

Réduire les Emissions des Véhicules



**CONFÉRENCE EUROPÉENNE
DES MINISTRES DES TRANSPORTS**

CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS (CEMT)

La Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) est une organisation intergouvernementale, créée par un Protocole signé à Bruxelles le 17 octobre 1953. La CEMT constitue un forum de coopération politique au service des Ministres responsables du secteur des transports, plus précisément des transports terrestres ; elle leur offre notamment la possibilité de pouvoir discuter, de façon ouverte, de problèmes d'actualité concernant ce secteur et d'arrêter en commun les principales orientations en vue d'une meilleure utilisation et d'un développement rationnel des transports européens d'importance internationale.

Dans la situation actuelle, le rôle de la CEMT consiste surtout à :

- faciliter la mise en place d'un système paneuropéen intégré des transports qui soit économiquement et techniquement efficace, dont les performances relatives à la sécurité et à la protection de l'environnement correspondent aux plus hautes exigences possibles et dont la dimension sociale occupe pleinement la place qu'elle mérite ;
- aider également à l'établissement d'un pont, sur le plan politique, entre l'Union Européenne et les autres pays du continent européen.

Le Conseil de la Conférence réunit les Ministres des Transports des 40 pays suivants qui sont Membres à part entière de la Conférence : Albanie, Allemagne, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, ERY Macédoine, Fédération de Russie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Moldova, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède, Suisse, Turquie et Ukraine. Six pays ont un statut de Membre associé (Australie, Canada, États-Unis, Japon, Nouvelle-Zélande et République de Corée) et deux, un statut de Membre observateur (Arménie et Maroc).

Les travaux du Conseil sont préparés par un Comité des Suppléants, composé de hauts fonctionnaires représentant les Ministres. Ce comité est assisté dans sa tâche par des groupes de travail auxquels sont confiés des mandats spécifiques.

Parmi les questions étudiées présentement au sujet desquelles les Ministres sont appelés à prendre des décisions, on peut citer l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique paneuropéenne des transports, l'intégration des pays d'Europe centrale et orientale dans le marché européen des transports, les questions spécifiques liées aux transports par chemins de fer, par routes et par voies navigables, les transports combinés, les transports et l'environnement, les coûts sociaux des transports, les tendances en matière de transports internationaux et les besoins en infrastructures, les transports pour les personnes à mobilité réduite, la sécurité routière, la gestion du trafic, l'information routière et les nouvelles technologies de communication.

Des analyses statistiques concernant l'évolution des trafics, des accidents de la route et des investissements sont publiées régulièrement et permettent de connaître sur une base trimestrielle ou annuelle la situation du secteur des transports dans les différents pays européens.

Dans le cadre de ses activités scientifiques, la CEMT organise régulièrement des Symposiums, des Séminaires et des Tables Rondes sur des sujets relevant de l'économie des transports. Les résultats de ces travaux servent de base à l'élaboration de propositions de décisions politiques à soumettre aux Ministres.

Le service de Documentation de la CEMT dispose de nombreuses informations sur le secteur des transports. Ces informations sont notamment accessibles sur le site Internet de la CEMT.

Le Secrétariat de la CEMT est rattaché administrativement au Secrétariat de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE).

Also available in English under the title: VEHICLE EMISSION REDUCTION

*Des informations plus détaillées sur la CEMT sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante :
www.oecd.org/cem*

REMERCIEMENTS

Les Ministres ont pris note des conclusions de la première partie de ce rapport lors de leur session à Prague en mai 2000. La CEMT remercie vivement M. Michael P. Walsh, qui en est le principal auteur.

En ce qui concerne la deuxième partie sur les carburants sans soufre, la CEMT tient à remercier MM. Axel Friedrich et Matthias Tappe de l'Agence allemande pour l'environnement, Robert Searles de l'AECC, Giovanni Margaria de l'ACEA et Michael Walsh pour avoir communiqué leurs observations concernant les versions préliminaires. La CEMT assume bien entendu la responsabilité des erreurs éventuelles.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	3
SOMMAIRE EXECUTIF.....	7
PARTIE I. L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES.....	11
1. CONTEXTE GENERAL ET INTRODUCTION.....	13
Evolution du parc automobile mondial.....	13
Les moteurs de la croissance automobile.....	13
Les véhicules à moteur sont l'une des principales sources de pollution.....	15
2. PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX LIES AUX EMISSIONS DES VEHICULES A MOTEUR.....	16
Particules.....	16
Monoxyde de carbone (CO).....	17
Oxydes d'azote (NOx).....	17
Oxydants photochimiques (ozone).....	18
Plomb.....	19
Agents de balayage.....	20
Autres émissions toxiques.....	20
Changement climatique.....	22
3. PROGRAMMES DE LUTTE CONTRE LES EMISSIONS DANS L'UNION EUROPEENNE, AUX ÉTATS-UNIS ET AU JAPON.....	24
Des progrès rapides dans la lutte contre les émissions.....	24
Union européenne.....	24
États-Unis.....	25
Californie.....	26
Japon.....	26
Reste du monde.....	26
Comparaison des programmes européens, américains et japonais.....	27
4. PROGRES REALISES DANS LA REDUCTION DES EMISSIONS ET L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'AIR.....	34
5. AUTRES DEFIS A RELEVER.....	35
Emissions de particules.....	35
Réchauffement planétaire.....	36
Initiatives européennes.....	37
Initiatives américaines.....	37
Accord japonais d'économie d'énergie.....	39
Véhicules très polluants.....	39

ANNEXE A. NORMES EUROPEENNES	45
ANNEXE B. NORMES AMERICAINES.....	51
ANNEXE C. NORMES CALIFORNIENNES.....	69
ANNEXE D. NORMES JAPONAISES	75
ANNEXE E. POLITIQUE AMERICAINE DE RATIONALISATION DE L'UTILISATION DES COMBUSTIBLES	81
ANNEXE F. PROGRAMME JAPONAIS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS	87
ANNEXE G. ACCORDS VOLONTAIRES EN VUE DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO ₂ ET SUIVI DES ÉMISSION DE CO ₂ PROVENANT DE VÉHICULES NEUFS EN EUROPE.....	91
APPENDICE.....	101
PARTIE II. LES CARBURANTS SANS SOUFRE.....	103
REFERENCES	107
1. QUALITÉ DES CARBURANTS	109
2. AVANTAGES DES CARBURANTS À BASSE TENEUR EN SOUFRE	110
3. DISPONIBILITÉ ACTUELLE DES CARBURANTS À BASSE TENEUR EN SOUFRE.....	118
4. COÛTS ET BILAN CO ₂	119
5. MESURES EN FAVEUR DE LA DISTRIBUTION DE CARBURANT À BASSE TENEUR EN SOUFRE.....	124
6. RÉSUMÉS ET CONCLUSIONS	127
TABLEAUX DE SYNTHÈSE	135
ABBREVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES	142

SOMMAIRE EXECUTIF

Cette publication résume et fournit une comparaison des limites d'émissions des gaz d'échappement des véhicules adoptées en Europe, au Japon, aux Etats-Unis et dans l'Etat de Californie. Son objectif est de fournir un contexte international pour faciliter l'évaluation des tendances des émissions des véhicules et les perspectives pour la réglementation de ces émissions. L'ouvrage décrit l'impact des émissions des véhicules sur la santé et l'environnement, examine si les limites déterminées à ce jour pour les voitures particulières et pour les poids lourds sont suffisantes, décrit les technologies de contrôle des émissions et examine dans quelles mesures l'élimination potentielle du soufre dans les carburants réduirait les émissions de gaz polluants, y compris celles de CO₂.

La publication rassemble trois rapports approuvés par le Conseil des Ministres de la CEMT : L'évolution des émissions des véhicules, Le suivi des émissions de CO₂ des voitures particulières neuves et Les carburants sans soufre.

La pollution automobile et les problèmes incessants qu'elle génère au niveau de la qualité de l'air ont incité les chercheurs du monde entier à élaborer des solutions novatrices en matière de lutte contre la pollution. La mise en œuvre progressive de ces solutions a permis de marquer des points dans la lutte contre la pollution atmosphérique urbaine. On peut citer l'exemple de Los Angeles qui, depuis quarante ans, applique le programme de lutte contre la pollution automobile le plus draconien au monde. Ainsi, de 1955 à 1993, les concentrations d'ozone de pointe y ont été réduites de moitié. Le nombre moyen de jours de franchissement de la norme fédérale régissant les concentrations de monoxyde de carbone est tombé, sur base annuelle, de 30 à 4.3 entre 1977 et 1992, alors que les niveaux de concentration de plomb ont, eux, diminué de 98 % par rapport au début des années soixante-dix. Ce résultat est d'autant plus remarquable que l'économie régionale a crû plus rapidement que l'économie nationale en termes de création globale d'emplois, de création d'emplois dans l'industrie manufacturière, de niveaux de salaires et de revenus moyens des ménages. Comme on le voit, une protection environnementale poussée peut être compatible avec un développement économique vigoureux.

Ceci étant, le nombre de véhicules automobiles et les kilomètres qu'ils parcourent ne cessent de croître, en particulier dans les pays en développement en voie d'industrialisation rapide. Pour réduire encore davantage la pollution automobile en dépit de cette croissance, les Etats-Unis, l'Europe et le Japon adoptent des normes de pollution de plus en plus sévères, tandis que, dans le même temps, les normes introduites naguère dans ces pays sont progressivement reprises par d'autres pays.

Après l'adoption récente des normes nationales américaines Tier 2 (Phase 2) et des normes californiennes LEV2 (véhicules à faibles émissions 2) un nouveau renforcement des normes applicables aux véhicules légers ne sera probablement plus nécessaire aux Etats-Unis dans les prochaines années, si ce n'est, éventuellement, en ce qui concerne les émissions de substances toxiques produites par ces véhicules. En revanche, le travail est loin d'être terminé en ce qui concerne les véhicules lourds, l'Agence américaine pour la protection de l'environnement ayant fait part de son intention de resserrer sensiblement les normes en 2000, le but étant de les introduire effectivement aux environs de 2007. Les concentrations de soufre dans l'essence ont certes été ramenées à 30 ppm en

moyenne, mais les constructeurs automobiles ont indiqué que cette baisse restait insuffisante et une pression continuera dès lors à être exercée au cours des prochaines années afin d'abaisser encore ces concentrations. Quant aux concentrations de soufre dans le gazole, elles seront elles-aussi sans doute revues à la baisse, l'Agence pour la protection de l'environnement ayant fait part de son intention de proposer des concentrations maximales de 15 ppm d'ici l'an prochain.

Bien que le Japon ait resserré ses normes récemment, il devrait lui aussi annoncer un nouveau programme de lutte antipollution, du moins en ce qui concerne les moteurs et les combustibles « poids lourds ». Ce programme introduira d'ici 2002 environ de nouvelles normes applicables dès le millésime 2007. Si les concentrations de soufre dans l'essence sont désormais tombées à des niveaux très bas, on s'attend en revanche à ce que les initiatives visant à réduire le taux de soufre dans le gazole se multiplient dans les deux prochaines années.

En Europe, les normes de l'Union européenne applicables aux véhicules lourds et légers ainsi qu'aux moteurs qui les équipent ont été considérablement renforcées ces dernières années et de nouvelles actions paraissent dès lors peu probables dans un proche avenir. Le régime de faveur dont ont bénéficié les voitures diesel par rapport aux voitures à essence s'explique par le plus fort potentiel présenté par ces véhicules en termes d'économie de carburant. Les concentrations maximales de soufre dans l'essence et le gazole ont été fixées à 50 ppm d'ici 2005, mais l'Allemagne a d'ores et déjà fait savoir qu'elle œuvrerait pour une diminution de ces concentrations jusqu'à 10 ppm d'ici 2007. La Commission Européenne devrait formuler au cours de l'année 2001 des propositions concernant des mesures pour promouvoir les carburants sans soufre.

Si l'utilisation de moteurs diesels hautement efficaces sur les voitures et les utilitaires légers a effectivement permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre, ces véhicules rejettent néanmoins dans l'atmosphère de plus grandes quantités de NOx et de particules que les véhicules à essence et ont été associés à un risque accru de cancer¹. D'autre part, des études ont montré que la diminution du volume de particules obtenue grâce à l'application de technologies modernes risque de se traduire par une augmentation du nombre des très petites particules. Dans la mesure où ces très petites particules risquent de venir se loger plus profondément dans les poumons que les grosses particules, le risque qui leur est associé pourrait de fait être plus important. Compte tenu de ces risques accrus de cancer et des problèmes posés par les particules ultra fines, des filtres à particules seront probablement utilisés à l'avenir. Peugeot équipe ainsi certains de ses nouveaux modèles de tels filtres depuis l'an 2000. Les normes de l'Union européenne applicables en 2005, relatives aux concentrations de particules devraient en principe être respectées par l'utilisation de filtres à particules. S'il s'avère toutefois que les constructeurs sont en mesure de respecter ces normes sans recourir à des filtres à particules, il n'est pas impossible qu'elles soient encore renforcées à l'avenir.

Aucun pays n'étant parvenu à résoudre de manière satisfaisante le problème des émissions de dioxyde de carbone produites par le trafic automobile, la part de CO₂ imputable au secteur des transports est en constante augmentation. L'Europe a pris les devants dans ce domaine en s'engageant à réduire la consommation des nouvelles voitures de 25 % dans les dix prochaines années, le Japon suivant de près la suite des événements. Si les Etats-Unis se sont attachés à développer de nouvelles technologies, ces avancées n'ont guère dépassé le stade de l'expérimentation en laboratoire et les progrès en matière d'économie de carburant y sont de plus en plus modestes sur le terrain.

Enfin, pour maîtriser les niveaux de pollution, il convient également d'organiser des contrôles techniques efficaces des véhicules. Un dysfonctionnement du système antipollution peut fortement augmenter les émissions. La plupart des problèmes de pollution automobile sont imputables à un nombre relativement petit de véhicules présentant de graves dysfonctionnements. La mise en place de contrôles techniques et de programmes d'entretien efficaces permet d'identifier ces voitures à

problèmes et d'assurer leur réparation. La mise en œuvre, dans le cadre des contrôles techniques et des programmes d'entretien, de pratiques d'entretien efficaces et de lutte contre l'altération ou la mise hors service intentionnelle des systèmes de contrôle antipollution et contre l'utilisation indue de certains carburants reste, à ce jour, le meilleur moyen de protéger les investissements consentis par une nation en matière de techniques antipollution et d'atteindre les objectifs fixés en ce qui concerne la qualité de l'air. Des systèmes de diagnostic embarqués ont été introduits aux Etats-Unis afin d'assurer un meilleur entretien. Depuis 2000, ces systèmes sont peu à peu introduits aussi en Europe. Les Etats-Unis, quant à eux, s'attachent à transférer vers les constructeurs de moteurs et de véhicules, les contraintes environnementales liées à l'utilisation des véhicules en imposant des normes de durabilité considérablement plus sévères et en encourageant les constructeurs à améliorer encore les systèmes de diagnostic embarqués.

La teneur en soufre des carburants joue un rôle important dans tous ces problèmes. Le soufre affecte les performances et la durabilité de nombreux dispositifs de traitement des gaz d'échappement et systèmes embarqués de diagnostic montés sur les véhicules à essence ou diesels, qu'il s'agisse de voitures ou de camions. L'abaissement de la teneur en soufre contribue à réduire les émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures, de particules et de monoxyde de carbone produites par tous les véhicules et les émissions de particules ultra-fines (en particulier de benzène), sont étroitement liées à la teneur en soufre des carburants.

Grâce au carburant désulfuré, les nouveaux modèles de véhicules pourront respecter les normes européennes d'émission les plus récentes. L'utilisation d'essence désulfurée permettra aux futures voitures à essence de réduire considérablement les émissions de CO₂ sans dépasser les limites fixées par la norme EURO4 d'émission de NOx qui entrera en vigueur en 2005. Avec le gazole sans soufre, les utilitaires lourds verront s'améliorer leurs perspectives de satisfaire aux normes EURO4 d'émissions de particules à partir de 2005 et de ne pas dépasser les limites qui pourraient être fixées par la norme EURO5 d'émissions de NOx à partir de 2008. Quant aux utilitaires légers et aux grosses voitures particulières à moteur diesel, le gazole sans soufre leur permettra de satisfaire aux normes EURO4 d'émissions de particules et de NOx.

Les allègements fiscaux ou mesures réglementaires pourraient grandement inciter les raffineries à faire les investissements nécessaires pour produire des quantités suffisantes de carburants désulfurés pour tous les marchés européens dans les délais requis. Une prise de décision rapide concernant le recours à des mesures d'incitation ou l'application d'une limite obligatoire de la teneur en soufre dans les carburants aiderait les raffineurs à contenir les coûts en leur permettant de planifier de façon optimale les investissements et les mises à l'arrêt des installations pour procéder aux adaptations nécessaires, tout en prenant les dispositions requises pour satisfaire aux normes de 50 ppm qui seront obligatoires.

Le rapport conclut en recommandant que tous les gouvernements examinent l'intérêt de prendre des mesures visant à assurer la large disponibilité de carburants sans soufre en fonction de la mise sur le marché de véhicules nécessitant ce type de carburant pour satisfaire aux normes d'émission obligatoires et recommande l'incitation à la production et à la distribution de carburants à basse teneur en soufre et sans soufre afin de réduire immédiatement dans toutes les catégories principales les émissions produites par l'ensemble des véhicules, tant anciens que neufs.

NOTE

1. L'Umwelt Bundesamt (UBA) a réalisé une étude qui montre que les nouveaux modèles de voitures diesel présentent un risque de cancer dix fois supérieur à celui lié à l'utilisation des voitures à essence.

Partie I.

L'évolution des émissions des véhicules

1. CONTEXTE GENERAL ET INTRODUCTION

Les Etats-Unis, l'Europe et le Japon sont parvenus, au fil des ans, à atténuer certains problèmes de pollution atmosphérique, grâce notamment à l'introduction de techniques antipollution sophistiquées, telles que les catalyseurs et l'essence sans plomb. En dépit de ces progrès, les Etats-Unis, l'Europe, le Japon et d'autres pays vont encore renforcer les normes d'émissions au cours des prochaines années en raison de la croissance incessante du trafic et de la persistance des problèmes de qualité de l'air. D'autant que de nouveaux problèmes, tels que les émissions toxiques et le changement climatique, pointent le bout du nez.

Le présent ouvrage se propose de passer en revue les problèmes posés par les émissions des véhicules, l'évolution de la réglementation destinée à les pallier, les progrès accomplis et les domaines qui devraient susciter des inquiétudes pour la santé publique.

Evolution du parc automobile mondial

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, la production de véhicules à moteur est passée d'environ 5 millions d'unités l'an à près de 50 millions d'unités l'an. La croissance de la production s'est opérée à un rythme d'un million de véhicules supplémentaires chaque année. Outre celle des voitures et des camions, la production de motocycles a, elle aussi, rapidement augmenté, en particulier en Asie.

Etant donné que la production automobile augmente plus rapidement que les mises à la ferraille, le nombre des immatriculations croît rapidement, voire s'accélère de par le monde. L'Europe (Europe orientale et ex-URRS comprises) et l'Amérique du Nord s'adjugent chacune quelque 35 % du parc automobile mondial, l'Asie, l'Amérique du Sud, l'Afrique et l'Océanie se partageant, dans l'ordre décroissant, les 30 % restants.

Si l'on se réfère au taux de motorisation, les Etats-Unis, le Japon et l'Europe s'adjugent également les taux de motorisation et d'utilisation des véhicules les plus élevés. Les pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud, non membres de l'OCDE, qui abritent plus de quatre cinquièmes de la population mondiale, n'inscrivent à leur actif qu'un cinquième des immatriculations mondiales de véhicules à moteur. L'Asie et l'Amérique latine seront manifestement les futurs pôles de croissance de l'automobile.

Les moteurs de la croissance automobile

La croissance démographique, l'urbanisation et l'amélioration de la conjoncture économique sont les grands moteurs de la croissance du parc automobile mondial.

Selon des chiffres publiés par les Nations unies, la population mondiale est passée d'environ 2.5 milliards à 6 milliards d'individus fin 1999 et devrait enregistrer une croissance supplémentaire de 50 % d'ici 2050, pour atteindre 9 milliards d'individus. Comme le montre le

tableau ci-dessous, cette croissance ne sera pas répartie équitablement, puisqu'elle touchera surtout les pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique n'appartenant pas à la zone OCDE.

Tableau 1. **Croissance démographique (millions)**

	1950	1998	2050
Monde	2 521	5 901	8 909
Régions développées	813	1 182	1 155
Régions moins développées	1 709	4 719	7 754
Afrique	221	749	1 766
Asie	1 402	3 585	5 268
Europe	547	729	628
Amérique latine et Caraïbes	167	504	809
Amérique du Nord	172	305	392
Océanie	13	30	46

Dans le même temps, toutes les régions du monde continuent à s'urbaniser, à commencer par l'Asie du Sud-Est, du Sud et du Sud-Ouest, où ce processus est le plus rapide. C'est là une évolution importante puisque les taux de motorisation sont plus élevés dans les régions urbaines qu'en rase campagne.

