en matière de recharge des véhicules représentent une demande de puissance appréciable au cours des périodes de demande maximale d'électricité qui se situent en général enfin d'après-midi. Dans ce cas, des procédures d'exploitation devraient être établies pour prévenir des instabilités du réseau dues à une demande excessive provenant de la recharge des véhicules.

141. Dans certains cas, les véhicules raccordés au réseau peuvent être rechargés rapidement (en 30 min ou moins) avec les stations de recharge Niveau 3 DC (courant continu). Mais ces systèmes exigent des puissances très importantes. La demande d'électricité aux heures de pointe sera le problème le plus aigu posé par ces types de stations.

142. Aux États-Unis d'Amérique, les carburants liquides sont actuellement dominants pour ce qui est de l'infrastructure de ravitaillement. Dans ce pays, on utilise des quantités notables d'éthanol, souvent introduit par mélange dans l'essence dans des proportions pouvant atteindre dans certains cas le taux E85. Alors que le gaz naturel aux États-Unis d'Amérique est abondant et actuellement très bon marché, l'infrastructure existante de ravitaillement des véhicules en GNC est d'échelle très limitée, mais cette situation pourrait évoluer lorsque les constructeurs introduiront des véhicules pouvant marcher au GNC, de façon à tirer profit du faible prix du carburant.

143. La capacité de production électrique des États-Unis d'Amérique est considérée comme étant suffisante même pour subvenir aux besoins d'un parc important de véhicules électriques et véhicules hybrides électriques rechargeables en cas de recharge nocturne<sup>34</sup>. Par contre, en cas de recharge en cours de soirée, c'est-à-dire en partie aux heures de pointe, un accroissement de capacité pourrait être nécessaire<sup>35</sup>. D'autres problèmes isolés pourraient se poser, particulièrement dans les quartiers où la demande engendrée par un grand nombre de véhicules électriques en recharge de nuit pourrait empêcher le refroidissement des transformateurs sur pylône après une journée entière de fonctionnement. C'est pourquoi les États-Unis d'Amérique participent activement à l'étude du rôle que pourrait jouer un réseau intelligent dans la gestion de la recharge diurne c'est-à-dire aux heures pleines et la réponse à la demande.

## 4. Conclusion

144. Les conférences internationales sur les véhicules écocompatibles peuvent jouer un rôle important en favorisant l'échange d'informations sur les diverses politiques publiques appliquées ou en préparation dans les divers pays ou régions en vue de promouvoir le développement et la commercialisation de nouvelles générations de véhicules, en réponse aux demandes de la société en matière de mobilité. Ces discussions pourraient au stade ultime aboutir à l'établissement de catalogues des meilleures pratiques, à l'attention du secteur automobile, de manière qu'il soit répondu aux besoins de mobilité de la société tout en respectant les impératifs de viabilité.

145. Depuis les débuts de la série en 2003, les conférences sur les véhicules écocompatibles ont été étroitement coordonnées avec les activités du WP.29. Alors que les travaux du WP.29 et de ses organes subsidiaires sont axés principalement sur les questions techniques et l'élaboration des règlements concernant les véhicules, ces conférences ont offert la possibilité de procéder à un échange de vues et d'expériences entre les décideurs politiques, législateurs, industriels, scientifiques et groupes de consommateurs, et de traiter de questions permettant d'élargir les perspectives et domaines traités au-delà de questions pures de technologie des véhicules.

146. L'une des principales activités confiées au groupe informel des véhicules écocompatibles (EFV) était d'étudier en détail les possibilités d'établir une définition de ces véhicules, de telle manière qu'un ordre de classement uniforme entre les divers concepts et stratégies technologiques relatifs à ces véhicules puisse être établi au niveau mondial. Après examen détaillé des diverses possibilités, on est toutefois parvenu à la conclusion que l'établissement d'un tel ordre de classement unifié n'est pas possible à ce stade, ni même souhaitable, compte tenu des paramètres différents et priorités différentes dans les régions ou pays.

147. De nombreux aspects déterminent l'impact environnemental d'un véhicule routier. Selon les régions ou pays, l'ordre de priorité de chacun de ces aspects pourra varier et les technologies appliquées pour répondre à ces demandes pourront donc varier. Comme il a été expliqué dans le présent rapport, bien que les véhicules électriques (VE) aient le potentiel d'apporter des gains nets en matière de conditions environnementales, des questions restent en suspens à ce stade quant au rôle du processus de production d'énergie

<sup>34</sup> DOE/USA, Pacific Northwest National Laboratory, Impacts Assessment of Plug-In Hybrid Vehicles on Electric Utilities and Regional United States of America Power Grids Part 1: Technical Analysis, May 2007. Accessible sur le site: [www.ferc.gov/about/com-mem/wellinghoff/5-24-07-technical-analy-wellinghoff.pdf](http://www.ferc.gov/about/com-mem/wellinghoff/5-24-07-technical-analy-wellinghoff.pdf).

<sup>35</sup> DOE/USA, Oak Ridge National Laboratory, Potential Impacts of Plug-In Hybrid Electric Vehicles on Regional Power Generation, January 2008, ORNL/TM-2007/150.

électrique utilisé et il n'apparaît pas possible à ce stade d'établir un ordre de classement universel qui soit valide pour toutes les régions, pays ou applications.

148. Comme il a été également expliqué dans le rapport, un aspect clef à traiter est celui de l'information du consommateur, qui doit lui permettre de faire le bon choix en matière d'achat. Cette information doit être présentée de manière aussi claire et concise que possible. Compte tenu des très nombreux paramètres à prendre en considération, il est très important que l'opinion du consommateur ne soit pas brouillée par l'abondance d'informations divergentes, voire même contradictoires.

149. Les travaux effectués par le groupe informel ont permis d'avoir une bonne vue d'ensemble des divers technologies qui ont déjà été mises au point ou qui sont en cours de mise au point en vue de réduire l'impact environnemental des transports routiers. On doit reconnaître que les gouvernements, en fixant des objectifs pertinents, et les industriels, grâce aux investissements continus qu'ils ont faits en matière de recherche-développement, ont réussi au cours des dernières années à réduire fortement cet impact environnemental et que des nouveaux progrès peuvent être attendus à un rythme continu au fur et à mesure que les nouvelles technologies se répandront sur le marché. Le concept du véhicule écocompatibles est donc comme une cible mouvante, chaque nouvelle génération de véhicule pouvant être considérée comme plus écologique que la génération qu'elle remplace.

150. Par contre on ne devra pas perdre de vue que ces technologies nouvelles sont souvent très coûteuses, en particulier aux premiers stades de mise en œuvre. Cet aspect pourrait jouer un rôle de frein dans leur introduction en masse; il n'est pas seulement nécessaire que les consommateurs trouvent les produits attrayants et adaptés à leurs besoins individuels ou collectifs, ils doivent aussi pouvoir se les permettre financièrement. Comme l'a montré l'histoire, lors de l'introduction de nouvelles technologies il doit s'écouler un délai suffisant pour atteindre la «masse critique», point à partir duquel pourront être obtenues des réductions de coût, qui favoriseront la progression de la diffusion sur le marché. Le marché des nouveaux concepts est donc comme un volant d'inertie: un effort très important est nécessaire pour le mettre en mouvement, mais lorsqu'il a atteint un certain régime, il poursuit son mouvement presque sans nouvel apport d'énergie. Le marché des véhicules écocompatibles en général semble être maintenant en mouvement et sa destination ultime reste à déterminer.

---