Tableau 2. **Taux de motorisation**

	Couverture urbaine 1999 (%)	Taux de croissance annuel (%)
Asie de l'Est et du Nord-Est	40	2.7
Asie du Sud-Est	38	3.4
Asie du Sud et du Sud-Ouest	31	3.1
Asie du Nord et centrale	68	0.4
Pacifique	70	1.3

Selon les estimations de l'OCDE, le PIB devrait, au cours des vingt prochaines années, enregistrer les taux de croissance les plus élevés en Chine, en Asie de l'Est, en Europe centrale et orientale et dans l'ex-Union soviétique, ce qui stimulera la croissance du parc automobile dans ces régions.

Tableau 3. **Taux de croissance annuel du PIB**

	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
Canada, Mexique et Etats-Unis	2.9	2.5	2	1.6	1.6
Europe occidentale	2.4	2.6	1.5	1.2	1.2
Europe centrale et orientale	3.6	4.5	4.1	3.6	3.6
Japon et Corée	0.75	2.25	1.5	1	1
Australie et Nouvelle-Zélande	3	3.1	2.2	1.75	1.75
Ex-Union soviétique	-2.5	3.5	4.5	4	4
Chine	7.6	5.6	5	4.8	4.8
Asie de l'Est	2.4	4.8	4.8	4.5	4.2
Amérique latine	1.75	3.1	2.9	2.8	2.8
Reste du monde	2.75	3.2	3	3	3

Compte tenu de ces éléments, le parc automobile mondial devrait compter environ 2.65 milliards de véhicules d'ici 2020.

Les véhicules à moteur sont l'une des principales sources de pollution

Les voitures, les camions, les autobus, les autocars et autres véhicules à moteur continuent de porter une part de responsabilité importante dans la pollution atmosphérique. Ils constituent des sources importantes d'émissions de composés organiques volatils (COV) et d'oxydes d'azote – précurseurs de l'ozone troposphérique et des pluies acides – de monoxyde de carbone (CO), de polluants atmosphériques tels que les particules rejetées par les moteurs diesels et de chlorofluorocarbures (CFC).

Dans l'Union européenne, les véhicules routiers et autres sont la plus importante source d'émissions de CO, de NOx, et d'hydrocarbures autres que le méthane¹. Avant l'adoption des normes Euro 3/4, les prévisions indiquaient que les véhicules à moteur resteraient une source d'émission majeure jusqu'en 2010. Dans les régions densément peuplées, les véhicules à moteur peuvent également être une source importante d'exposition aux particules. Actuellement, les véhicules routiers sont responsables de 74 % des émissions d'oxydes d'azote et de 94 % des émissions de fumée noire à Londres. A eux seuls, les véhicules diesels sont à l'origine de 32 % et de 87 % des émissions totales (43 % et 92 % des émissions des véhicules) de ces deux polluants².

Les véhicules à moteur sont également des sources importantes d'émissions aux Etats-Unis et au Japon. Dans les régions fortement peuplées du Nord-Est des Etats-Unis, le trafic autoroutier sera, d'après les estimations de l'Agence pour la protection de l'environnement, responsable de 38 % de l'ensemble des NOx et de 22 % du total des COV répertoriés en 2005, et ce en dépit des normes plus strictes imposées aux véhicules à moteur par le Clean Air Act de 1990³. Le cas des grands centres urbains congestionnés est encore plus préoccupant par l'importance des émissions produites par les véhicules. Une étude récente, utilisant une technique de bilan massique des substances chimiques pour déterminer la source d'émission des particules dans une rue du centre de Manhattan, a ainsi identifié les autobus diesels comme la principale source d'émissions.

Bien que moins solidement documenté, ce constat vaut également pour les pays en développement, où il est de plus en plus manifeste que le trafic automobile porte la plus grosse part de responsabilité dans les problèmes de pollution.

2. PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX LIES AUX EMISSIONS DES VEHICULES A MOTEUR

Les voitures, les camions, les motos, les cyclomoteurs et les autobus rejettent dans l'atmosphère des quantités importantes de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote et de particules fines. L'utilisation de l'essence plombée constitue également une source importante de rejet de plomb dans l'air des villes. Les paragraphes ci-après passent brièvement en revue les effets néfastes exercés sur l'environnement par ces polluants.

Particules

Le terme « particules » désigne d'une manière générale toutes les particules solides et les gouttelettes se trouvant en suspension dans l'air, qu'il s'agisse de poussières, d'impuretés, de fumées ou de gouttelettes. Elles peuvent provenir de sources humaines ou naturelles : poussières balayées par le vent, véhicules automobiles, chantiers de construction, usines et incendies. Des particules se forment également dans l'atmosphère par condensation ou transformation des gaz émis tels que le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils.

Les études scientifiques ont permis d'établir que la présence de particules (seules ou combinées à d'autres polluants dans l'air) n'est pas sans effets sur la santé. Des études de populations humaines et des études en laboratoire sur des animaux et des êtres humains ont montré que les particules peuvent avoir des effets importants sur la santé de l'homme : symptômes respiratoires, aggravation de maladies respiratoires et cardio-vasculaires existantes, altération du système de protection de l'organisme contre les agressions de corps étrangers, atteintes au tissu pulmonaire, carcinogénèse et mortalité précoce, cette liste n'étant pas limitative.

Les particules provoquent également une dégradation des matériaux et des sols et sont l'un des principaux facteurs à l'origine des dômes de brume qui réduisent fortement la visibilité dans de nombreuses régions du monde.

Les émissions de particules directement imputables au trafic automobile et les particules obtenues par transformation des émissions gazeuses produites par les véhicules automobiles sont généralement des particules dites « fines », c'est-à-dire d'un diamètre inférieur à 2.5 microns. Ces particules suscitent des inquiétudes pour la santé parce qu'elles pénètrent jusque dans les alvéoles pulmonaires les plus profondes. Les études scientifiques ont mis en évidence la responsabilité des particules (seules ou combinées à d'autres polluants atmosphériques) dans une série d'atteintes graves à la santé, et notamment une morbidité précoce, l'apparition d'affections respiratoires imposant une hospitalisation parfois urgente, crises d'asthme, symptômes respiratoires aigus entraînant une aggravation de la toux

et une respiration difficile ou douloureuse, bronchite chronique et altération de la fonction pulmonaire se traduisant par une respiration difficile.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement vient de renforcer les normes de qualité de l'air applicables aux particules. Si les normes pour les particules les plus grosses (10 microns au moins) sont plus ou moins demeurées inchangées, de nouvelles normes ont, en revanche, été édictées pour les particules fines (2.5 microns ou moins), à savoir 15 micro grammes par m³ sur une base annuelle et 65 micro grammes par m³ sur une base journalière.

L'Air Resources Board de Californie (CARB) a procédé à une évaluation des émissions produites par les moteurs diesels afin de leur conférer éventuellement le statut de « contaminant toxique de l'air » et de les faire figurer dans le programme d'identification des polluants atmosphériques toxiques. Pour déterminer l'effet cancérigène éventuel de ces émissions, l'OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) a passé en revue toutes les études animales et de mutagénicité contrôlées de même que les études portant sur les populations de travailleurs exposés aux émissions diesels. Ce bureau a ainsi analysé pas moins de 30 études sur le risque de cancer chez l'homme lié à une exposition aux émissions diesels sur le lieu de travail et a conclu que les travailleurs exposés à ce type d'émissions couraient un risque systématiquement accru de développer un cancer du poumon. La cohérence des résultats obtenus prouve, selon le California Air Resources Board (CARB), qu'ils ne sont ni le fruit du hasard, ni biaisés, ni imputables à une quelconque confusion.

Le CARB en a dès lors conclu que les taux accrus de cancer du poumon observés dans les études épidémiologiques ne pouvait raisonnablement et vraisemblablement s'expliquer que par l'existence d'un lien de causalité entre l'exposition aux émissions diesels et le développement du cancer du poumon.

Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et insipide produit par la combustion incomplète des hydrocarbures. Le CO pénètre dans le sang par les poumons et altère ainsi le transport d'oxygène vers les organes et les tissus. Le risque lié à une exposition à de faibles doses de CO est le plus élevé chez les individus souffrant d'affections cardio-vasculaires, et en particulier chez les personnes atteintes d'angine de poitrine ou de maladies artérielles périphériques. Les sujets sains sont également affectés, mais seulement à des degrés d'exposition plus élevés. Ils peuvent, dans ce cas, voir s'amoinrir leur acuité visuelle, leur capacité de travail, leur dextérité manuelle et leur capacité d'apprentissage et d'exécution de tâches complexes.

Oxydes d'azote (NOx)

Les émissions de NOx ont des effets très diversifiés sur la santé et le bien-être. Le dioxyde d'azote peut irriter les poumons et diminuer la résistance aux infections respiratoires (tels que la grippe). Les émissions de NOx constituent un important précurseur des pluies acides, qui peuvent affecter les écosystèmes terrestres et aquatiques. Les retombées d'azote atmosphérique provoquent un enrichissement excessif en nutriments conduisant à une eutrophisation. C'est, notamment, le cas dans la baie de Chesapeake et dans de nombreux autres estuaires d'importance nationale le long de la côte Est des Etats-Unis et du golfe de Floride. L'eutrophisation peut avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau et de l'environnement aquatique : accroissement des nuisances et prolifération d'algues toxiques, prolifération du phytoplancton, appauvrissement de la teneur en oxygène en eaux profondes et diminution de l'intensité lumineuse préjudiciable à la végétation aquatique immergée et

donc à l'équilibre des écosystèmes estuariers. Le dioxyde d'azote et les nitrates en suspension dans l'air contribuent aussi à la formation de dômes de brume polluants, qui réduisent la visibilité et diminuent parfois la valeur des biens immobiliers et les recettes tirées du tourisme.

Oxydants photochimiques (ozone)

L'ozone n'est pas rejeté directement dans l'atmosphère. Il est formé par l'action du rayonnement solaire et de la chaleur sur les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV), c'est-à-dire principalement les hydrocarbures rejetés par les véhicules. L'ozone des basses couches de l'atmosphère se forme facilement, surtout lors des chaudes journées d'été. Les COV sont émis par diverses sources : véhicules à moteur, usines chimiques, raffineries, industries, biens de consommation et produits commerciaux et autres sources industrielles. Les COV sont également émis par des sources naturelles, telles que la végétation. Quant aux NOx, ils sont rejetés par les véhicules à moteur, les centrales électriques et d'autres sources de combustion. Les concentrations d'ozone fluctuent d'année en année et de ville en ville en fonction des conditions climatiques. L'ozone peut également être transporté à des centaines de kilomètres des sources de pollution sous l'action du vent.

L'ozone des basses couches de l'atmosphère est le principal composant du smog, ce dôme de pollution qui recouvre de nombreuses régions en été⁴. Des expositions, même brèves (1 à 3 heures), à de fortes concentrations d'ozone atmosphérique ont été corrélées à des problèmes respiratoires nécessitant une hospitalisation parfois urgente. Des expositions répétées peuvent aggraver les symptômes et la fréquence des épisodes chez les sujets souffrant d'affections respiratoires telles que l'asthme. Une altération significative de la fonction pulmonaire et une aggravation des symptômes respiratoires, tels que les douleurs thoraciques et toux, sont quelques-uns des autres effets imputés à une exposition même brève à l'ozone. Ces effets sont généralement associés à l'exercice d'une activité physique ou à un effort moyen ou intense. Les sujets les plus exposés sont les enfants jouant à l'extérieur durant la période estivale, les travailleurs extérieurs et les personnes souffrant d'affections respiratoires préexistantes, telles que l'asthme. Enfin, une exposition prolongée à l'ozone peut altérer de manière irréversible la fonction pulmonaire et entraîner un vieillissement chronique des poumons ou l'apparition de maladies respiratoires chroniques.

L'ozone atmosphérique affecte aussi le rendement des récoltes, freine la croissance des forêts et altère les matériaux. Parce que l'ozone des basses couches diminue la capacité des végétaux à produire et à stocker des nutriments, les végétaux résistent moins bien à la maladie, aux insectes, aux mauvaises conditions climatiques et à d'autres situations de stress environnemental. L'ozone attaque chimiquement les élastomères (caoutchouc naturel et certains polymères de synthèse), les fibres et les colorants textiles et, dans une moindre mesure, les peintures. Ainsi, les élastomères deviennent cassants et se craquellent alors que les colorants pâlissent sous l'effet de l'ozone.

L'ozone est aussi un gaz à effet de serre, qu'il s'agisse de l'ozone atmosphérique ou troposphérique⁵. Cela signifie que l'ozone absorbe le rayonnement infrarouge émis par la terre, le capture avant qu'il ne s'échappe en direction de l'espace et en réémet une fraction vers la Terre. Le rôle précis joué par l'ozone dans les changements climatiques est très complexe et encore mal compris. Les taux d'ozone dans l'atmosphère varient dans l'espace, tant régionalement que verticalement, et atteignent les valeurs les plus élevées dans les zones urbaines où les gaz précurseurs sont les plus abondants. C'est précisément cette variabilité qui rend délicate l'évaluation des tendances globales à long terme.

Plomb

Une série d'études cliniques, épidémiologiques et toxicologiques menées au cours de ce siècle a permis d'établir la toxicité du plomb, d'en définir la nature et d'en explorer les mécanismes, les jeunes enfants étant cités comme population particulièrement exposée. Comme l'indique le document publié en 1995 par le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISC, Critères d'hygiène de l'environnement - le Plomb), le plomb affecte de nombreux organes et systèmes de notre organisme, les effets les plus sensibles étant relevés au niveau des mutations sous-cellulaires et du neuro-développement. Des études transversales et prospectives sur des populations présentant des taux de plomb généralement inférieurs à 25 µg/décilitre de sang ont ainsi mis en évidence une diminution du quotient intellectuel (QI).

Comme le note le PISC, les études épidémiologiques n'ont, à ce jour, pas permis de fixer un seuil irréfutable. A des taux inférieurs à 10-15 µg/décilitre de sang, la méconnaissance du rôle précis joué par les diverses variables et le manque de précision des relevés analytiques et psychométriques augmentent le degré d'incertitude inhérent à tout exercice d'estimation des effets. Cela étant, une corrélation a néanmoins pu être établie, même sous ce seuil, par certaines études. Des études menées sur des animaux ont ainsi permis d'établir une relation de cause à effet entre le plomb d'une part et des effets sur le système nerveux d'autre part. On a notamment mis en évidence un déficit des fonctions cognitives à des taux de plombémie aussi bas que 11-15 µg/décilitre de sang, déficit qui persiste parfois bien au-delà de la fin de la période d'exposition au plomb. Parmi les autres effets sur la santé, on retiendra :

- Une diminution de la fonction motrice sensorielle.
- Une diminution de la fonction rénale.
- Certaines études épidémiologiques, mais pas toutes, ont établi une corrélation entre des naissances avant terme et la présence de plomb (le phénomène étant fonction de la dose) et certaines ont mis en évidence des signes de croissance et de maturation du fœtus à des taux de plombémie de 15 µg/décilitre de sang ou plus.
- Une légère augmentation de la tension artérielle.

Le plomb (et ses composés) peut être rejeté à tout moment dans l'environnement, c'est-à-dire tant lors de son extraction que lors de sa fusion, de sa transformation, de son utilisation, de son recyclage ou de son élimination. Dans les pays où l'essence au plomb est encore utilisée, les principaux rejets dans l'atmosphère proviennent de sources de combustion statiques ou mobiles. Les régions situées à proximité de mines et de fonderies de plomb présentent des niveaux d'émissions élevés.

Le plomb en suspension dans l'air peut retomber sur le sol et dans l'eau, et atteindre ainsi l'être humain par le biais de la chaîne alimentaire et de l'eau potable. Il est également l'un des grands responsables de la présence de plomb dans les poussières ménagères.

Compte tenu de tous ces risques, il a été convenu de progressivement bannir l'utilisation des essences plombées⁶.

- En décembre 1994, lors du Sommet des Amériques, les chefs d'Etat d'un certain nombre de pays se sont engagés à élaborer des programmes nationaux d'action visant à éliminer progressivement l'essence plombée dans l'hémisphère occidental.

- En mai 1996, la Banque mondiale a appelé à une élimination, à l'échelle de la planète, de l'essence plombée et a proposé d'aider les pays à établir des calendriers réalistes et à mettre en place des cadres incitatifs.
- Une recommandation clef de la troisième Conférence ministérielle sur l' Environnement pour l'Europe, qui s'est tenue à Sofia en octobre 1995, a appelé à la réduction, et à terme, à l'élimination du plomb dans l'essence.
- En juin 1996, la deuxième conférence des Nations unies sur les établissements humains, baptisée Habitat II, a inscrit l'élimination de l'essence plombée à son ordre du jour.
- En mai 1997, les ministres de l'environnement du G7 plus la Russie ont souscrit à la déclaration des responsables de l'environnement du G8 concernant la santé environnementale des enfants, qui prévoyait l'élimination progressive de l'essence plombée.

Agents de balayage

Lorsque l'on découvre que les additifs au plomb possédaient des propriétés particulières capables d'améliorer l'indice d'octane de l'essence, on se rendit également compte que ces additifs étaient sources de nombreux problèmes au niveau des véhicules, le moindre n'étant pas la formation d'un dépôt dans la chambre de combustion et sur les têtes de bougies, avec pour conséquence une diminution de la durée de vie des pièces. Pour résoudre ces problèmes, on ajouta, outre le plomb, des agents de balayage destinés à accroître la volatilité des produits intervenant dans la combustion et, partant, à en faciliter le rejet par les gaz d'échappement. Ces agents de balayage sont toujours utilisés aujourd'hui dans l'essence plombée.

Des fractions importantes de ces additifs se retrouvent donc dans les gaz d'échappement à cause de ces agents de balayage. Or, le National Cancer Institute a malheureusement démontré que ces agents, et en particulier le dibromo-1,2 éthane, sont cancérigènes pour les animaux et potentiellement cancérigènes pour les êtres humains⁷. L'éradication des agents de balayage en plus du plomb pourrait donc être très bénéfique pour la santé.

Autres émissions toxiques

Le « Clean Air Act » de 1990 avait notamment imposé à l'Agence pour la protection de l'environnement la réalisation d'une étude sur les émissions des polluants atmosphériques toxiques associés aux carburants et aux véhicules à moteur. Cette étude a mis en évidence l'existence d'un risque global de cancer lié à une exposition aux émissions automobiles. Elle est notamment parvenue à chiffrer ce risque global à 720 cas de cancer aux Etats-Unis. Pour toutes les années couvertes, le 1,3-butadiène est responsable de la majorité de ces cas de cancer, à savoir 58 à 72 % du risque total lié à une exposition aux émissions toxiques des véhicules à moteur, ce qui s'explique par le risque unitaire élevé d'exposition au 1,3-butadiène.

Les composés organiques polycycliques (COP) occupent le deuxième échelon dans l'échelle des risques de cancer liés à une exposition aux émissions des véhicules à moteur. Il y a corrélation entre les émissions de particules et de COP et les moteurs à essence et diesels présentent dès lors plus ou moins le même profil de risque à l'égard des COP. Le risque conjugué lié à une exposition aux particules des moteurs à essence et diesels est compris, selon l'année, entre 16 et 28 % du risque total lié à une exposition aux émissions toxiques des véhicules. Le risque imputable au benzène est égal

à 10 % du total des cas pour l'ensemble des années considérées. Les aldéhydes, et plus spécialement le formaldéhyde, sont responsables de 4 % du total des cas pour l'ensemble des années considérées.

Deux rapports publiés au cours de ces derniers mois dressent un état des lieux des taux d'exposition actuels et prévisibles à un large éventail de substances chimiques présentes dans l'air ambiant et confrontent ces taux aux niveaux-guides à respecter dans le cadre d'une politique de la santé. Ces études ont mis en évidence la présence, à fortes doses, de polluants atmosphériques toxiques associés à des sources mobiles, le risque de cancer étant en l'espèce supérieur à 1/10 000. Ces nouvelles analyses indiquent que l'étude réalisée par l'Agence pour la protection de l'environnement (« Motor Vehicle – related Air Toxics Study ») pourrait bien avoir sous-estimé le problème.

En février 1998, l'Agence des ressources naturelles du Vermont publia un rapport comparant, notamment, les normes sanitaires fixées par l'Etat précité en ce qui concerne les substances présentes dans l'air ambiant avec les relevés effectués dans des stations de contrôle durant la période 1993-1998. Il en ressortait que les taux mesurés de certains contaminants de l'air étaient de loin supérieurs aux normes sanitaires en vigueur et que les contaminants provenant de sources mobiles étaient présents à des doses beaucoup plus élevées dans les villes qu'en rase campagne.

En avril et mai 1998, des scientifiques de l'Agence pour la protection de l'environnement ont publié deux articles, soumis préalablement à l'analyse critique de la communauté scientifique, concernant le « Cumulative Exposure Project » lancé par l'Agence. Ces articles ont notamment révélé qu'en 1990, vingt millions de personnes étaient, aux Etats-Unis, exposées à des concentrations de polluants atmosphériques toxiques faisant courir un risque de cancer supérieur à 1/10 000. Ces chiffres ont été obtenus par modélisation des émissions de polluants atmosphériques dangereux, validés ensuite par des relevés sur le terrain. L'étude de l'Agence pour la protection de l'environnement est arrivée à des conclusions analogues à celle du Vermont.

Le tableau ci-dessous compare les résultats obtenus respectivement par les études du Vermont et de l'Agence pour la protection de l'environnement pour six contaminants associés à des sources mobiles. Dans la plupart des cas, les concentrations effectivement mesurées dans l'air ambiant au Vermont (les sources y sont relativement peu nombreuses) sont inférieures à la moyenne des valeurs maximales obtenues par modélisation pour l'ensemble des secteurs de recensement. Les normes sanitaires arrêtées par le Département de la santé du Vermont et validées par des spécialistes de la santé publique sont virtuellement les mêmes que les normes sanitaires estimées par les scientifiques de l'Agence pour la protection de l'environnement.

Tableau 4. **Polluants atmosphériques toxiques : comparaison entre les relevés réels ou modélisés et les normes de santé publique (microgrammes/mètre cube)**

Polluant atmosphérique toxique	Concentrations effectivement mesurées ou modélisées		Normes sanitaires	
	Vermont (moyennes annuelles maxi)	EPA (concentrations maxi obtenues par modélisation dans les secteurs couverts)	Normes du Vermont	Niveaux de réf. estimés par l'EPA
Benzène	4.05	79	0.12	0.12
1.3 butadiène	0.95	6.7	0.0019	0.0036
Formaldéhyde	10.2	52	0.078	0.077
Acétaldéhyde	4.65	21	0.45	0.45
Xylène	8.09	72	1033	300
Toluène	11.87	89	400	400

L'étude du Vermont et le Cumulative Exposure Project de l'EPA permettent de conclure que :

- Les risques que font subir les polluants atmosphériques toxiques imputables à des sources mobiles sont dans la fourchette des risques mis en avant par les services de santé publique.
- Même les centres urbains de petite taille n'échappent pas aux risques liés aux polluants atmosphériques toxiques précités.

Changement climatique

Les effets néfastes directs sur la santé ne sont pas les seules inquiétudes suscitées par les émissions des véhicules. D'autres sujets de préoccupation sont, notamment, le réchauffement planétaire et l'effet de serre. Le réchauffement par effet de serre se produit lorsque certains gaz piègent une partie du rayonnement infrarouge émis en retour sous forme de chaleur par la Terre. Le réchauffement qui en découle est naturel et nécessaire. En l'absence de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone, de méthane et d'autres gaz (à effet de serre) capables d'absorber les infrarouges et de capter une partie de la chaleur émise en retour, la température sur Terre serait plus froide de 33°C et la vie telle que nous la connaissons aujourd'hui ne serait pas possible. La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O) et l'ozone (O₃) sont quelques-uns des gaz à effet de serre dits naturels.

D'autres, tels que les substances halogénées contenant notamment du fluor, du chlore ou du brome, sont en revanche des gaz à effet de serre provenant pour l'essentiel, des activités industrielles. Les CFC (chlorofluorocarbures) et les HCFC (hydrochlorofluocarburés) sont des hydrocarbures halogénés contenant du chlore alors que les hydrocarbures contenant du brome sont connus sous le nom de halons. Les HFC (hydrofluorocarbures), les PFC (perfluorocarbures) et le SF₆ (hexafluorure de soufre) figurent parmi les autres composés halogénés qui contiennent du fluor.

Il existe également des gaz qui, même s'ils n'ont pas d'effet direct sur le réchauffement planétaire, contribuent à la formation et à la destruction de l'ozone, qui, lui, possède bel et bien cette

capacité d'absorption des radiations terrestres. Il s'agit notamment du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NOx) et des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

Les aérosols, des particules solides ou liquides infinitésimales souvent produites par des émissions de dioxyde de soufre (SO₂), peuvent également affecter les capacités d'absorption de l'atmosphère.

Bien que le CO₂, le CH₄ et le N₂O soient présents à l'état naturel dans l'atmosphère, leur concentration a augmenté, en grande partie en raison des activités humaines. Depuis 1800, les concentrations de ces gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont augmenté respectivement de 30, 145 et 15 % (GIEC, 1996). Cette accumulation a modifié la composition de l'atmosphère terrestre et pourrait bien affecter le système climatique mondial.

Depuis le début des années 50, l'utilisation des CFC et des autres substances appauvrissant l'ozone avait augmenté à un rythme annuel de près de 10 % et ce jusqu'au milieu des années 80 lorsque, craignant un appauvrissement de la couche d'ozone, la communauté internationale décida de signer le protocole de Montréal. Depuis, la consommation des substances appauvrissant l'ozone, en cours d'élimination totale, a rapidement chuté. En revanche, celle des produits de substitution, tels que les HFC, les PFC et le SF₆ a connu une ascension fulgurante, alors que tous sont des amplificateurs puissants de l'effet de serre.

Au cours des siècles écoulés, les activités humaines ont non seulement augmenté les concentrations des gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère mais aussi ajouté à ce mélange de nouveaux et très puissants gaz « capteurs » d'infrarouges. Mais il y a plus grave. Au cours des dernières décennies, l'atmosphère a commencé, sous l'effet de ces activités humaines, à subir des mutations à un rythme fortement accéléré. A scénario inchangé, les scientifiques sont de plus en plus nombreux à estimer que l'accumulation dans l'atmosphère des gaz à effet de serre rejetés par la combustion des combustibles fossiles et par les activités industrielles, agricoles et forestières risque de transformer notre inoffensive « serre » atmosphérique en un « piège à chaleur » de plus en plus chaud, selon les propres termes utilisés par l'ancien premier Ministre norvégien, M. Gro Harlem Brundtland, pour décrire ce réchauffement excessif.

Fin novembre 1995, le groupe de travail I du GIEC concluait que « tout porte à croire que l'activité humaine a une influence perceptible sur le climat de la terre ». En décembre 1997, forts de ce consensus, des pays du monde entier signèrent le Protocole de Kyoto complétant le Traité sur le changement climatique. Les lignes de force de ce protocole étaient notamment les suivantes :

REDUCTIONS : Trente-huit nations industrialisées se sont engagées à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre en dessous de leurs niveaux de 1990 d'ici 2008-2010. Les réductions seraient de 8 % dans l'Union européenne, de 7 % aux Etats-Unis et de 6 % au Japon. Certains pays ont souscrit à des réductions plus faibles, d'autres (plus rares) n'ont, dans l'état actuel des choses, aucune réduction à appliquer. Globalement, les nations industrialisées seraient ainsi amenées à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre d'un peu plus de cinq pour cent.

GAZ CONCERNES : les limitations concernent six gaz : le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde d'azote et trois hydrocarbures halogénés utilisés comme produits de substitution des chlorofluorocarbones appauvrissant l'ozone.

REDUCTIONS EXTERNES : les pays qui ne respectent pas leurs objectifs en matière de réduction peuvent convenir avec ceux qui font mieux que prévu de leur racheter les « quotas »

excédentaires. Ce mécanisme pourrait favoriser l'adoption de la démarche de réduction la plus efficace par rapport aux coûts.

APPLICATION EFFECTIVE : les parties signataires se réuniront ultérieurement pour examiner les « mesures appropriées et efficaces » à adopter pour régler les cas de non-respect.

PAYS EN DEVELOPPEMENT : les pays en développement, dont certains, tels la Chine et l'Inde, émettent des quantités importantes de gaz à effet de serre, sont invités à fixer des objectifs de réduction volontaires.

PROCHAINE ETAPE : l'accord approuvé par la conférence de Kyoto entrera en vigueur dès qu'il aura été ratifié par 55 nations, représentant 55 % des émissions de dioxyde de carbone (année de référence : 1990). Il ne deviendra contraignant pour chaque pays qu'après ratification complète par son gouvernement.

La mise en œuvre de cet accord ne sera possible que si des améliorations importantes sont apportées à la consommation de carburant et aux émissions de dioxyde de carbone produites par les véhicules.

3. PROGRAMMES DE LUTTE CONTRE LES EMISSIONS DANS L'UNION EUROPEENNE, AUX ETATS-UNIS ET AU JAPON

Des progrès rapides dans la lutte contre les émissions

Les législateurs de la plupart des régions du monde ont sensiblement renforcé leur réglementation sur les véhicules à moteur afin de prendre en compte les préoccupations sanitaires et environnementales évoquées ici avant. Les lignes qui suivent résument les principaux développements récents dans ce domaine.

Union européenne

Afin de jeter les bases techniques de la future politique de l'Union européenne en matière d'émissions des véhicules routiers, la Commission européenne a, en 1994 et en collaboration avec l'association des constructeurs européens d'automobiles (ACEA) et l'industrie pétrolière (Europia), lancé un programme européen baptisé « Auto-Oil ». La première phase du programme fut bouclée en 1996 et, après deux ans de peaufinage, le Parlement européen et le Conseil des ministres de l'environnement adoptèrent, en 1998, un dossier en trois volets destiné à réduire la pollution provoquée par le transport routier. Ces trois volets couvrent :

- Les mesures à prendre pour lutter contre la pollution atmosphérique imputable aux émissions produites par les voitures particulières (modification de la directive 70/220/CEE).

- Les mesures à prendre pour lutter contre la pollution atmosphérique imputable aux émissions produites par les utilitaires légers (camionnettes à plateau découvert, camionnettes de livraison, etc.), modifiant la même directive.
- La qualité des essences et des combustibles diesels (modification de la directive 93/12/CEE).

D'une manière générale, le programme Auto-Oil se compose de cinq grandes parties couvrant respectivement :

- La qualité des combustibles.
- Les émissions produites par les voitures particulières.
- Les émissions produites par les utilitaires légers.
- Les émissions produites par les utilitaires lourds.
- L'adaptation des dispositions régissant le contrôle technique.

Les directives visent plus spécifiquement, à :

- Maîtriser les paramètres de la composition de l'essence et du carburant diesel qui influencent le niveau des émissions atmosphériques produites, et en particulier le soufre, le benzène, les composés aromatiques et le plomb.
- Réduire les valeurs limites applicables à certains polluants pour les nouveaux modèles de véhicules mis sur le marché.
- Par ailleurs, il convient d'assurer une meilleure maîtrise des émissions quotidiennes des véhicules en service par l'obligation d'équiper les véhicules d'un système de diagnostic embarqué et l'introduction d'une nouvelle procédure d'essai et d'un nouvel essai destiné à limiter les émissions par évaporation.

Les directives sont interdépendantes étant donné que la qualité des combustibles a une incidence considérable sur les émissions, en particulier au regard de l'utilisation du catalyseur. Elles entreront donc en vigueur simultanément le 1er janvier 2000.

Les normes applicables aux voitures particulières et aux utilitaires légers de la classe 1 sont identiques. En revanche, les "gros" utilitaires légers des classes 2 et 3 sont soumis à des normes plus clémentes, assises sur le poids.

En ce qui concerne les utilitaires lourds, la proposition initiale de la Commission, modifiée par le Conseil, a été approuvée par le Parlement en novembre 1999. La proposition de la Commission concernant le contrôle technique est, elle, toujours pendante.

L'annexe A passe en revue les décisions européennes récentes concernant les véhicules et les combustibles.

États-Unis

Les normes en matière d'émissions des véhicules, dont les traits saillants sont résumés à l'annexe B, sont en grande partie régies par les amendements apportés au « Clean Air Act » de 1990. L'Agence américaine pour la protection de l'environnement a adopté il y a peu les normes dites de la

« phase 2 » (Tier 2) applicables aux voitures et aux utilitaires légers, qui abaissent les plafonds des émissions et ramènent à 30 ppm la teneur en soufre de l'essence.

On retiendra en particulier les décisions imposant, à terme, des normes d'émissions identiques aux voitures et aux utilitaires légers (jusqu'à 10 000 livres de PTC) d'une part et aux véhicules à essence et diesels d'autre part.

L'Agence a également annoncé qu'elle avait sensiblement renforcé les normes d'émissions applicables aux autobus et aux poids lourds et les normes relatives à la concentration de soufre dans le gazole.

Californie

Traditionnellement confrontée aux problèmes de pollution atmosphérique les plus graves aux Etats-Unis et pionnière dans le domaine des émissions de véhicules, qu'elle a commencé à réglementer avant l'Etat fédéral, la Californie s'est vue octroyer un statut particulier par le Clean Air Act et autoriser l'adoption d'un programme spécifique de lutte contre les émissions à condition que ce programme protège aussi bien la santé publique que le programme national. En revanche, les autres Etats ont pour seule alternative les programmes californien ou fédéraux et ne sont donc pas autorisés à fixer leurs propres normes. Ainsi, les Etats de New York et du Massachusetts ont, au cours des dernières années, choisi d'appliquer les normes californiennes.

En ce qui concerne la lutte contre les émissions des véhicules légers, la Californie a toujours eu plusieurs années d'avance sur l'Agence de protection de l'environnement, en particulier en ce qui concerne la pollution par les oxydes d'azote et les hydrocarbures. Les programmes qu'elle a adoptés dans ce domaine (véhicules à faibles émissions – LEV et LEV2) ont introduit non seulement des normes d'émissions sévères mais aussi des dispositions spécifiques encourageant la vente de véhicules de haute technologie, tels que les véhicules alimentés par des batteries électriques ou des piles à combustible. L'annexe C évoque plus en détail le programme californien.

Japon

Avant le resserrement récent, les normes japonaises applicables aux véhicules alimentés à l'essence ou au GPL sont restées stables pendant une vingtaine d'années. Quant aux normes applicables aux véhicules, si elles sont restées à la traîne par rapport aux normes européennes et américaines jusqu'à la moitié des années 90, elles ont depuis été progressivement renforcées, notamment pour les utilitaires lourds (diesels), soumis depuis fin 98 à des normes encore plus strictes. L'annexe D passe en revue les principales dispositions japonaises régissant les émissions des véhicules.

Reste du monde

Nombreux sont les pays en développement à avoir tiré parti des technologies mises au point dans le monde développé, puisque près de 80 % des nouvelles voitures produites l'an dernier étaient équipées de catalyseurs et environ 80 % des essences vendues dans le monde étaient non plombées.

Comparaison des programmes européens, américains et japonais

Il est indéniable que les principaux pays de l'OCDE s'attachent à fortement réduire les émissions produites par les nouveaux véhicules. Toutefois, dans la mesure où chaque région utilise des procédures d'essai différentes, il est difficile de faire des comparaisons précises quant à la sévérité des limitations respectives. Faisant abstraction du problème des procédures d'essai, les tableaux et graphiques ci-dessous font la synthèse des différentes normes appliquées dans chaque région aux émissions d'oxyde d'azote et de particules.

Tableau 5. Normes d'émissions des voitures
Oxydes d'azote (essence)

		Année d'introduction	g/km	Durée de vie utile (km)
Etats-Unis (national)	Phase 1	1994	0.373	160 000
	VFEN^a	2001	0.186	160 000
	Phase 2^b	2004	0.043	193 080
Californie	VFE(Calif.)^c	1994	0.373	160 000
	VFE	1994	0.186	160 000
	VTFE	1994	0.186	160 000
	VFE2^d	2004	0.043	193 080
	VTFE2	2004	0.043	193 080
	VUFE	2004	0.012	193 080
Japon	Japan 2000	2000	0.080	80 000
UE	Euro 3	2000	0.150	80 000
	Euro 4	2005	0.080	100 000

- Les normes nationales applicables aux véhicules à faibles émissions seront d'abord introduites en 1999 dans quelques Etats du Nord-Est des Etats-Unis avant d'entrer en vigueur, à l'échelle nationale, en 2001.
- Les normes de la phase 2 seront progressivement introduites en 2004 de manière à s'aligner sur la norme décroissante fixée par l'Agence pour la protection de l'environnement, visant à progressivement abaisser les NOx moyens rejetés par le parc de voitures (cf. annexe B). Toutes les voitures et petits utilitaires légers alimentés à l'essence et au gazole devront se conformer à la norme moyenne d'ici 2007 ; les "gros" utilitaires légers devront s'y conformer d'ici 2009.
- Les normes californiennes VFET, VFE et VTFE seront progressivement appliquées par les constructeurs de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne du parc décrite à l'annexe C.
- Les normes californiennes VFE2, VTFE2 et VUFE seront progressivement appliquées par les constructeurs à partir de 2004 de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne décroissante du parc décrite à l'annexe C.

On constate, à la lecture du tableau, que les normes de pollution par les NOx seront sérieusement renforcées dans les trois régions d'ici 2005. Toutefois, les normes applicables à la durée de vie restent très nettement inférieures à la réalité en Europe et au Japon.

Tableau 6. Normes d'émissions des voitures
Oxydes d'azote (diesel)

		Année d'introduction	g/km	Durée de vie utile (km)
Etats-Unis (national)	Phase 1	1994	0.777	160 000
	VFEN^a	2001	0.186	160 000
Californie	Phase 2^b	2004	0.043	193 080
	VFE(Calif.)^c	1994	0.373	160 000
	VFE	1994	0.186	160 000
	VTFE	1994	0.186	160 000
	VFE2^d	2004	0.043	193 080
	VTFE2	2004	0.043	193 080
	VUFE	2004	0.012	193 080
Japon	Japan 2002	2002	0.280	80 000
UE	Euro 3	2000	0.500	80 000
	Euro 4	2005	0.250	100 000

- Ces normes seront d'abord introduites en 1999 dans quelques Etats du Nord-Est des Etats-Unis avant d'entrer en vigueur, à l'échelle nationale, en 2001.
- Les normes de la phase 2 seront progressivement introduites en 2004 de manière à s'aligner sur la norme décroissante fixée par l'Agence pour la protection de l'environnement, visant à progressivement abaisser les NOx moyens rejetés par le parc de voitures (cf. annexe B). Toutes les voitures et petits utilitaires légers alimentés à l'essence et au gazole devront se conformer à la norme moyenne d'ici 2007 ; les gros utilitaires légers devront s'y conformer d'ici 2009.
- Les normes californiennes VFET, VFE et VTFE seront progressivement appliquées par les constructeurs de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne du parc décrite à l'annexe C.
- Les normes californiennes VFE2, VTFE2 et VUFE seront progressivement appliquées par les constructeurs à partir de 2004 de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne décroissante du parc décrite à l'annexe C.

En ce qui concerne les voitures diesels, il est clair que l'Union européenne et le Japon, même s'ils vont considérablement durcir les normes NOx au cours des prochaines années, maintiendront celles-ci à un niveau sensiblement plus accommodant que pour les véhicules alimentés à l'essence et qu'ils se démarquent en cela des Etats-Unis.

Tableau 7. Normes d'émissions des voitures
Particules (diesel)

		Année d'introduction	g/km	Durée de vie utile (km)
Etats-Unis (national)	Phase 1	1994	0.062	160 000
	VFEN^a	2001	0.050	160 000
	Phase 2^b	2004	0.006	193 080
Californie	VFE(Calif.)^c	1994	0.050	160 000
	VFE	1994	0.050	160 000
	VTFE	1994	0.025	160 000
	VFE2^d	2004	0.006	193 080
	VTFE2	2004	0.006	193 080
Japon	VUFE	2004	0.006	193 080
	Japan 2002	2002	0.052	80 000
UE	Euro 3	2000	0.050	80 000
	Euro 4	2005	0.025	100 000

- Ces normes seront d'abord introduites en 1999 dans quelques Etats du Nord-Est des Etats-Unis avant d'entrer en vigueur, à l'échelle nationale, en 2001.
- Les normes de la phase 2 seront progressivement introduites en 2004 de manière à s'aligner sur la norme décroissante fixée par l'Agence pour la protection de l'environnement, visant à progressivement abaisser les NOx moyens rejetés par le parc de voitures (cf. annexe B). Toutes les voitures et petits utilitaires légers alimentés à l'essence et au gazole devront se conformer à la norme moyenne d'ici 2007 ; les gros utilitaires légers devront s'y conformer d'ici 2009.
- Les normes californiennes VFET, VFE et VTFE seront progressivement appliquées par les constructeurs de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne du parc décrite à l'annexe C.
- Les normes californiennes VFE2, VTFE2 et VUFE seront progressivement appliquées par les constructeurs à partir de 2004 de manière à se conformer à la norme NMOG moyenne décroissante du parc décrite à l'annexe C.

Comme le montrent les tableaux ci-dessous, les progrès sont également considérables en ce qui concerne les émissions des utilitaires lourds et des moteurs qui les équipent.

Il apparaît clairement que, contrairement aux normes « voitures », l'Union européenne a adopté les normes les plus draconiennes en matière de véhicules lourds. L'Agence américaine pour l'environnement a fait part de son intention d'adopter une nouvelle série de normes « utilitaires lourds » l'an prochain. D'ici là, les normes américaines resteront nettement en deçà des spécifications de l'Union européenne.

Tableau 8. Normes d'émission d'oxyde d'azote pour les utilitaires lourds diesels
(g/kwh)

Année	Camions Etats-Unis	Proposition probable Etats-Unis	UE ^a	Japon
1990	8.2		15.8	
1991	7.2		15.8	
1992	7.2		15.8	
1993	7.2		9	
1994	7.2		9	6
1995	7.2		9	6
1996	7.2		7	6
1997	7.2		7	6
1998	5.8		7	4.5
1999	5.8		7	4.5
2000	5.8		5	4.5
2001	5.8		5	4.5
2002	5.8		5	4.5
2003	2.9		5	3.38
2004	2.9		5	3.38
2005	2.9		3.5	3.38
2006	2.9		3.5	3.38
2007		0.16	3.5	3.38
2008		0.16	2	3.38
2009		0.16	2	3.38
2010		0.16	2	3.38

a. Euro 3 dès 2005 et Euro 4 dès 2008.

Tableau 9. Normes d'émission de particules pour les utilitaires lourds diesels
(g/kwh)

Année	Camions Etats-Unis	Proposition probable Etats- Unis	Autobus Etats-Unis	UE ^a	Japon
1993	0.3		0.15	0.4	
1994	0.15		0.105	0.4	
1995	0.15		0.105	0.4	
1996	0.15		0.075	0.15	0.25
1997	0.15		0.075	0.15	0.25
1998	0.15		0.075	0.15	0.25
1999	0.15		0.075	0.15	0.25
2000	0.15		0.075	0.1	0.25
2001	0.15		0.075	0.1	0.25
2002	0.15		0.075	0.1	0.25
2003	0.15		0.075	0.1	0.18
2004	0.15		0.075	0.1	0.18
2005	0.15		0.075	0.02	0.18
2006	0.15		0.075	0.02	0.18
2007		0.075	0.0075	0.02	0.18
2008		0.075	0.0075	0.02	0.18
2009		0.075	0.0075	0.02	0.18
2010		0.075	0.0075	0.02	0.18

a. Euro 3 dès 2005 et Euro 4 dès 2008.

Figure 1. **Limites des émissions des voitures : Comparaison Union Européenne, Etats-Unis, Japon**

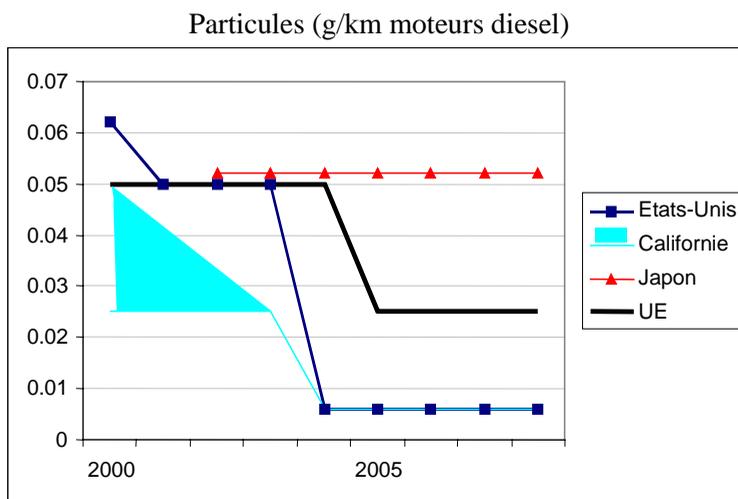
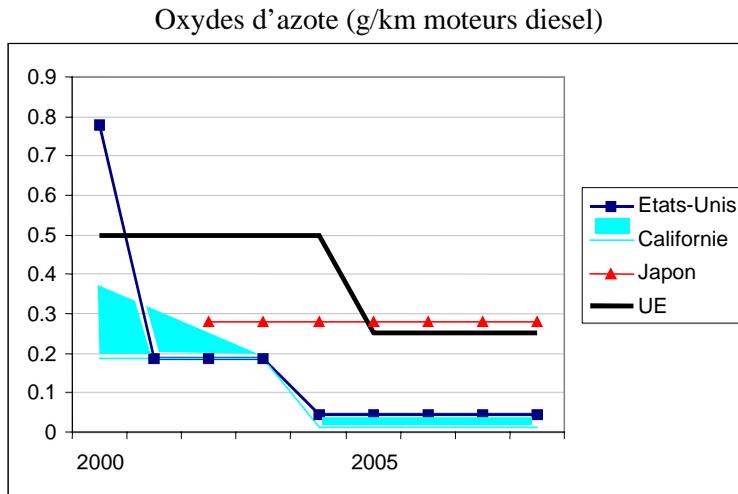
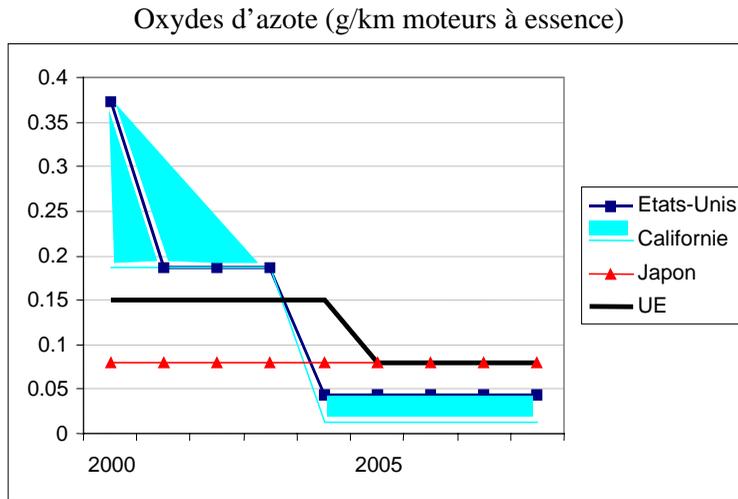
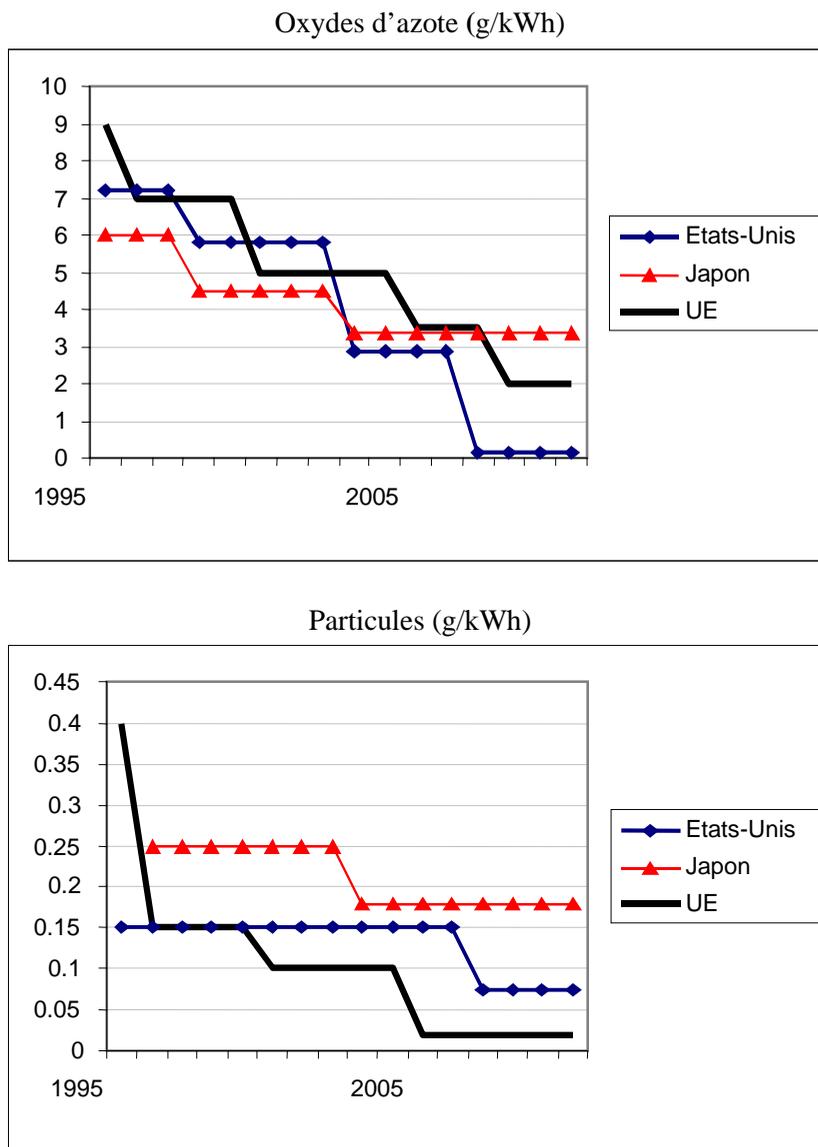


Figure 2. **Limites des émissions des poids lourds : Comparaison Union Européenne, Etats-Unis, Japon**



Note : La réglementation californienne pour les voitures particulières comprend une fourchette de limites. Tous les véhicules doivent respecter la limite supérieure, et une série de contingents, croissant avec le temps, donne la proportion de véhicules commercialisés qui doivent respecter la limite inférieure.

Source : CEMT, 2001.

4. PROGRES REALISES DANS LA REDUCTION DES EMISSIONS ET L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'AIR

La mise en œuvre de ces stratégies permet de réaliser des progrès constants dans la lutte contre les problèmes de pollution atmosphérique. L'expérience menée dans la vallée de Los Angeles, qui, depuis quarante ans, applique le programme le plus draconien de lutte contre la pollution automobile, a, à cet égard, valeur d'exemple⁸. Ainsi, les pics d'ozone y ont été réduits de moitié de 1955 à 1993. Le nombre de jours durant lesquels les normes fédérales pour l'ozone ont été dépassées a diminué de 50 % entre 1976-78 et 1991-93. Le nombre annuel moyen des jours de dépassement de la norme fédérale pour le monoxyde de carbone est tombé de 36 à 4.3 durant cette même période tandis que les niveaux de plomb ont aujourd'hui diminué de 98 % par rapport à leurs niveaux du début des années soixante-dix. Cette évolution est d'autant plus remarquable que l'économie régionale a fait mieux que l'économie nationale en termes de créations d'emplois notamment dans l'industrie manufacturière, de niveaux des salaires et de revenus moyens des ménages. En d'autres termes, non seulement la protection de l'environnement est compatible avec un développement économique soutenu, mais ils semblent de surcroît se renforcer l'un l'autre.

À l'échelle des Etats-Unis, les émissions de la plupart des polluants ont, durant ce même laps de temps, sensiblement diminué en dépit du fait que les kilomètres parcourus et le produit intérieur brut (PIB) ont plus que doublé.

Des réductions analogues commencent à se produire en Europe et les prévisionnistes tablent sur une diminution sensible de la pollution en dépit de la poursuite de la croissance. L'Office fédéral allemand de l'environnement, notamment, a développé un modèle permettant d'estimer les émissions des véhicules en utilisation réelle. A l'aide de ce modèle, le Dr. U. Hoepfner a procédé à des estimations des émissions pour le parc automobile allemand. Le tableau ci-dessous donne un exemple de ce type d'estimation.

Tableau 10. **Emissions produites par les voitures en Allemagne**

	Emissions 1980	Emissions 1995 avec catalyseur	Emissions 1995 sans catalyseur
CO	100 %	39 %	82 %
HC	100 %	45 %	113 %
NOx	100 %	57 %	119 %
Km	100 %	148 %	148 %

Les conclusions suivantes paraissent pouvoir être tirées sur la base de cette analyse :

- En dépit d'un accroissement d'environ 50 % des kilomètres parcourus depuis 1980, les émissions de CO, HC et NOx ont été approximativement réduites de moitié.
- L'amélioration est particulièrement sensible depuis 1985, année de l'apparition du catalyseur. Sans catalyseurs, c'est-à-dire en retenant les seules normes ECE 15-04, les émissions de CO auraient légèrement diminué, alors que celles de HC et de NOx auraient augmenté.

5. AUTRES DEFIS A RELEVER

Si des progrès significatifs ont été accomplis en matière de réduction des émissions automobiles et des améliorations supplémentaires de la qualité de l'air sont attendues ces prochaines années dans la plupart des pays industrialisés, des problèmes importants demeurent, qui réclament des initiatives autres que celles évoquées ci-dessus. Les pages qui suivent passent en revue trois de ces grands problèmes.

Emissions de particules

Alors que la réglementation relative aux rejets de particules par les véhicules se réfère à la masse des particules émises, de nombreuses études menées récemment au Royaume-Uni, en Suisse et aux Etats-Unis⁹ ont avivé les inquiétudes concernant le nombre de particules infinitésimales émises. En fait, les moteurs de la dernière génération, s'ils produisent moins de particules (mesurées en fonction de la masse) risquent bien d'émettre un plus grand nombre de particules très fines que les anciens modèles. Certains estiment dès lors que les futures réglementations devraient donc non seulement porter sur la masse des particules émises mais aussi sur leur nombre. Des études complémentaires ont aussi montré que les véhicules alimentés à l'essence et au GNC pourraient, du moins à des vitesses ou à des régimes élevés, rejeter des quantités importantes de particules ultrafines, le constat valant plus particulièrement pour les systèmes à injection directe, plus économes en carburant¹⁰.

Des études en cours tentent d'établir une distribution en fonction de la taille de ces particules dans l'air ambiant et de déterminer leurs incidences sur la santé. En fonction des résultats de ces études, les futures réglementations pourraient donc davantage se concentrer sur le nombre des particules. Dans la pratique, la démarche pourrait toutefois ne pas être nécessaire dès lors que les normes assises sur la masse débouchent sur l'utilisation de filtres ou de pièges à particules, dont les études ont clairement mis en évidence la capacité à réduire à la fois la masse et le nombre des particules.

Outre les inquiétudes suscitées par la taille des particules, les études démontrent que les particules rejetées par les moteurs diesels peuvent être cancérigènes. L'augmentation des ventes d'utilitaires légers équipés de moteurs diesels, constatée un peu partout en Europe, pourrait donc accroître le risque global de cancer. L'Office fédéral allemand de l'environnement a fait réaliser une étude qui montre que les nouvelles voitures diesels produites actuellement présentent un risque de cancer dix fois supérieur à celui des nouvelles voitures à essence, l'écart entre les facteurs de risque relatif étant encore amplifié lorsque les nouvelles normes Euro 3 entreront en vigueur l'année prochaine. En revanche, et toujours selon ce même Office, les voitures diesels conformes aux normes d'émission Euro 4 (2005) **et à condition d'être équipées d'un filtre à particules**, présenteraient un risque de cancer pratiquement équivalent à celui des voitures à essence satisfaisant aux mêmes normes. Comme le montrent les chiffres ci-dessous, il estime que le risque relatif de cancer ne serait que deux fois supérieur environ à celui encouru avec les voitures à essence.

Otto sans catalyseur 1992	4.5
Euro 2	11.3
Euro 3	17.5
Euro 4	14.7
Euro 4 avec filtre à particules	1.9

De même, les nouveaux utilitaires lourds diesels équipés de filtres à particules et satisfaisant aux normes Euro 4 seraient quatre fois plus potentiellement cancérogènes qu'un véhicule comparable, alimenté au GNC, contre près de 40 fois plus actuellement.

Conventionnel	117
Euro 2	38
Euro 3	24
Euro 4	13
Euro 4 avec filtre à particules	3.8

Il semble qu'au moins quelques voitures diesels seraient en mesure de se conformer aux normes d'émission Euro 4 sans devoir recourir au filtre à particule, même si un constructeur (Peugeot) a indiqué qu'il équiperait volontairement certains modèles d'un tel dispositif l'an prochain. Si d'autres constructeurs venaient à leur emboîter le pas, les inquiétudes concernant les particules ultrafines et le risque accru de cancer pourraient appartenir au passé. Dans le cas contraire, il est probable que l'arsenal juridique devra être renforcé.

Réchauffement planétaire

Le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O) et le méthane (CH₄) sont quelques-uns des gaz à effet de serre les plus étroitement associés au secteur des transports. Par rapport au CO₂, le N₂O et le CH₄ présentent le potentiel de réchauffement global suivant :

Tableau 11. **Potentiel de réchauffement par rapport au CO₂**

PRG GIEC	Méthane (CH ₄)	Oxyde nitreux (N ₂ O)
Horizon 20 ans	56	280
Horizon 100 ans	21	310
Horizon 500 ans	6.5	170

Cela étant, il importe de souligner que d'autres polluants liés au trafic automobile, tels que le CO, le HCNM et le NO₂, contribuent aussi au réchauffement planétaire même si leur quantification est plus difficile. Selon le rapport initial (1990) rédigé par le groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude des changements climatiques, les potentiels de réchauffement global suivants peuvent être attribués à ces gaz. En raison des difficultés à s'entendre sur une quantification appropriée, le dernier rapport présenté par le GIEC ne contenait pas de programmes spécifiques pour ces gaz.

Tableau 12. **Potentiel de réchauffement global**

PRG	CO	HCNM	NO ₂
Horizon 20 ans	7	31	30
Horizon 100 ans	3	11	7
Horizon 500 ans	2	6	2

Une autre façon de chiffrer l'importance relative des différents gaz à effet de serre consiste à établir, pour chaque polluant, un indice des dommages économiques. Le classement des différents gaz, déterminé par Delucchi, est alors le suivant :

Tableau 13. **Indice des dommages économiques (IDE) des gaz à effet de serre**

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	HCNM	NO ₂
1	22	355	2.0	3.67/1.5	2.8

Dans la plupart des pays, plus de 90 % du potentiel de réchauffement global des gaz à effet de serre directs provenant du transport est imputable au dioxyde de carbone. Le secteur du transport est responsable d'environ 17 % des émissions mondiales de dioxyde de carbone et ces émissions augmentent dans pratiquement toutes les régions du monde.

Initiatives européennes

Le CO₂ produit par les voitures représente environ la moitié de toutes les émissions de CO₂ générées par le transport et environ 12 % des émissions totales de CO₂ dans l'Union européenne¹¹. A politique inchangée, les rejets de CO₂ par les voitures devraient augmenter d'environ 20 % sur la période 1990-2000 et d'environ 36 % sur la période 1990-2010. En un an, une voiture moyenne circulant sur les routes de l'Union européenne rejette dans l'atmosphère quelque 3 tonnes de CO₂¹². Le transport routier a été l'un des rares secteurs à avoir enregistré ces dernières années une augmentation des émissions de CO₂.

L'industrie automobile européenne a procédé récemment à des réductions volontaires des émissions de CO₂ produites par les véhicules. Le directoire de l'ACEA s'est fixé pour objectif de réduire les émissions de CO₂ de 140 g/km pour les nouvelles voitures d'ici l'an 2008, soit une diminution de 25 % par rapport aux niveaux de 1995.

L'ACEA s'est également engagée à commencer à mettre sur le marché d'ici l'an 2000 de nouvelles voitures rejetant 120 g/km ou moins, à réexaminer d'ici 2003 la faisabilité d'atteindre ce même objectif de 120 g/km pour l'ensemble des nouvelles voitures mises sur le marché d'ici 2012, à fixer un objectif de 165-170 g/km de CO₂ d'ici 2003 et à créer un système commun de suivi Union européenne/industrie en vue de partager les avancées dans le domaine de la réduction des émissions de CO₂.

Initiatives américaines

L'annexe E rend compte de l'évolution, aux Etats-Unis, des émissions et des puits de gaz à effet de serre entre 1990 et 1996. En 1996, les émissions totales de gaz à effet de serre avaient augmenté de 9.5 % par rapport à l'année de référence 1990 pour atteindre 1 788 MMTCE. La plus forte hausse sur base annuelle a été enregistrée en 1996 (57 MMTCE, soit 3.3 %).

Les émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles ont crû de 9 % (118.9 MMTCE) durant cette période de sept ans et ont pris ainsi à leur compte les 2/3 de l'augmentation des émissions nationales. C'est également en 1996 que fut enregistrée, sous l'effet

d'une consommation accrue de carburant, la plus forte augmentation des émissions de CO₂ (+ 3.7 %). Les principaux facteurs qui ont contribué à cette forte hausse sur base annuelle ont été : (a) l'augmentation sensible du prix du gaz, et dans la foulée, la décision des compagnies productrices d'électricité d'abandonner le gaz naturel au profit du charbon, à forte teneur en carbone ; (b) l'augmentation de la consommation de produits pétroliers par les transports « utilisateurs finaux » et la stagnation des économies de carburant ; (c) l'augmentation de la consommation de gaz naturel de chauffage dans le secteur résidentiel en raison du froid ; (d) la vigueur générale de la croissance économique intérieure.

Parmi les autres évolutions importantes de la période 1990-1996, on retiendra notamment que :

- Les émissions conjuguées de N₂O et de CH₄ dues à la combustion de carburant par des sources mobiles ont crû de 3.2 MMTCE (22 %), principalement en raison de taux d'émission de N₂O plus élevés des véhicules automobiles.
- Les émissions totales de HFC et de PFC résultant de la substitution des substances appauvrissant la couche d'ozone (CFC notamment) ont augmenté de manière spectaculaire (11.6 MMTCE) ; en revanche, les émissions de PFC dues à la production d'aluminium ont fortement diminué (41 %) grâce aux efforts déployés par les industries pour réduire les émissions et à la diminution de la production intérieure d'aluminium.
- Les émissions de méthane résultant de la décomposition des déchets des décharges municipales et industrielles ont augmenté de 8.9 MMTCE (16 %) en raison de l'augmentation constante de la part des matières organiques contenues dans les décharges.
- Les émissions produites par l'extraction de charbon ont diminué de 5.1 MMTCE (21 %) grâce à la récupération beaucoup plus systématique du méthane provenant des systèmes de dégazage.
- Les émissions d'oxyde nitreux provenant de la gestion des terres agricoles ont augmenté de 6.2 MMTCE (10 %) en raison de la consommation croissante d'engrais et de l'engouement pour les cultures fixatrices d'azote.

De 1990 à 1996, les émissions totales de CO₂, de CH₄ et de N₂O ont respectivement augmenté de 122.8 (9 %), 8.6 (5 %) et 11.4 MMTCE (12%). Durant la même période, les émissions de HFC, de PFC et de SF₆ ont, quant à elles, crû de 12.5 MMTCE (56 %). Bien que les HFC, les PFC et les SF₆ soient rejetés en plus faibles quantités, ces polluants sont importants en raison de leur très fort potentiel de réchauffement global et, pour ce qui est des PFC et du SF₆, de leur longue durée de vie dans l'atmosphère.

De 1990 à 1996, les activités de transport ont contribué à hauteur de 26 % aux émissions totales de gaz à effet de serre aux Etats-Unis, cette part étant par ailleurs restée pratiquement constante tout au long de la période. Les émissions ont principalement consisté en CO₂ rejeté par le trafic automobile, la combustion de carburant ayant augmenté de 8.8 % durant cette même période. Toutefois, en raison de l'accroissement encore plus sensible des émissions de N₂O et de HFC, les émissions totales imputables au transport ont en fait augmenté de 10.1 %.

La consommation moyenne des véhicules légers (tous modèles confondus) de l'année 1999 s'est établie à 11.9 l/100 km. Au sein de cette catégorie, les voitures ont consommé en moyenne 10.1 l/100 km et les utilitaires légers 14 l/100 km. Cette consommation moyenne est la plus mauvaise enregistrée depuis 1980 et dépasse de 1.5 l/100 km les valeurs moyennes relevées en 1987 et

1988 (13.4 l/100 km). La consommation moyenne des nouveaux véhicules légers a quant à elle augmenté de 0.7 litres /100 km depuis 1996.

Depuis 1993, les autorités américaines et les trois grands constructeurs automobiles partagent les informations de haute technologie et les connaissances relatives aux techniques de production dans le cadre d'une interaction mutuellement bénéfique. Ce programme, intitulé « Partenariat pour une nouvelle génération de véhicules » (PNGV), réunit les ingénieurs de l'industrie automobile et les chercheurs du secteur public opérant dans les laboratoires nationaux, réputés pour leurs travaux sur les technologies militaires.

L'objectif est de créer les technologies permettant de construire, d'ici 2004, un prototype de « super voiture » capable de parcourir 100 km avec 3.5 litres de carburant tout en respectant, au moins, les normes d'émissions de la Phase 2.

Accord japonais d'économie d'énergie

Le 13 octobre 1998, le MITI (Ministère japonais du commerce extérieur et de l'industrie) et le MOT (Ministère des transports), se conformant à la loi sur les économies d'énergie, sont convenus d'un ensemble de normes destinées à économiser l'énergie consommée par les automobiles et les appareils électriques. Les projets de normes issus de cet accord ont été adoptés cette année.

Les normes, qui ont été fixées sur la base de la méthode dite « des meilleurs résultats de la catégorie », sont les suivantes :

- Pour les voitures à essence : amélioration moyenne de 23 %, fixée en fonction de la catégorie de poids. Pour les camions à essence : amélioration de 13 %, se traduisant par une amélioration moyenne de 21 % pour l'ensemble des véhicules à essence.
- Pour les voitures diesels : amélioration moyenne de 15 %, pour les utilitaires diesels : amélioration de 7 % se traduisant par une amélioration globale de 13 % pour l'ensemble des véhicules diesels.

Les détails du programme de réduction des consommations figurent à l'annexe F.

Véhicules très polluants

Pour parvenir à de faibles niveaux de pollution, il est obligatoire que les véhicules disposent de systèmes de régulation des émissions en parfait état de marche. Tout dysfonctionnement de ces systèmes, aussi mineur soit-il, risque d'accroître sensiblement les émissions. Un dysfonctionnement grave de ces systèmes peut faire « exploser » les émissions. Le problème de la pollution automobile est souvent provoqué, pour l'essentiel, par un relativement petit nombre de véhicules présentant de graves dysfonctionnements. Malheureusement, il est souvent difficile de déterminer les véhicules à ranger dans cette catégorie étant donné que, d'une part, les émissions ne sont pas toujours objectivement observables et que, d'autre part, un dysfonctionnement du système de régulation n'altère pas nécessairement le comportement routier du véhicule. La mise en place de programmes d'entretien et de contrôles techniques efficaces permet toutefois d'identifier ces voitures à problèmes et d'assurer leur réparation. Les programmes d'entretien et de contrôle technique, dans la mesure où ils assurent un bon entretien des véhicules et découragent le « traficotage » des véhicules (utilisation de carburants inadéquats et mise hors service des systèmes de régulation), restent jusqu'à nouvel ordre la

meilleure méthode pour protéger les investissements consentis par la nation dans ces technologies antipollution et réaliser les indispensables améliorations de la qualité de l'air.

Depuis de longues années, l'expérience sur le terrain a montré que les contrôles techniques centralisés présentent des avantages par rapport aux programmes combinés de contrôle et de réparation. Dès la fin des années 70, les programmes de contrôle technique mis en place par Portland (Oregon), Phoenix (Arizona) et le New Jersey ont été considérés comme supérieurs aux contrôles opérés par les garages privés en termes de fiabilité et de contrôle de qualité. Au fil des ans, de nombreux changements et améliorations ont été apportés aux systèmes centralisés de contrôle technique et aux systèmes de contrôle et de réparation privés, mais les systèmes centralisés conservent généralement leur supériorité.

A l'occasion de la démonstration la plus récente des possibilités offertes par les programmes de contrôle technique et d'entretien centralisés, qui a été faite en 1992, la province de Colombie britannique a mis en place un tel programme dans la région de la basse vallée du Fraser, intégrant les procédés de contrôle les plus pointus de l'époque¹³. Pour la première fois, ce programme permettait de mesurer les hydrocarbures (HC), le monoxyde de carbone (CO) et les oxydes d'azote (NOx) grâce à un essai en charge simulant la montée en régime. Le contrôle technique comportait également un essai au ralenti et un contrôle afin de vérifier si les systèmes de régulation n'avaient pas été déconnectés, le but étant d'identifier et de faire réparer les véhicules très polluants.

Tableau 14. Essai en charge simulant la montée en régime

Année	HC (g/km)		CO		NOx	
	Avant Réparation	Après réparation	Avant réparation	Après réparation	Avant réparation	Après réparation
Avant 1981	3.5	1.9	33	17	3.3	1.4
1981-1987	2.2	1.2	29	12	2.8	2.1
Après 1987	0.49	0.24	8.6	2.9	3.0	1.7

Le tableau ci-dessus donne un aperçu des réductions d'émissions de HC, de CO et de NOx obtenues grâce à la remise en état des véhicules des différentes tranches d'années, et montre que cette remise en état a permis pour l'ensemble des tranches¹⁴ de réduire sensiblement les émissions de HC, de CO et de NOx des véhicules précédemment refusés¹⁵.

Les résultats de l'étude de suivi montrent que les émissions ont été approximativement réduites de 20 % pour les HC, de 24 % pour le CO et de 2.7 % pour les NOx¹⁶.

Le programme de suivi a par ailleurs constaté que la remise en état des véhicules refusés a permis de réduire non seulement les émissions mais aussi la consommation, qui a diminué d'environ 5.5 %, soit une économie annuelle de 72\$ par an et par véhicule.

Le programme de suivi a enfin révélé que les systèmes centralisés permettaient d'assurer aux tests un très haut niveau de qualité. Ainsi, l'instance de suivi est parvenue à la conclusion, après vérification, que sur plus de 2 millions de tests, les normes d'émissions n'étaient incorrectement appliquées que dans 1.1 % des cas. Aucun cas de délivrance indue de carte de conformité conditionnelle ou de dérogation¹⁷ n'a été constatée. Environ 1 % des véhicules refusés a bénéficié

d'une dérogation en dépit d'émissions trop élevées, c'est-à-dire dépassant 10 % de CO, 2 000 ppm de HC ou 4 000 ppm de NOx. L'instance de suivi estime qu'une augmentation des plafonds de coût permettant de réduire de moitié ce pourcentage se traduirait par un gain supplémentaire de 5 % sur les réductions d'émissions de HC et de CO obtenues grâce au programme.

Les données disponibles indiquent que dans de nombreux cas les véhicules ont été suffisamment réparés pour rester peu polluants. Ainsi, près de 53 000 véhicules qui avaient été refusés au contrôle la première année, ont été suffisamment bien réparés pour être admis l'année suivante.

D'une manière générale, ces données confirment que les programmes de contrôle et d'entretien, lorsqu'ils sont réalisés dans un centre équipé d'un simulateur de montée en régime, permettent de réduire considérablement les émissions. Ces réductions correspondent plus ou moins aux prévisions du modèle des émissions mobiles de l'Agence pour la protection de l'environnement et s'accompagnent d'importantes économies de carburant. Les conclusions formulées par l'instance de suivi laissent entendre que les gains réalisés pourraient être sensiblement accrus en améliorant encore le programme, et notamment en prévoyant un contrôle des pertes par évaporation, en réduisant ou supprimant les possibilités de dérogations accordées¹⁸ pour des considérations de coût, en ajoutant à la batterie de tests la procédure d'essai IM 240 ou en renforçant les normes.

Une vaste étude européenne portant sur les systèmes de contrôle technique et d'entretien des voitures, parrainée par les DGXI, VII et XVII, a été achevée en 1998¹⁹. A cette occasion, un échantillon relativement large de voitures de tourisme a été testé. Il comprenait :

- 192 voitures équipées de catalyseur à trois voies (CTV) conçues pour satisfaire aux normes de la directive 91/441/CEE, dont 17 alimentées au GPL.
- 41 voitures traditionnelles équipées de catalyseur à oxydation.
- 28 voitures diesels.

La plupart des véhicules testés ont été choisis au hasard, bien que certains l'aient été pour leurs fortes émissions. Les résultats étaient analogues à ceux obtenus en Colombie britannique, même s'ils reposaient sur une batterie de tests simplifiée.

NOTES

1. « The Estimation of the Emissions of Other Mobile Sources and Machinery Subparts Off-Road Vehicles and Machines, Railways and Inland Waterways in The European Union », Andrias, Samaras and Zierock, septembre 1994.
2. « Diesel Vehicle Emissions and Urban Air Quality », deuxième rapport du Quality of Urban Air Review Group, préparé à la demande du Ministère de l'Environnement, décembre 1993.
3. Ces estimations s'appuient sur les données les plus précises actuellement disponibles. L'Agence continue à analyser les données relatives aux émissions et les hypothèses de modélisation et ces estimations sont donc susceptibles d'être réactualisées.
4. L'ozone est présent naturellement dans la stratosphère et constitue une couche protectrice à haute altitude.
5. Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (GIEC), Groupe de travail I, « changement climatique 1992 – Rapport additionnel à l'évaluation scientifique du GIEC ».

6. US Environmental Protection Agency (US EPA) (1986) Ambient Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park NC : EPA ORD ; US Centers for Disease Control (CDC) (1991) Preventing Lead Poisoning in Young children. Atlanta : US DHHS, October 1991; Howson C and Hernandez Avila M (1996) Lead in the Americas. Washington : NAS Press ; Programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISC) (1995) Critères d'hygiène de l'environnement : Plomb. Genève : PISC, OMS ; National Research Council (NRC) (1993). Measuring Lead exposures in infants, Children and Other Sensitive Populations. Washington : NAS Press.
7. "Automotive Emissions of Ethylene Dibromide", Sigsby et al, Society of Automotive Engineers, #820786.
8. "The Automobile, Air Pollution Regulation and the Economy of Southern California, 1965-1990", Jane Hall et al, Institute of Economic and Environmental Studies, Université de Californie, avril 1995.
9. "First International ETH Workshop On Nanoparticle Measurement", ETH Zurich, A. Mayer, 7 août 1997, "Characterization of Fuel and Aftertreatment Device Effects on Diesel Emissions", Bagley, Baumgard, Gratz, Johnson and Leddy, HEI Research Report Number 76, Septembre 96, "UK Research Programme on the Characterization of Vehicle Particulate Emissions", ETSU, Septembre 1997.
10. "Characterization of Exhaust Particulate Emissions from a Spark Ignition Engine", Graskow, Kittleson, Abdul-Khalek, Ahmadi and Morris, SAE#980528, "A study of the number, size and mass of exhaust particles emitted from European diesel and gasoline vehicles under steady state and European driving conditions", CONCAWE report No. 98/51, Février 1998.
11. Tiré de « Une stratégie communautaire visant à réduire les émissions de CO₂ des voitures particulières et à améliorer l'économie de carburant », COM(95)689, Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, adoptée par la Commission le 20 décembre 1995.
12. En supposant que le kilométrage moyen est de 12 600 km par an et la consommation moyenne de 9.6 litres/100 km.
13. L'Agence de protection pour l'environnement n'avait pas encore, à l'époque, finalisé la règle imposant le recours à la procédure d'essai IM 240.
14. "Audit Results : Air Care I/M Program", Prepared For B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks and B.C. Ministry of Transportation and Highway, Radian, 9 décembre 1994.
15. Dans une évaluation récente de son programme de contrôles techniques et d'entretien, qui est sans doute le programme le plus avancé de ce type, mais aussi certainement le programme de contrôle décentralisé le plus rigoureusement appliqué au monde, la Californie a constaté que seulement la moitié environ des réparations conduisaient effectivement à une diminution des émissions, selon les mesures effectuées conformément à la procédure fédérale d'essai intégrale.
16. Ces réductions correspondent plus ou moins aux prévisions établies par l'Agence pour la protection de l'environnement dans le cadre du modèle « Mobile 5a Emissions », à savoir des réductions de respectivement 20, 20 et 1 % pour les HC, le CO et les NOx.
17. Lorsque le véhicule est présenté à un technicien agréé et fait l'objet de réparations pour un montant d'au moins 200 \$, il peut se voir délivrer une carte de conformité conditionnelle ou une dérogation même s'il ne respecte pas les normes d'émissions.
18. Ces dérogations sont accordées par les autorités à un véhicule ayant échoué une ou plusieurs fois au test de contrôle des émissions d'être toujours en circulation si le conducteur peut prouver qu'il a dépensé une certaine somme pour essayer de réparer le véhicule. Par exemple, si le véhicule a un pot catalytique défectueux qui nécessiterait plus de 100 \$ de frais pour le remplacer, mais que l'état a fixé une dérogation à

un plafond de 75 \$, le conducteur doit simplement produire un document prouvant qu'il a tenté de faire réparer le véhicule, mais que le coût excédait le plafond fixé.

19. "The inspection of In Use Cars in Order to Attain Minimum Emissions of Polluants and Optimum Energy Efficiency", mai 1998.

ANNEXE A. NORMES EUROPEENNES

Voitures

Les valeurs limites en grammes par kilomètre (g/km) figurant dans le tableau ci-dessous sont les valeurs définitives sur lesquelles le Conseil européen des ministres et le Parlement ont fini par s'entendre en 1998 (les valeurs limites actuelles de la phase 2, qui ont été introduites en 1996, sont indiquées entre parenthèses).

Tableau 15. Valeurs limites (g/km)

TYPE DE POLLUANT					
g/km	Monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC)	Oxydes d'azote (NOx)	Hydrocarbures et oxydes d'azote combinés (HC+ NOx)	Particules
2000	P: 2.3 (2.2) D: 0.64 (1.0)	P: 0.20 D: -	P: 0.15 D: 0.50	P: - (0.5) D: 0.56 (0.7)	P: - D: 0.05 (0.08)
2005	P: 1.00 D: 0.50	P: 0.10 D: -	P: 0.08 D: 0.25	P: - D: 0.30	P: - D: 0.025

P = essence

D = diesel

Utilitaires légers

Tableau 16. Nouvelles normes applicables aux utilitaires légers alimentés à l'essence

Masse de référence (MR) Kg	CO g/km		HC g/km		NOx g/km	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Classe I MR < 1 305	2.3	1	0.2	0.1	0.15	0.08
Classe II 1305 < MR < 1 760	4.17	1.81	0.25	0.13	0.18	0.1
Classe III 1 760 < MR	5.22	2.27	0.29	0.16	0.21	0.11

Tableau 17. **Nouvelles normes applicables aux utilitaires légers alimentés au gazole**

Masse de référence (MR) Kg	CO g/km		HC g/km		NOx g/km		PM g/km	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Classe								
I MR<1 305	0.64	0.5	0.56	0.3	0.5	0.25	0.05	0.03
II 1 305<MR<1 760	0.8	0.63	0.72	0.39	0.65	0.33	0.07	0.04
III 1 760<MR	0.95	0.74	0.86	0.46	0.78	0.39	0.1	0.06

Comme l'indiquent les tableaux, les normes Euro 3 et Euro 4 applicables aux voitures et aux utilitaires légers (classe 1) entreront en vigueur respectivement en 2000 et 2005. Quant aux normes Euro 3 et Euro 4 applicables aux autres utilitaires légers (classes 2 et 3), elles entreront en vigueur respectivement en 2001 et 2006.

Plusieurs autres dispositions ont aussi été adoptées en 1998 :

- Des systèmes de diagnostic embarqués devront obligatoirement équiper tous les nouveaux véhicules à essence dès 2000 et tous les nouveaux véhicules diesels dès 2003 ; les utilitaires légers des classes 2 et 3 disposeront d'un délai supplémentaire (2005).
- Les voitures et utilitaires légers devront se soumettre à un test à basse température (7°C) dès 2002.
- Des mesures fiscales pourront être adoptées pour favoriser l'introduction, dès avant 2005, des technologies conformes « 2005 ».
- Fin 1999, la Commission doit présenter une proposition confirmant ou complétant la directive et couvrant notamment les tests à basse température pour les gros utilitaires légers et fixant les valeurs limites à atteindre d'ici 2005 dans le cadre des systèmes de diagnostic embarqués.
- En ce qui concerne les objectifs à plus long terme de la Commission en matière de qualité de l'air, la Commission doit présenter des propositions additionnelles après 1999.

Tableau 18. Carburants

	Unité	Moyenne en 1999	Moyenne proposée	Maximum à partir de 2000	Maximum à partir de 2005
Essence					
TVR été	KPa	68	58	60	-
Aromatiques	% (v/v)	40	37	42	35
Benzène	% (v/v)	2.3	1.6	1	-
Soufre	ppm	300	150	150	50
Oléfines	% (v/v)			18	-
Oxygène	% (m/m)			2.7	-
Gazole					
Polyaromatiques	% (v/v)	9	6	11	
Soufre	ppm	450	300	350	50
Indice de cétane				51 (Min)	-
Densité 15°C	kg/m3			845	-
Distillation 95%	°C			360	-

- La Commission peut autoriser un Etat membre à déroger aux valeurs limites pour le soufre en cas de graves problèmes socio-économiques, la dérogation ne pouvant toutefois dépasser une période de 3 ans à partir de l'an 2000 et de 2 ans à partir de 2005.
- **D'ici fin 1999 au plus tard**, la Commission devra présenter une proposition complétant les spécifications ci-dessus.
- La commercialisation des essences plombées est interdite dans la Communauté à dater du 1^{er} janvier 2000 ; les Etats membres peuvent toutefois demander une dérogation jusqu'en 2005 s'ils apportent la preuve que l'interdiction se traduirait par de graves problèmes socio-économiques ou n'offrirait pas d'avantages environnementaux ou sanitaires en raison, notamment, de la situation climatique d'un Etat membre. La teneur en plomb des essences ainsi autorisées ne devra pas dépasser 0.15 g/l.

Les essences plombées utilisées notamment par les vieux véhicules et distribuées par l'intermédiaire de groupements d'intérêt spécifiques ne seront pas concernées par l'interdiction (les ventes de ces essences plombées ne doivent pas représenter plus de 0.5 % des ventes totales d'essence).

- Pour protéger la santé publique et/ou l'environnement dans certaines agglomérations ou régions écologiquement sensibles, confrontées à des problèmes spécifiques sur le plan de la qualité de l'air, les Etats membres seront autorisés, moyennant une dérogation demandée au préalable et dûment justifiée, à imposer aux carburants commercialisés dans ces zones ou régions des normes environnementales plus sévères que celles fixées par la directive.

Utilitaires lourds

Le Conseil des ministres a, en réponse aux amendements adoptés en première lecture par le Parlement, modifié le 21 décembre 1998 la proposition initiale de la Commission.

Dans les grandes lignes, les ministres sont convenus des dispositions suivantes :

- 2000 (Euro 3) – conformément à la proposition de la Commission (voir tableaux ci-dessous), réduction globale de 30 % par rapport aux niveaux actuels, la dérogation accordée aux moteurs diesels compacts à régime élevé étant étendue aux moteurs d'une cylindrée de 0.75 litre, contre 0.7 précédemment.
- 2005 (Euro 4) – les limites obligatoires pour les émissions de CO, de HC et de NOx pourront sans doute être atteintes grâce aux améliorations au niveau du moteur ; en revanche, les limites obligatoires pour les particules nécessiteront le montage de pièges à particules. Tous les moteurs seront soumis à deux cycles d'essais, à l'exception des moteurs à gaz, qui seront soumis au seul cycle ETC. Les émissions de CO, de HC et NOx devraient ainsi être réduites de 50 % et celles des particules de 80 % par rapport aux valeurs limites actuelles.
- 2008 – norme d'émissions des NOx portée à 2.0 g/kWh sur les deux cycles (et rendant nécessaire l'installation de catalyseurs de dénitrification et de réduction sélective). Cette nouvelle étape permettra de réduire les émissions de 70 % par rapport aux valeurs limites actuelles. A l'initiative du Conseil et de plusieurs Etats membres, la Commission est invitée à rédiger un rapport d'ici la fin 2002 et à « examiner les technologies disponibles afin de confirmer la norme obligatoire d'émissions de NOx à respecter d'ici 2008 dans le cadre d'un rapport au Conseil et au Parlement accompagné, le cas échéant, de propositions appropriées ».
- Les valeurs limites pour les véhicules écologiques améliorés (EEV) ont été fixées à 2.0 g/kWh de NOx et à 0.002 g/kWh de particules pour les deux cycles. Ces normes devraient favoriser l'acquisition volontaire de véhicules urbains, tels que les autobus.

Tableau 19. **Valeurs limites applicables aux moteurs diesels lors des essais en mode stabilisé (ESC) et de mise en charge dynamique (ELR)**

Date de mise en œuvre	CO	HC	NOx	Particules	Fumées
	g/kWh				m ⁻¹
2000/01	2.1	0.66	5	0.10	0.8
				0.13 ^a	
2005/06	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
2008/09	1.5	0.46	2	0.02	0.5

a. Pour les moteurs dont la cylindrée unitaire est inférieure à 0.75 dm³ par cylindre et la puissance nominale supérieure à 3 000 tours/min⁻¹.

Tableau 20. Valeurs limites applicables aux moteurs diesels et à gaz lors de l'essai européen en cycle transitoire (ETC)

(Moteurs diesels équipés d'un système perfectionné de post traitement, tel que piège à particules et catalyseur de dénitrification)

Date de mise en œuvre	CO	HC non méthaniques	Méthane^a	NOx	Particules^b
	g /kWh				
2000/01	5.45	0.78	1.6	5	0.16 0.21
2005/06	4	0.55	1.1	3.5	0.03
2008/09	4	0.55	1.1	2	0.03

a. Uniquement pour les moteurs à gaz.

b. Uniquement pour les moteurs diesels.

Le Parlement européen a approuvé en novembre 1999 la position commune du Conseil des ministres résumée ci-dessus.

ANNEXE B. NORMES AMERICAINES

Normes applicables aux véhicules légers

Les normes actuelles sont les normes de la phase 1 définies dans le « Clean Air Act » de 1990.

Tableau 21. Normes d'émission applicables aux véhicules légers (voitures particulières) et aux utilitaires légers dont le PTCA est égal ou inférieur à 6 000 livres (3 tonnes)

g/mille	5 ans ou 50 000 milles					10 ans ou 100 000 milles			
	HCNM	CO	CO à froid	NOx	Particules	HCNM	CO	NOx	Particules
Non diesel									
Utilitaires légers (0-3 750 livres) et voit. particulières	0.25	3.4	10	0.4	-	0.31	4.2	0.6	-
Utilitaires légers (3 751-5 750 livres)	0.32	4.4	12.5	0.7	-	0.4	5.5	0.97	
Diesel									
Utilitaires légers (0-3 750 livres) et voit. particulières	0.25	3.4		1	0.1	0.31	4.2	1.25	0.1
Utilitaires légers (3 751-5 750 livres)	0.32	4.4			0.1	0.4	5	0.97	0.1

Tableau 22. Normes d'émission applicables aux utilitaires légers dont le PTCA excède 6 000 livres

g/mille	5 ans ou 50 000 milles			10 ans ou 100 000 milles				
	Poids du véhicule	HCNM	CO	NOx	HCNM	CO	NOx	Particules
3 751-5 750		0.32	4.4	0.7*	0.46	6.4	0.98	0.1
Plus de 5 750		0.39	5	1.1*	0.56	7.3	1.53	0.12

* Non valable pour les véhicules à moteur diesel.

Programme VFE national

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement a publié son programme VFE le 16 décembre 1997. Comme ce programme tenait plus de la recommandation que de la loi, il ne pouvait être suivi d'effets que si les Etats du Nord-Est et les constructeurs automobiles y souscrivaient. Tous les Etats en cause et tous les constructeurs automobiles ayant notifié à l'Agence leur adhésion pleine et entière au programme, les voitures particulières et les petits utilitaires légers neufs doivent répondre, à partir de 1999 dans les Etats du Nord-Est et de 2001 partout dans le pays, à des normes relatives aux gaz d'échappement plus sévères que celles que l'Agence peut imposer avant 2004. Le programme étant maintenant approuvé, ces normes auront même force obligatoire que les dispositions de toutes les autres lois fédérales applicables aux véhicules automobiles neufs.

Tableau 23. Normes (gpm)fixées dans le programme VFE national pour les gaz d'échappement des voitures particulières et des petits utilitaires légers (50 000 milles)

Type de véhicule	Année de construction	Gaz organiques non méthaniques Moyenne du parc	NOx gpm	CO gpm
Voit. particulières et utilitaires légers (0-3 750 livres)	1999*	0.148	0.2	3.4
	2000*	0.095	0.2	3.4
	2001 et au-delà**	0.075	0.2	3.4
Utilitaires légers (3 751-5 750 livres)	1999*	0.19	0.4	4.4
	2000*	0.124	0.4	4.4
	2001 et au-delà**	0.1	0.4	4.4

* 9 Etats du Nord-Est et DC, sauf New York et Massachusetts.

** Tous les Etats, sauf Californie, New York, Massachusetts, Vermont et Maine qui ont adopté les normes californiennes.

Phase 2

Le Congrès américain a rédigé le « Clean Air Act », dans sa version de 1990, en partant de l'idée qu'il pourrait être nécessaire de réduire encore davantage les émissions des voitures neuves au début du XXI^e siècle pour protéger comme il se doit la santé publique, et a fixé la marche à suivre pour évaluer le degré de réalité de cette nécessité. Il a défini les normes¹ auxquelles l'Agence américaine pour la protection de l'environnement doit se référer en procédant à cette évaluation, tout en précisant que d'autres normes devaient également être prises en considération. Ces normes «de la phase 2 » vont au-delà de celles que le « Clean Air Act » rend applicables aux voitures particulières et aux utilitaires légers à partir de 1994, mais ne peuvent pas être appliquées avant 2004.

L'Agence pour la protection de l'environnement a publié, en mai 1999, un projet de texte imposant à tous les constructeurs de ramener à 0.07 gpm en moyenne les émissions de NOx de tous les véhicules de la phase 2 qu'ils construisent en une année. Le texte a été approuvé de façon définitive à la fin décembre.

Normes

Le nouveau règlement fixe les normes d'émissions (phase 2) applicables sur tout le territoire fédéral à toutes les voitures particulières, tous les utilitaires légers et tous les véhicules à passagers de moyenne dimension. Les utilitaires légers se répartissent en deux catégories, en l'occurrence les petits de moins de 6 000 livres de PTCA et les gros de plus de 6 000 livres de PTCA². Les véhicules à passagers de moyenne dimension constituent une nouvelle catégorie de véhicules dans laquelle le règlement inclut les utilitaires sportifs et les minibus dont le PTCA va de 8 500 à 10 000 livres. Le règlement apporte donc l'assurance que pratiquement tous les véhicules affectés au transport de voyageurs seront à l'avenir des véhicules très propres.

Les normes de la phase 2 limitent les émissions de NOx des véhicules neufs à 0.07 g/mille en moyenne. Leur application, par étapes successives, ira de 2004 à 2007 pour les voitures particulières et les petits utilitaires légers, et de 2008 à 2009 pour les gros utilitaires légers et les véhicules à passagers de moyenne dimension³.

Au cours de la période transitoire de 2004 à 2007, les voitures particulières et les petits utilitaires légers qui n'auront pas été homologués sur la base des principales normes de la phase 2 devront ramener leurs émissions de NOx à 0.30 gpm en moyenne, c'est-à-dire à des valeurs égales à celles que le programme VFE national fixe actuellement pour les voitures particulières et inférieures à celles qu'il fixe pour la deuxième catégorie de véhicules à passagers (notamment les minibus)⁴. Entre 2004 et 2008, les gros utilitaires légers et les véhicules à passagers de moyenne dimension qui n'auront pas été homologués sur la base des normes définitives de la phase 2 devront, à titre transitoire, ne pas dépasser en moyenne les 0.20 gpm de NOx tandis que ceux qui ne sont pas couverts par ce régime se verront imposer un plafond allant de 0.60 gpm (gros utilitaires légers) à 0.09 gpm de NOx (véhicules à passagers de moyenne dimension).

Catégories de véhicules

La catégorie des véhicules légers englobe tous les véhicules (de transport de voyageurs ou de marchandises) dont le poids total en charge autorisé (PTCA) est égal ou inférieur à 8 500 livres. Le tableau 24 en détaille la composition et fait donc apparaître la nouvelle catégorie des véhicules à passagers de moyenne dimension.

Tableau 24. **Caractéristiques des différentes catégories de véhicules légers**

Voiture particulière	Voiture particulière ou véhicule dérivé d'une voiture particulière offrant au maximum 12 places assises.
Petit utilitaire léger	Utilitaire léger dont le PTCA est égal ou inférieur à 6 000 livres (comprend les sous-groupes 1 et 2).
Gros utilitaire léger	Utilitaire léger dont le PTCA est supérieur à 6 000 livres (comprend les sous-groupes 3 et 4).
Véhicule à passagers de moyenne dimension	Véhicule affecté au transport de voyageurs dont le PTCA est inférieur à 10 000 livres.

Moyenne des émissions de NOx produites par les véhicules d'un constructeur

Le programme contraint à terme les constructeurs à maintenir les émissions moyennes de NOx de tous les véhicules répondant aux normes de la phase 2, qu'ils ont construits au cours d'une même année, sous la barre des 0.07 gpm pour l'ensemble de leur durée de vie. Les constructeurs auront la faculté de faire homologuer leurs véhicules de la phase 2 sur la base de normes d'émission de gaz d'échappement différentes, qu'ils devront toutefois choisir de telle sorte que la moyenne pondérée des émissions de NOx, de tous les véhicules de la phase 2 qu'ils ont vendus, ne dépasse pas 0.07 gpm sur leur durée de vie complète. Ils seront donc censés s'être conformés à la norme si les émissions de NOx de leurs véhicules de la phase 2 sont égales ou inférieures à 0.07 gpm. Un constructeur peut, les années où sa moyenne est inférieure à 0.07 gpm, se constituer une réserve de crédits qu'il peut céder (vendre) à d'autres constructeurs ou mobiliser quand sa moyenne dépasse la norme (c'est-à-dire quand il enregistre un déficit).

Normes d'émissions de gaz d'échappement de la phase 2

Les normes d'émissions de la phase 2 sont réunies en huit « paquets » sur la base de chacun desquels les constructeurs peuvent faire homologuer leurs véhicules. Le tableau 25 donne les normes que chaque paquet rassemblera quand la phase 2 sera pleinement opérationnelle, c'est-à-dire quand toutes les voitures particulières et tous les utilitaires légers devront s'y conformer pendant toute la durée de leur vie utile. Deux autres paquets (paquets 9 et 10) seront constitués pour la période transitoire et disparaîtront quand la phase 2 sera devenue pleinement opérationnelle. Un onzième paquet a été prévu pour les seuls véhicules à passagers de moyenne dimension (voir plus bas). Beaucoup de paquets ont été alignés sur les paquets constitués par le deuxième programme VFE californien dans le but d'amplifier l'efficacité économique de la transition et d'élargir la gamme des modèles disponibles. Les deux paquets placés en tête dans le tableau 25 ne servent qu'à assurer une certaine flexibilité pendant la période transitoire et disparaîtront quand les normes seront devenues pleinement opérationnelles, moment où il ne subsistera plus que huit paquets pour appliquer le programme de la phase 2.

**Tableau 25. Normes d'émission des véhicules légers
(en grammes par mille calculés sur la durée de vie complète)**

Paquet	NOx	Gaz organiques non méthaniques	CO	H-CHO	Particules	Observations
10	0.6	0.156/0.230	4.2/4.6	0.018/0.027	0.08	a, b, c, d
9	0.3	0.090/0.180	4.2	0.018	0.06	a, b, e
Les paquets temporaires ci-dessus seront supprimés en 2006 (voitures particulières et petits utilitaires légers) et en 2008 (gros utilitaires légers)						
8	0.20	0.125/0.156	4.2	0.018	0.02	b, f
7	0.15	0.090	4.2	0.018	0.02	
6	0.10	0.090	4.2	0.018	0.01	
5	0.07	0.090	4.2	0.018	0.01	
4	0.04	0.070	2.1	0.011	0.01	
3	0.03	0.055	2.1	0.011	0.01	
2	0.02	0.100	2.1	0.004	0.01	
1	0.00	0.000	0.0	0.000	0.00	

a. Paquet supprimé à la fin de 2006 (2008 pour les gros utilitaires légers).

b. Les chiffres les plus élevés ne sont valables que pour les gros utilitaires légers.

c. Un paquet temporaire moins contraignant valable pour les seuls gros utilitaires légers est analysé dans les paragraphes qui suivent.

d. La norme de 0.280 gpm de gaz organiques non méthaniques ne peut être invoquée à titre transitoire que pour l'homologation des gros utilitaires légers de la classe 4 et des véhicules à passagers de moyenne dimension.

e. La norme de 0.130 gpm de gaz organiques non méthaniques ne peut être invoquée à titre transitoire que pour l'homologation des gros utilitaires légers de la classe 2.

f. La norme de 0.156 gpm de gaz organiques non méthaniques sera supprimée à la fin de 2008.

Tableau 26. Normes d'émission (en grammes par mille calculés sur 50 000 milles) des véhicules légers

Paquet	NOx	Gaz organiques non méthaniques	CO	H-CHO	Particules	Observations
10	0.4	0.125/0.160	3.4/4.4	0.015/0.018	-	a, b, c, d, f, h
9	0.2	0.075/0.140	3.4	0.015	-	a, b, e, h
Les paquets temporaires ci-dessus seront supprimés en 2006 (voitures particulières et petits utilitaires légers) et en 2008 (gros utilitaires légers)						
8	0.14	0.100/0.125	3.4	0.015	-	b, g, h
7	0.11	0.075	3.4	0.015	-	h
6	0.08	0.075	3.4	0.015	-	h
5	0.05	0.075	3.4	0.015	-	h

a. Paquet supprimé à la fin de 2006 (2008 pour les gros utilitaires légers).

b. Les chiffres les plus élevés ne sont valables que pour les gros utilitaires légers, jusqu'en 2008.

c. Il existe un paquet temporaire moins contraignant valable pour les seuls véhicules à passagers de moyenne dimension.

d. La norme de 0.195 gpm de gaz organiques non méthaniques ne peut être invoquée à titre transitoire que pour l'homologation des gros utilitaires légers de la classe 4 et des véhicules à passagers de moyenne dimension.

e. La norme de 0.100 gpm de gaz organiques non méthaniques ne peut être invoquée à titre transitoire que pour l'homologation des petits utilitaires légers de la classe 2.

f. La conformité aux normes à mi-durée de vie n'est pas obligatoire pour les véhicules à moteur diesel homologués sur la base du paquet n° 10.

g. La norme de 0.125 gpm de gaz organiques non méthaniques sera supprimée à la fin de 2008.

h. La conformité aux normes à mi-durée de vie n'est pas obligatoire pour les catégories de véhicules dont la durée de vie est fixée à 150 000 milles lors de l'homologation (s'il n'y a pas mobilisation de crédits acquis précédemment).

Une flotte composée de véhicules dont les émissions moyennes de NOx restent en deçà de la norme des 0.07 gpm produira des émissions de gaz organiques non méthaniques inférieures en moyenne à 0.09 gpm. Le volume réel des émissions variera d'un constructeur à l'autre en fonction des types de véhicules qu'il vend pour pouvoir se conformer à la norme des 0.07 gpm de NOx. Par ailleurs, la situation ne peut que s'améliorer sur le plan des gaz organiques non méthaniques puisque la phase 2 s'étend aux gros utilitaires légers qui ne sont pas couverts par le programme VFE national. La phase 2 exige aussi davantage des petits utilitaires légers de la classe 2 que le programme national puisqu'il les assimile aux voitures particulières et aux petits utilitaires légers de la classe 1 alors que le programme national fixe des normes distinctes plus élevées pour ces petits utilitaires légers de la classe 2.

Calendrier de mise en œuvre

Le tableau 27 illustre le calendrier d'application de la phase 2 à l'ensemble des véhicules.

Tableau 27. Réduction progressive des émissions pendant la mise en œuvre de la phase 2 et de la phase transitoire
(les parties grisées indiquent les normes moyennes)

	2001	2002	2003	2004 %	2005 %	2006 %	2007 %	2008 %	2009 et au-delà %	NOx (gpm)
Voit. part./ petits util. lég. (phase transitoire)	Progr. VFE	Progr. VFE	Progr. VFE	75 max	50 max	25 max				0.30 moyenne
Voit. part./ petits util. lég. (phase 2 + évap.)	<i>Constitution rapide d'une réserve de crédits</i>			25	50	75	100	100	100	
Gros util. lég. (phase 2 + évap.)	<i>Constitution rapide d'une réserve de crédits</i>							50	100	0.07 ^d moyenne
Gros util. légers (phase transitoire)	Phase 1 b	Phase 1 b	Phase 1 b	25	50	75	100	50		0.20 ^{a,d} moyenne
Véh. à passagers moy. dimension (phase transitoire)	Gros moteur	Gros moteur	Gros moteur	c, e	e	e	e	max		
Véh. à passagers moy. dimension (phase 2 + évap.)	<i>Constitution rapide d'une réserve de crédits</i>							50	100	0.07 ^d moyenne

a. Le maximum de 0.60 NOx s'applique à l'ensemble des utilitaires légers des classes 3 et 4 de 2004 à 2006.

b. D'autres modalités de mise en œuvre laissent aux constructeurs la faculté de s'écarter des 25/50/75 % prévus pour la période 2004-2006 et du 50 % prévu pour 2008 et de se constituer une réserve de crédits pour mettre certains véhicules sur le marché pendant une ou plusieurs de ces années.

c. Ce chiffre ne s'impose qu'aux constructeurs qui choisissent de conformer leurs utilitaires légers des classes 2 et 4 et leurs véhicules à passagers de dimension moyenne à des normes facultatives en matière de gaz organiques non méthaniques ainsi qu'aux véhicules dont l'année de production prend cours le jour ou après le jour du quatrième anniversaire de la date d'adoption du règlement.

d. La moyenne doit être calculée sur les gros utilitaires légers et les véhicules à passagers de moyenne dimension.

e. Le moteur des véhicules diesels doit être homologué jusqu'à l'année 2007.

Normes transitoires

Les normes transitoires analysées dans les paragraphes qui suivent contribuent largement à réduire les émissions au cours des premières années de mise en œuvre du programme VFE. Les normes relatives aux émissions de NOx des utilitaires légers des classes 2 et 4, qui représentent quelque 40 % du parc, sont plus strictes que les normes correspondantes du programme VFE national et du premier programme VFE californien.

L'alignement progressif des deux catégories de véhicules (voitures particulières/petits utilitaires légers et gros utilitaires légers) sur les normes de la phase 2 s'opérera au départ de situations totalement différentes sur le plan des émissions puisque les voitures particulières et les petits utilitaires légers partent des niveaux fixés dans le programme VFE national, soit 0.3 ou 0.5 gpm de NOx en moyenne⁵, et les gros utilitaires légers de ceux de la phase 1, soit 0.98 ou 1.53 gpm selon la taille du véhicule. Ces deux derniers chiffres sont 14 et 22 fois plus élevés que les 0.07 gpm de la phase 2.

Normes d'émission transitoires pour les voitures particulières et les petits utilitaires légers

Dès 2004, tous les nouveaux véhicules légers (voitures particulières) et utilitaires légers des classes 1 et 2 qui n'auront pas été homologués sur la base des normes applicables pendant la période de mise en œuvre progressive de la phase 2 devront être conçus de telle sorte que la moyenne des émissions des véhicules de leur constructeur ne dépasse pas 0.30 gpm de NOx, c'est-à-dire le plafond fixé par le programme VFE national pour les voitures particulières et les utilitaires légers de la classe 1⁶. Ce régime transitoire amène à conformer les voitures particulières et les petits utilitaires légers aux normes fixées par le programme VFE national tant qu'ils échappent, pendant la période de transition, à l'application des normes de la phase 2. Les utilitaires légers de la classe 2 devront quant à eux ne pas dépasser 0.3 gpm de NOx, au lieu des 0.5 gpm prévus par le programme VFE national.

La proposition d'alignement des utilitaires légers de la classe 2 sur les voitures particulières et les utilitaires légers de la classe 1 en matière d'émissions de NOx (0.30 gpm) pendant la période de transition a été retenue, mais l'Agence américaine pour la protection de l'environnement donne aux constructeurs d'utilitaires légers de la classe 2, homologués sur la base des normes du paquet 9, la faculté de se conformer à une norme de 0.130 gpm de gaz organiques non méthaniques s'ils s'engagent à appliquer le régime transitoire à tous les gros utilitaires légers qu'ils construiront en 2004 et à faire passer un quart de ces gros utilitaires légers sous la barre des 0.20 gpm de NOx.

Normes d'émission transitoires pour les gros utilitaires légers

Les normes transitoires auxquelles les gros utilitaires lourds devront se conformer à partir de 2004 sont les mêmes que celles de l'avis de proposition de réglementation, ce qui revient à dire que leurs émissions de NOx ne devront pas dépasser 0.20 gpm de 2004 à 2007. Les normes transitoires applicables aux gros utilitaires légers sont, à l'instar de celles qui s'appliqueront aux voitures particulières et aux petits utilitaires légers, rassemblées dans les paquets du tableau 25.

Eu égard aux délais de mise au point des actes législatifs, l'Agence américaine pour la protection de l'environnement n'a pas été en mesure d'arrêter les normes applicables aux gros utilitaires légers suffisamment tôt pour qu'elles deviennent obligatoires dès la sortie des modèles 2004 et incite en conséquence par divers moyens les constructeurs à conformer leurs gros utilitaires légers aux normes de la phase 2 dès 2004.

Genèse, mise en réserve et cession des crédits NOx

Conformément à l'avis de proposition de réglementation et aux dispositions du règlement, les constructeurs auront la faculté de faire la moyenne des émissions de NOx de tous leurs véhicules de la phase 2 et de se plier à une norme collective d'émission de NOx. Ceux dont la moyenne des émissions de NOx produites par l'ensemble de leurs véhicules est inférieure à la norme collective peuvent en outre se constituer des crédits NOx qu'ils pourront mettre en réserve pour plus tard ou céder à d'autres constructeurs. Les constructeurs peuvent se constituer ces crédits NOx s'ils restent en deçà des normes de la phase 2, des normes transitoires applicables aux voitures particulières et petits utilitaires légers ou des normes transitoires applicables aux gros utilitaires légers.

Les modalités de mise en réserve et de cession des crédits constitués dans les cas où les émissions restent en deçà des normes transitoires (qui ne sont pas celles de la phase 2) sont identiques à celles qui ont été définies pour les normes de la phase 2, à cette différence près que le constructeur doit déterminer les crédits fondés sur la norme collective de 0.30 ou 0.20 g de NOx par mille applicable à

ses véhicules pendant la période transitoire. Conformément à l’avis de proposition de réglementation, les crédits tirés pendant la période transitoire du maintien des émissions de NOx sous les plafonds fixés par les normes collectives applicables aux voitures particulières et aux petits utilitaires légers, d’une part, et aux gros utilitaires légers, d’autre part, ne sont pas interchangeables parce que ces normes collectives transitoires sont différentes. Conformément à l’avis de proposition de réglementation, les constructeurs ne pourront pas se constituer une réserve de crédits dès les premiers stades de l’application du régime transitoire, ni se prévaloir de crédits acquis pendant la période transitoire pour tenter de se conformer à la norme d’émission de NOx de la phase 2.

L’Agence américaine pour la protection de l’environnement trouve judicieux d’encourager les constructeurs à rabaisser très fortement le niveau d’émission des véhicules qu’ils font homologuer et est convaincue que ces encouragements peuvent ouvrir la voie à une réduction plus importante et/ou plus économiquement rentable des émissions des véhicules de demain. Elle estime important qu’un règlement de cette nature encourage par d’autres moyens encore les constructeurs à produire et commercialiser des véhicules très propres et que ces encouragements leur soient prodigués surtout pendant les premières phases de mise en œuvre du programme, moment où ils doivent engager des ressources dans des technologies et des modèles de véhicules promis à une vie relativement longue. L’Agence américaine pour la protection de l’environnement est convaincue que ce programme incite puissamment les constructeurs à maximiser leurs activités de développement et à adopter les meilleures technologies de limitation des émissions des véhicules et des moteurs qu’ils puissent trouver, ce qui ne peut manquer d’induire une généralisation de l’utilisation de ces technologies. La construction accélérée de véhicules plus propres permet de récolter plus rapidement les fruits du programme parce que ces véhicules produisent non seulement moins de NOx, mais aussi moins de gaz organiques non méthaniques, de CO et de formaldéhyde. S’il est possible d’inciter un constructeur à faire homologuer ses véhicules sur la base de normes plus strictes en lui ouvrant la perspective d’une somme raisonnable de crédits supplémentaires, les avantages que sa décision apportera au programme pourraient subsister pendant de nombreuses années.

L’Agence américaine pour la protection de l’environnement met actuellement la dernière main à un règlement qui permettra aux constructeurs, pendant la période de démarrage du programme, d’attribuer aux véhicules et utilitaires légers, qu’ils font homologuer sur la base des deux paquets de normes les plus contraignantes, un indice de pondération plus élevé dans le calcul des émissions moyennes de NOx de leur gamme. Ce règlement, qui restera en vigueur jusqu’en 2005, donne aux constructeurs la faculté de multiplier par un facteur donné le nombre de véhicules immatriculés sur la base des paquets 1 et 2 (véhicules à zéro et à ultra-faibles émissions dans la réglementation californienne) qu’ils vendent. Ce nombre ainsi pondéré sera utilisé dans le calcul des émissions moyennes de NOx des véhicules construits au cours d’une même année et les constructeurs qui font homologuer des véhicules sur la base de ces paquets de normes pourront se constituer une réserve supplémentaire de crédits (ou mobiliser moins de crédits) au cours de cette année.

Les indices de pondération utilisables par les constructeurs sont réunis dans le tableau 28 ci-après.

Tableau 28. Indices de pondération intervenant dans le calcul des crédits supplémentaires pour les véhicules et utilitaires légers répondant aux normes des paquets 1 et 2

Paquet	Année de construction	Indice de pondération
2	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	1.5
1	2001, 2002, 2003, 2004, 2005	2.0

Normes d'émissions par évaporation

Toutes les voitures particulières et tous les utilitaires légers de la phase 2 doivent répondre à des normes d'émission par évaporation plus sévères. Ces normes, rassemblées dans le tableau 29, représentent pour la plupart des véhicules une réduction de plus de 50 % des pertes par évaporation diurnes et par percolation permises par les normes applicables au cours des années qui précèdent immédiatement l'entrée en vigueur de la phase 2. Les normes moins contraignantes applicables aux gros utilitaires légers permettent de faire varier les émissions qui ne sont pas imputables au carburant en fonction de la taille des véhicules.

Tableau 29. Normes d'émission par évaporation (grammes par test)

Catégorie de véhicules	Evaporation diurne et percolation (3 jours)	Evaporation diurne et percolation (5 jours)
Voitures particulières et petits utilitaires légers	0.95	1.2
Gros utilitaires légers	1.2	1.5

Véhicules à passagers de PTCA supérieur à 8 500 livres

Tous les véhicules dont le PTCA excède 8 500 livres sont depuis toujours, et quelles que soient les fins auxquelles ils sont utilisés, classés dans la catégorie des véhicules lourds et tenus de se conformer aux normes et aux procédures d'essai conçues pour ces derniers⁷. Le règlement de l'Agence américaine pour la protection de l'environnement étale l'application progressive des normes de la phase 2 aux véhicules à passagers dont le PTCA excède 8 500 livres sur les années 2004 à 2009. Ils devront dans l'ensemble répondre aux mêmes exigences que les gros utilitaires légers.

Le règlement crée une nouvelle catégorie dénommée « véhicules à passagers de moyenne dimension » dont la plupart seront généralement assimilés aux gros utilitaires légers dans la phase 2. Par véhicule à passagers de moyenne dimension, il y a lieu d'entendre un véhicule de moins de 10 000 livres de PTCA conçu essentiellement pour le transport de voyageurs ou une fourgonnette convertible (fourgonnette destinée à être convertie en véhicule affecté essentiellement au transport de voyageurs. La conversion d'un véhicule affecté au transport de marchandises en véhicule destiné à transporter des voyageurs s'opère par l'installation de sièges à l'arrière, de vitres, d'un recouvrement de sol et de divers autres équipements). L'Agence américaine pour la protection de l'environnement exclut de cette catégorie les véhicules qui (1) peuvent transporter plus de 12 personnes conducteur compris, (2) offrent plus de 9 places assises derrière le siège du conducteur ou (3) ont un compartiment à marchandises (plateau de chargement ou autre) d'une longueur intérieure égale ou supérieure à six pieds.

Les véhicules à passagers de moyenne dimension et les gros utilitaires légers doivent donc répondre à toutes les normes de la phase 2 en 2009 au plus tard et à des normes transitoires avant cette date. Ces normes transitoires sont fondées sur les 0.20 gpm que l'ensemble des véhicules produits par un seul et même constructeur ne doit pas dépasser pendant leur durée de vie et auxquels ils doivent arriver à la faveur de réductions successives de 25, 50, 75 et 100 % étalées sur les années 2004 à 2007. Les véhicules à passagers de moyenne dimension sont assimilés aux gros utilitaires légers pendant la période d'application des normes transitoires.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement a prévu un paquet supplémentaire moins contraignant pour les véhicules à passagers de moyenne dimension, et pour ces véhicules seulement, pendant la période transitoire (2004--2008). Ces normes, réunies dans le tableau 30, sont équivalentes à celles que le premier programme VFE californien applique à ces véhicules avant 2004. Les véhicules homologués sur la base de ces normes doivent être testés au poids net en charge ajusté⁸. Ce paquet moins contraignant met les constructeurs en mesure de soustraire leurs véhicules au champ d'application du programme californien pour les intégrer dans celui du programme fédéral avant même de leur appliquer les normes transitoires et les normes de la phase 2. Les constructeurs qui ont opté pour les normes transitoires peuvent se prévaloir du paquet moins contraignant, mais les véhicules qu'ils produisent dans ces conditions doivent être pris en compte dans le calcul de la moyenne de leurs émissions de NOx (0.20 gpm). Les constructeurs ne pourront plus se prévaloir de ce paquet quand le programme de la phase 2 sera définitivement mis sur les rails.

Tableau 30. Normes transitoires relatives aux émissions des véhicules à passagers de moyenne dimension ^a

	NOx	Gaz organiques non méthaniques	CO	HCHO	Particules
Durée de vie utile (120 000 milles)	0.9	0.280	7.3	0.032	0.12

a. Ces normes ne peuvent plus être invoquées après 2008.

Les constructeurs peuvent, jusqu'en 2008, adapter leurs véhicules à passagers de moyenne dimension à moteur diesel aux normes applicables aux gros moteurs de la même année de construction, mais ces véhicules sont alors exclus de la flotte prise comme base pour le calcul de la moyenne prévue par le régime transitoire. En 2008, les constructeurs devront aussi faire homologuer le châssis de leurs véhicules diesels et les conformer soit aux normes transitoires, soit aux normes de la phase 2. A partir de 2009, tous les véhicules à passagers de moyenne dimension, y compris ceux qui ont un moteur diesel, devront répondre aux normes de la phase 2. Ces dispositions relatives aux véhicules diesels visent, à l'instar du paquet le moins contraignant de normes d'homologation des ensembles châssis-cabine, à autoriser le report des véhicules jusqu'au moment où les normes de la phase 2 leur deviennent applicables.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement exige que les moteurs diesel homologués montés dans des véhicules à passagers de moyenne dimension répondent jusqu'en 2007 aux mêmes conditions en matière d'acquisition, de mise en réserve et de cession de crédits que les gros moteurs diesel. Elle offre la possibilité de limiter l'homologation de ces véhicules à leur seul moteur diesel pour donner aux constructeurs qui n'ont jamais fait homologuer des ensembles châssis-moteur la possibilité d'acquérir l'expérience nécessaire. Elle estime toutefois qu'il convient de limiter l'application de la formule des crédits à ces moteurs.

Les véhicules à passagers de moyenne dimension adaptés aux normes du paquet 10 peuvent aussi être homologués sur la base de la norme moins contraignante de 0.280 gpm de gaz organiques non méthaniques. Les constructeurs qui usent de cette faculté tendent à conformer leurs véhicules à la norme d'émission de NOx la plus stricte puisque le volume des émissions de gaz organiques non méthaniques ne fait pas obstacle au respect des normes du paquet 10.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement n'a pas le pouvoir, pour des raisons légales, de contraindre les constructeurs à conformer certains de leurs véhicules aux nouvelles normes à partir de 2004 et elle tente donc de les y encourager en leur offrant divers avantages qui leur sont en revanche refusés s'ils ne décident de les appliquer qu'à partir de 2005.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement exige que tous les véhicules à passagers de moyenne dimension qui ne sont pas mus par un moteur diesel soient équipés d'un dispositif de diagnostic embarqué de deuxième génération dès 2004. Le premier programme VFE californien ne prévoit pas autre chose et l'exigence de l'Agence va donc bien dans le sens du basculement du régime californien vers le régime national⁹. Les véhicules diesels sortis du régime californien doivent être équipés d'un dispositif de diagnostic embarqué qui remplit les conditions d'homologation imposées par la Californie alors que les autres échappent à cette obligation. L'Agence américaine pour la protection de l'environnement a toutefois proposé de rendre le montage de dispositifs de ce type obligatoire pour les gros moteurs diesels et ces règles deviendraient, si elles étaient adoptées de façon définitive, également applicables aux véhicules à passagers de moyenne dimension à moteur diesel.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement met la dernière main aux normes relatives aux émissions de CO à froid auxquelles les véhicules à passagers de moyenne dimension de la phase 2 devront répondre lors du test rapide d'homologation, mais ne précise pas jusqu'où ces mêmes véhicules peuvent aller à grande vitesse et à pleine charge. Les normes d'émission à grande vitesse et à pleine charge actuellement en vigueur, y compris celles des premier et deuxième programmes VFE californiens, ne s'appliquent pas aux véhicules dont le PTCA excède 8 500 livres.

Soufre

Le règlement vise aussi à réduire de façon significative la teneur moyenne en soufre de l'essence américaine. L'Agence pour la protection de l'environnement voudrait que ce programme de désulfuration commence à produire ses effets dès l'an 2000 et que la grande majorité des raffineries se conforment pleinement à ses prescriptions en 2006, date à laquelle les essences importées ne devront également plus dépasser la teneur maximale en soufre autorisée. Des normes transitoires moins rigoureuses s'appliqueront à quelques petites raffineries jusqu'en 2007, de même que dans une partie peu étendue de l'Ouest des Etats-Unis de 2004 à 2006.

Le programme oblige les raffineries et les importateurs à ramener la teneur moyenne et maximale en soufre de leurs essences à respectivement 120 et 300 ppm à partir de 2004, et 30 et 80 ppm en 2006. Il règle aussi la question de la cession des crédits « soufre ».

Le tableau 31 rassemble les trois séries de normes auxquelles les raffineries et les importateurs de produits pétroliers doivent se conformer. L'essence ne devra ainsi plus dépasser un volume maximum donné de soufre par gallon à partir du 1^{er} janvier 2004 (et du 1^{er} janvier des années suivantes à mesure que les normes se font plus sévères). En outre, les raffineurs seront tenus de ne pas dépasser une teneur moyenne en soufre, calculée sur toute l'essence qu'ils raffinent en un an à partir de 2004, et sur l'ensemble de la production annuelle de chacune de leurs usines à partir de 2005. Les raffineries qui ne se rallient pas au programme de constitution, mise en réserve et cession de crédits « soufre » devront ramener la teneur en soufre à 30 ppm dès 2005.

Tableau 31. **Teneur maximale en soufre de l'essence produite par les raffineries ou importée (hors petites raffineries et essence GPA)**

Date d'entrée en vigueur	2004^a	2005	2006+
Moyenne par raffinerie, ppm ^b	--	30	30
Moyenne de tous les sites de production, ppm ^c	120	90	--
Teneur maximum par gallon ^d , ppm	300	300	80

a. La moyenne de tous les sites de production devrait vraisemblablement être inférieure à 120 ppm en 2004.

b. La moyenne par raffinerie peut être atteinte en usant des crédits « soufre » générés dans le cadre du programme de constitution, mise en réserve et cession de crédits, à condition de ne pas dépasser la moyenne valable pour tous les sites de production ainsi que la teneur maximum par gallon.

c. La moyenne de tous les sites de production peut le cas échéant être atteinte par rachat de crédits à d'autres raffineurs.

d. Les 300 ppm pourront être dépassés de 50 ppm en 2004, mais la teneur maximum autorisée sera réduite d'autant pour tous les types d'essence en 2005.

Véhicules lourds et gros moteurs

Le tableau ci-après donne un aperçu des normes qui s'appliquent actuellement aux véhicules lourds et aux gros moteurs.

Tableau 32. Normes relatives aux émissions des véhicules routiers lourds

Année	HC (g/bhp/hr)	CO (g/bhp/hr)	HC + NO _x (g/bhp/hr)	NO _x (g/bhp/hr)	Particules diesel (g/bhp/hr)
Diesel					
1991-93	1.3	15.5		5.0	0.25
1994-97	1.3	15.5		5.0	0.10
1998	1.3	15.5		4.0	0.10
2004	1.3	15.5	2.4**		
Autobus					
1991-92	1.3	15.5		5.0	0.25
1993	1.3	15.5		5.0	0.10
1994-95	1.3	15.5		5.0	0.07
1996-97	1.3	15.5		5.0	0.05*
1998	1.3	15.5		4.0	0.05*
Moteurs 4 temps					
	HC (g/bhp/hr)	CO (g/bhp/hr)		NO _x (g/bhp/hr)	Pertes par évaporation (g par test)
1991-97					
(A)	1.1	14.4		5.0	3.0
(B)	1.9	37.1		5.0	4.0
1998					
(A)	1.1	14.4		4.0	3.0
(B)	1.9	37.1		4.0	4.0

(A) : Norme applicable aux moteurs montés sur les camions dont le PTCA est égal ou inférieur à 14 000 livres.

(B) : Norme applicable aux moteurs montés sur des camions dont le PTCA est supérieur à 14 000 livres.

* 0.07 g/bhp/hr en conditions de circulation réelles.

** La valeur limite peut être portée à 2.5 si les HCNM ne dépassent pas 0.5.

Tableau 33. Catégories américaines de véhicules utilitaires

	PTCA	Poids à vide	Poids en charge net	Largeur avant
Petit utilitaire léger	0 – 6 000			
Utilitaire léger				
Utilitaire léger (classe 1)			0 – 3 750	
Utilitaire léger (classe 2)	0 – 8 500	>6 000	3 750<	
Gros utilitaire léger	6 001 – 8 500			
Gros utilitaire léger (classe 3)	6 001 – 8 500		0 – 5 750	<45
Gros utilitaire léger (classe 4)	6 001 – 8 500		5 750>	
Poids lourd	8 500>	6 000>		45>

Le Ministère de la justice et l'Agence pour la protection de l'environnement ont infligé récemment à sept constructeurs de gros moteurs diesels (Caterpillar Inc., Cummins Engine Company, Detroit Diesel Corporation, Mack Truck Inc., Navistar International Transportation Corporation, Renault Véhicules Industriels et Volvo Truck Corporation) une amende collective de plus d'un milliard de dollars, dont 83.4 millions de dollars à titre de pénalité civile, pour avoir contrevenu au « Clean Air Act » en rejetant des millions de tonnes de substances polluantes dans l'air. Cette décision, la plus importante mesure d'exécution d'une loi environnementale qui ait jamais été prise aux Etats-Unis, devrait prévenir l'émission de quelque 75 millions de tonnes d'oxydes d'azote (NO_x), soit plus que les quantités de NO_x rejetées en trois ans dans l'air aux Etats-Unis, au cours des 27 prochaines années. Elle devrait en outre permettre aussi de réduire les NO_x produits par les moteurs diesels d'un tiers d'ici 2003. Les sept constructeurs en cause couvrent 95 % du marché américain des gros moteurs diesel.

L'amende sanctionne le fait que les constructeurs ont, en violation du « Clean Air Act », vendu des moteurs diesels équipés de « dispositifs pirates » qui déconnectent leur système antipollution quand le véhicule circule normalement sur route, mais leur permettent au revanche de respecter les normes d'émission de l'Agence américaine pour la protection de l'environnement pendant les essais en laboratoire. La loi sur la pureté de l'air interdit aux constructeurs de commercialiser désormais des moteurs équipés de tels dispositifs parce que ces moteurs restent certes en deçà des limites réglementaires d'émission pendant les 20 minutes du cycle fédéral d'essai mis au point par l'Agence pour la protection de l'environnement, mais produisent jusqu'à trois fois plus de NO_x que permis sur route.

Les constructeurs auraient vendu environ 1.3 million de ces moteurs pour tracteurs de semi-remorques ou autres poids lourds. Ces moteurs ont émis plus de 1.3 million de tonnes de NO_x en trop pendant la seule année 1998, soit 6 % de tous les NO_x produits par les voitures particulières, les véhicules utilitaires et l'industrie au cours de cette même année, ou encore autant qu'auraient pu en produire 65 millions de voitures supplémentaires lancées sur les routes. Le trafic routier aurait généré 20 millions de tonnes de NO_x supplémentaires d'ici 2005 si l'utilisation de ces dispositifs pirates n'avait pas été décelée et rendue impossible.

L'Agence pour la protection de l'environnement estime que les constructeurs en cause investiront ensemble plus de 850 millions de dollars dans la mise au point de moteurs plus propres, la « dépollution » des vieux moteurs, le rappel des pickups équipés de dispositif pirate et la réalisation de nouveaux tests de contrôle des émissions.

Les constructeurs se sont engagés, devant la Cour fédérale de Columbia, à réduire dans de très fortes proportions les émissions des gros moteurs diesels avant la fin de l'année et à les ramener ensuite à un niveau inférieur à celui que la loi exige avant octobre 2002. Ils se sont de même engagés à réduire les émissions des gros moteurs diesel, qu'ils pourraient être amenés à réaléser et à abrégé les délais d'adaptation des moteurs montés sur les engins de travaux publics et autres véhicules non routiers à certaines normes d'émission de NOx.

Non contents de réduire les émissions de NOx de leurs gros moteurs diesel, les constructeurs lanceront divers projets dans le but de réduire toutes les émissions de NOx, notamment des projets de recherche et de développement portant sur l'étude de moteurs à faibles émissions utilisant des technologies nouvelles et des carburants moins polluants. Ces projets coûteront ensemble 109.5 millions de dollars.

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement a découvert le problème l'année dernière en testant un moteur produit par un des constructeurs. L'Agence et le Ministère de la justice ont ensuite ouvert une enquête de grande envergure, puis engagé des discussions avec les constructeurs en vue de régler le problème à l'amiable au début de cette année.

Les constructeurs seront passibles de lourdes peines s'ils ne respectent pas les délais fixés dans l'accord conclu, et devront justifier de leur respect des termes de l'accord en procédant non seulement aux essais du cycle fédéral, mais aussi à d'autres essais pour prouver qu'ils n'utilisent pas de nouveaux dispositifs pirates.

Une fraction des pénalités civiles sera versée au California Air Resources Board avec lequel les constructeurs ont signé un accord en ce sens.

Conformément aux dispositions du premier règlement qui fixe les normes d'émission de NOx auxquelles les gros moteurs diesels devront répondre en 2004, l'Agence pour la protection de l'environnement a l'intention de réexaminer très attentivement la situation en 1999, de proposer un renforcement des normes applicables aux utilitaires à essence, et d'imposer le montage de dispositifs de diagnostic embarqués sur tous les moteurs et tous les véhicules. Elle envisage, par ailleurs, de soumettre à la procédure de consultation préalable un projet d'avis de proposition de réglementation qui réduirait le volume maximum autorisé d'émission de particules à 0.01 g/bhp/hr en 2005 et celui des émissions de NOx à 0.2 g/bhp/hr en 2007.

Le renforcement de la norme relative aux émissions de particules est une des retombées du texte sur la toxicité de l'air des villes qui en impute la plus grande part de responsabilité aux moteurs diesel.

L'Agence pour la protection de l'environnement envisage d'adopter, outre le projet d'avis de proposition de réglementation relatif aux véhicules¹⁰, un règlement qui limiterait la teneur en soufre du gazole à 15 ppm.

NOTES

1. Article 202, paragraphe 1 du « Clean Air Act » ; tableau 3 : en attendant les normes d'émissions applicables aux voitures particulières et aux utilitaires légers, à essence ou diesel, d'un poids égal ou inférieur à 3.750 livres.

Polluant	Emissions en grammes par mille
HCNM	0.125
NOx	0.2
CO	1.7

2. Le poids total en charge autorisé (PTCA) s'obtient par addition de la charge utile, en marchandises et en passagers, recommandée par le constructeur, au poids à vide du véhicule.
3. A titre de comparaison, le programme VFE national, qui sera mis en place sur tout le territoire national en 2001, limite les émissions de NOx à 0.30 gpm pour les voitures particulières et 0.50 gpm pour les utilitaires légers moyens (il ne s'applique pas aux gros utilitaires légers) tandis que les normes actuelles de la phase 1 les maintiennent entre 0.60 et 1.53 gpm.
4. Les normes transitoires et les normes de la phase 2 fixent également des maxima pour les gaz organiques non méthaniques. Ces maxima varient en fonction des normes d'émission auxquelles les constructeurs choisissent de se conformer en matière de NOx.
5. Le programme VFE national plafonne les émissions de gaz organiques non méthaniques à des niveaux qui obligent en fait à ramener les émissions de NOx , sur l'ensemble de la durée de vie utile des véhicules, à 0.3 gpm pour les voitures particulières et les petits utilitaires légers et 0.5 gpm pour les gros utilitaires légers.
6. Le programme VFE national ne fixe pas de normes pour les NOx, mais les plafonds qu'il fixe pour les gaz organiques non méthaniques obligent à maintenir les émissions de NOx des voitures particulières et des utilitaires légers de la classe 1 au niveau moyen de 0.3 gpm environ pendant la durée de leur vie utile.
7. La catégorie des véhicules lourds englobe également les véhicules dont le poids à vide excède 6 000 livres, quel que soit leur PTCA.
8. Le poids net en charge ajusté représente la moyenne entre le poids à vide et le poids total en charge autorisé. Il est parfois aussi qualifié de « demi charge utile ».
9. La conformité aux règles californiennes relatives aux dispositifs de diagnostic embarqués peut être invoquée tant pour les véhicules à passagers de moyenne dimension que pour les gros utilitaires légers.
10. Dans le système américain, la première étape officielle est de soumettre à la procédure de consultation préalable un projet d'avis de proposition de réglementation pour commentaires. L'Agence pour la protection de l'environnement émet ensuite un Avis de proposition de réglementation qui décrit très précisément les nouvelles dispositions. Après consultation l'Agence pour la protection de l'environnement émet la Réglementation approuvée qui reflète les décisions finales.

ANNEXE C. NORMES CALIFORNIENNES

Normes applicables aux véhicules légers

Tableau 34. Normes d'homologation des véhicules à passagers à essence
(en gpm sur 50 000 milles)

g/mille	Gaz organiques non méthaniques ^a	CO	NOx
1993 (année de construction)	0.25	3.4	0.4
VFET	0.125	3.4	0.4
VFE	0.075	3.4	0.2
VTFE	0.04	1.7	0.2

- a. Les gaz organiques non méthaniques ont été substitués aux hydrocarbures classiques parce que la composition des gaz d'échappement peut évoluer au gré de l'évolution des carburants. Ces émissions seront redéfinies pour les carburants plus propres, en tenant compte de leur réactivité¹ à la lumière solaire.

Table 35. Proportion des différents types de véhicules prise en compte dans le calcul des normes
valables pour l'ensemble du parc de voitures particulières

Type	VFET	VFE	VTFE	VZE ^a	Moyenne du parc		
Année	0.39	0.25	0.125	0.075	0.040	0.00	Gaz organiques non méthaniques
1994	10 %	80 %	10 %				0.250
1995		85 %	15 %				0.231
1996		80 %	20 %				0.225
1997		73 %		25 %	2 %		0.202
1998		48 %		48 %	2 %	2 %	0.157
1999		23 %		73 %	2 %	2 %	0.113
2000				96 %	2 %	2 %	0.073
2001				90 %	5 %	5 %	0.070
2002				85 %	10 %	5 %	0.068
2003				75 %	15 %	10 %	0.062

- a. Le pourcentage donné pour les véhicules à zéro émission devient obligatoire en 2003.

Motocycles

Le California Air Resources Board a renforcé le 10 décembre 1998 les normes d'émission auxquelles les motocyclettes de la classe III (280 cc ou plus) doivent répondre à partir de 2004. Il a ainsi décidé que les émissions de HC + NO_x ne devaient plus excéder 1.4 g/km en phase 1 à partir de 2004 et 0.8 g/km en phase 2 à partir de 2008. Les constructeurs qui ne produisent pas plus de 300 motos par an devront se conformer aux normes de la phase 1 en 2008. Ceux qui anticiperont la mise sur le marché de motos répondant aux normes d'émission de HC + NO_x de la phase 2 pourront obtenir des crédits d'émission. Le Motorcycle Industry Council (Fédération des constructeurs et importateurs de motocyclettes) s'est opposée à la mise en œuvre de la norme de la phase 2, mais Harley-Davidson s'est désolidarisé d'eux et a déclaré vouloir tout faire pour s'y conformer.

Nouvelles normes (phase 2) applicables aux véhicules à faibles émissions

Le California Air Resources Board a décidé le 5 novembre 1998 de renforcer les normes d'émission auxquelles les voitures particulières et certains utilitaires sportifs, fourgonnettes et gros pickups doivent répondre à partir de 2004.

Les catégories de poids sont redéfinies de manière à ce que les utilitaires légers et moyens dont le PTCA est inférieur à 8 500 livres soient soumis aux mêmes normes que les voitures particulières à faibles et très faibles émissions, et que les gros utilitaires sportifs et autres pickups restent seuls assujettis aux normes applicables aux véhicules moyens.

Les véhicules à faibles, très faibles et ultra faibles émissions sont soumis à des normes plus sévères dont la mise en œuvre progressive s'étalera sur les années 2004 à 2007. Les voitures particulières et les utilitaires légers homologués en tant que véhicules à faibles ou très faibles émissions ne doivent plus émettre que 0.05 gpm de NO_x au lieu de 0.2 gpm actuellement prévu. Les émissions des véhicules moyens sont réduites dans les mêmes proportions, les émissions de particules des véhicules diesels sont également réduites. La durée de vie des voitures particulières et des utilitaires légers doit passer de 100 000 à 120 000 milles, une nouvelle catégorie de véhicules à ultra faibles émissions (dont les gaz d'échappement ne contiennent qu'un quart des gaz organiques non méthaniques émis par les véhicules à très faibles émissions) voit le jour et les constructeurs se voient offrir la possibilité d'homologuer leurs véhicules à faibles, très faibles et ultra faibles émissions sur la base d'une norme à respecter sur 150 000 milles, ce qui leur permet d'enrichir leur réserve de crédits d'émission de gaz organiques non méthaniques, à condition de porter la garantie qu'ils accordent sur les pièces les plus chères des 7 années ou 70 000 milles actuels à 8 années ou 100 000 milles.

Les niveaux maxima d'émission de gaz organiques non méthaniques valables pour l'ensemble des véhicules d'une gamme donnée sont réduits année après année de 2004 à 2010, date à laquelle ils devront avoir été ramenés à 0.035 gpm pour les voitures particulières. Un calendrier distinct sera élaboré pour les gros utilitaires légers de la nouvelle classe 2 tandis que les véhicules à faibles et très faibles émissions devront, en 2004, se partager le parc de véhicules moyens dans une proportion de 40 à 60 plutôt que de 60 à 40.

Un nouveau système d'acquisition de « crédits partiels pour véhicules à zéro émission » permet aux constructeurs de véhicules à la pointe du progrès technique d'acquérir des crédits partiels qu'ils peuvent mobiliser pour satisfaire à leurs obligations de construction de véhicules à zéro émission. Pour ouvrir droit à ce genre de crédits, les véhicules doivent remplir les conditions d'octroi du crédit de base pour véhicules à zéro émission de 0.2, c'est-à-dire rester des véhicules à ultra faibles émissions pendant 150 000 milles, être équipés d'un dispositif de diagnostic embarqué de la deuxième

génération, ne pas avoir de pertes par évaporation et être couverts par une garantie qui englobe tous les dysfonctionnements décelés par le dispositif de diagnostic embarqué pendant 15 ans ou 150 000 milles. Les constructeurs peuvent également obtenir un autre crédit d'au maximum 0.6 fondé sur la capacité qu'ont leurs véhicules de rouler sans produire d'émissions (véhicules capables de parcourir un certain kilométrage en étant mus par de l'énergie électrique fournie par une source extérieure), ainsi qu'un crédit pour véhicule à zéro émissions de 0.2 pour la construction de véhicules utilisant des carburants qui ne produisent que très peu d'émissions sur l'ensemble de leur cycle. Les grands constructeurs doivent remplir 40 % au moins de leurs obligations en matière de production de véhicules à zéro émission au moyen de véritables véhicules à zéro émission ou de véhicules donnant droit à un crédit pour véhicule à zéro émission de 1.0.

Le volume des pertes par évaporation, imputables au carburant et aux autres sources, qui peut être atteint pendant les 2 cycles (3 et 2 jours) de contrôle des pertes diurnes et par percolation est réduit et cette nouvelle norme devient applicable pendant toute la durée de vie utile des véhicules (15 ans ou 150 000 milles). Les constructeurs seront tenus de faire homologuer 40 % de leurs véhicules sur la base de cette norme en 2004, 80 % en 2005 et 100 % en 2006, mais auront la faculté d'opter pour un autre calendrier.

Les tests d'émissions à effectuer pour l'homologation des nouveaux véhicules sont fortement allégés, mais les constructeurs doivent en compensation contrôler de façon plus minutieuse les émissions des véhicules en circulation qui ont déjà parcouru des kilométrages importants.

Le respect de ces nouvelles normes d'émissions impose de mieux contrôler les carburants, d'améliorer les conditions de fourniture des carburants, d'améliorer le fonctionnement des convertisseurs catalytiques et de réduire les émissions à la sortie du moteur².

Une clause du nouveau règlement permet aux constructeurs de faire homologuer 4 % au maximum de leurs utilitaires légers de la classe 2 sur la base d'une norme d'émission de NOx un peu moins stricte (0.07 pour 50 000 milles et 0.10 pour 120 000 et 150 000 milles). Cette dérogation leur donne la possibilité de préparer quelques-uns de leurs utilitaires lourds à des conditions d'utilisation plus difficiles.

L'allègement des tests d'émissions à réaliser pour l'homologation permettra aux constructeurs de réorienter une partie des ressources importantes qu'ils affectent actuellement à l'homologation de leurs véhicules vers le contrôle du respect des normes en vigueur par les véhicules en circulation, d'une part, et de réduire leurs coûts de 36 à 57 millions de dollars par an, d'autre part.

Le coût de l'adaptation aux nouvelles normes devrait osciller entre 100 et 200 dollars par véhicule, pour s'élever en moyenne à 107 dollars. La rentabilité estimative pourrait quant à elle aller de 0.50 à 1.39 dollar par livre d'émissions (gaz organiques réactifs + NOx) produite en moins et atteindre en moyenne 1 dollar, ce qui soutient parfaitement la comparaison avec la rentabilité des systèmes actuels de lutte contre la pollution de l'air.

Nouvelles normes

Tableau 36. Normes entrant en vigueur en 2004

Type de véhicule	Nombre de milles	Catégories de véhicules	Gaz org. non méthaniques (gpm)	Monoxyde de carbone (gpm)	Nox (gpm)	Formaldéhyde (mgpm)	Particules diesel (gpm)
Voit. part. et utilitaires légers < 8 500 livres PTCA	50 000	VFE	0.075	3.4	0.05	15	Non indiqué
		VFE ^a	0.075	3.4	0.07	15	Non indiqué
		VTFE	0.04	1.7	0.05	8	Non indiqué
	120 000	VFE	0.09	4.2	0.07	18	0.01
		VFE ^a	0.09	4.2	0.1	18	0.01
		VTFE	0.055	2.1	0.07	11	0.01
		VUFE	0.01	1	0.02	4	0.01
	150 000	VFE	0.09	4.2	0.07	18	0.01
		VFE ^a	0.09	4.2	0.1	18	0.01
		VTFE	0.055	2.1	0.07	11	0.01
		VUFE	0.01	1	0.02	4	0.01
	Véh. Moyens 8 500-10 000 livres PTCA	120 000	VFE	0.195	6.4	0.2	32
VTFE			0.143	6.4	0.2	16	0.06
VUFE			0.1	3.2	0.1	8	0.06
Véh. moyens 10 001-14 000 livres PTCA	120 000	VFE	0.23	7.3	0.4	40	0.12
		VTFE	0.167	7.3	0.4	21	0.06
		VUEF	0.117	3.7	0.2	10	0.06

a. Les constructeurs peuvent appliquer cette norme à 4 % au maximum des utilitaires de la classe 2 de charge utile supérieure à 2 500 livres qu'ils produisent.

Les normes de la phase 1 (0.25 gramme d'hydrocarbures non méthaniques) ainsi que les normes fixées pour les véhicules à très faibles émissions de transition disparaîtront en 2003. Pour les véhicules à ultra faibles émissions, les chiffres sont multipliés par 2.0 à 50°F et la norme pour les émissions de monoxyde de carbone à froid est de 10.0.

Normes valables pour l'ensemble d'une gamme de véhicules

Le California Air Resources Board a élaboré les modalités de mise en œuvre des normes relatives aux gaz organiques non méthaniques qui pourraient être suivies jusqu'au moment de la suppression de la catégorie des véhicules à très *faibles* émissions de transition.

Tableau 37. Pourcentages de véhicules à très faibles émissions de transition et de véhicules à faibles, très faibles, ultra faibles et zéro émission servant à calculer la norme applicable à l'ensemble d'une gamme de voitures particulières et d'utilitaires légers de 0 à 3 750 livres de poids net en charge

Année de construction	VTFET	VFE	VTFE	VUFE	VZE	Emissions moyennes de gaz org. non méthaniques
2004	2	48	35	5	10	0.053
2005	2	40	38	10	10	0.049
2006	2	35	41	12	10	0.046
2007	1	30	44	15	10	0.043
2008	1	25	44	20	10	0.040
2009	1	20	49	20	10	0.038
2010	1	15	49	25	10	0.035

Etant donné que les utilitaires légers de la classe 2 sont moins proches de ces normes d'émission que les voitures particulières, et que les zéro émission ne sont requises ni pour les utilitaires légers de 3 751 à 5 750 livres de poids net en charge, ni pour les véhicules moyens de 0 à 8 500 livres, la moyenne proposée pour la gamme de ces véhicules est légèrement supérieure à celle qui est prévue pour les voitures particulières.

Tableau 38. Pourcentages de véhicules à très faibles émissions de transition et de véhicules à faibles, très faibles, ultra faibles et zéro émission servant à calculer la norme applicable à l'ensemble d'une gamme d'utilitaires légers de 3 751 à 7 300 livres de poids net en charge

Année de construction	VTFET	VFE	VTFE	VUFE	Emissions moyennes de gaz org. non méthaniques
2004	2	75	21	2	0.067
2005	2	65	31	2	0.064
2006	2	55	38	5	0.059
2007	1	45	49	5	0.055
2008	1	35	54	10	0.050
2009	1	25	64	10	0.047
2010	1	20	64	15	0.043

Les nouvelles normes applicables aux véhicules à faibles émissions pourraient sonner le glas du diesel en Californie si les constructeurs n'étaient pas capables de trancher ce nœud gordien. Les normes d'émission de NOx paraissent particulièrement difficiles à respecter.

Table 39. **Catégories californiennes de véhicules utilitaires**

	PTCA	Poids net en charge
Utilitaire léger	0-6 000	
Utilitaire léger (classe 1)		0-3 750
Utilitaire léger (classe 2)		3 750 <
Utilitaire lourd	6 000<	
Utilitaire moyen ^a	6 001-8 500	
Utilitaire moyen ^b	<14 000	

a. Véhicules lourds d'avant 1995.

b. Véhicules à faibles, très faibles, ultra faibles et zéro émission d'après 1992.

NOTES

1. Les hydrocarbures réagissent différemment à la lumière solaire pour former du smog. Le méthane, par exemple, a très peu de réactivité alors que les aldéhydes en ont beaucoup. Une échelle attribuant un poids de réactivité pour les différents hydrocarbures a été développée. Quand on applique cette échelle, la réactivité des hydrocarbures est réajustée.
2. Substances polluantes provenant directement du moteur, en amont du convertisseur catalytique.

ANNEXE D. NORMES JAPONAISES

Normes applicables aux véhicules légers

Les normes en vigueur sont rassemblées dans le tableau ci-après. Il convient de souligner que les normes auxquelles les véhicules à essence ou au GPL, affectés au transport de voyageurs, doivent répondre au Japon n'ont pas changé depuis de nombreuses années.

Tableau 40. Normes d'émission japonaises applicables aux véhicules affectés au transport de voyageurs

Moteurs à explosion ¹ (Normes de 1978 ^{2,3})			Moyenne ⁴	Maximum ^{5,6}		
Mode 10-15 ² , test départ moteur chaud	HC	g/km	0.25	0.39		
	CO	g/km	2.1	2.7		
	NOx	g/km	0.25	0.48		
Mode 11, test départ moteur froid	HC	g/test	7.0	9.5		
	CO	g/test	60.0	85.0		
	NOx	g/test	4.4	5.0		
	Evap.	g/test		2.0		
	CC EM			0		
Ralenti	HC	ppm	1 200			
Ralenti	CO	% vol.	4.5			
Moteurs diesel			Jusqu'au 31/3/2000	A partir du 1/4/2000		
Mode 3, test d'émission de fumées ⁷ , accélération libre	Noirceur du papier filtre		40 %	25 %		
Mode 10-15 ² , test départ moteur chaud	Masse de référence (kg)		Moyenne ^{4,8}	Maximum ^{6,8}	Moyenne ⁴	Maximum ^{5,6}
	<1 265					
	HC	g/km	0.40	0.62	0.40	0.62
	CO	g/km	2.10	2.70	2.10	2.70
	NOx	g/km	0.50 ^a	0.72 ^a	0.40 ^b	0.55 ^b
	Particules		0.20 ^a	0.34 ^a	0.08 ^b	0.14 ^b
	>1 265					
	HC	g/km	0.40	0.62	0.40	0.62
	CO	g/km	2.10	2.70	2.10	2.70
	NOx	g/km	0.60 ^a	0.84 ^a	0.40 ^c	0.55 ^c
Particules		0.20 ^a	0.34 ^a	0.08 ^c	0.14 ^c	

CCEM : émissions de gaz de carter

Notes du Tableau 40 :

1. Cette rubrique englobe tous les véhicules (sans limitation de masse) qui servent uniquement à transporter des voyageurs (10 places au maximum).
2. Le nouveau test effectué avec départ moteur chaud (mode 10-15) remplace le test mode 10 pour tous les modèles de véhicules depuis le 1^{er} novembre 1991 (1^{er} avril 1993 pour les importateurs), mais les maxima autorisés n'ont pas été modifiés.
3. La permanence du respect des normes doit être garantie sur 80 000 km, mais peut aussi l'être sur la base des dispositions américaines. Cette solution présente l'avantage que le remplacement périodique du catalyseur n'est plus obligatoire si les normes sont respectées pendant 80 000 km. L'homologation peut par ailleurs aussi être accordée à des modèles dont la conformité aux normes est garantie sur 30 000 km et peut être démontrée sur 45 000 km (par extrapolation).
4. Le non dépassement de cette moyenne conditionne l'homologation par type et doit être assuré pour l'ensemble des véhicules de ce type produits par le constructeur. Si le nombre de véhicules, d'un même modèle, vendus pendant une année civile est supérieur à 2 000, la norme relative aux émissions de NOx n'est applicable que si la masse de référence excède 1 000 kilos.
5. Le non dépassement de ces maxima conditionne l'homologation par type des véhicules dont le chiffre de vente annuel est inférieur à 2 000 unités et doit être assuré pour chacun des véhicules des séries produites. Pour les moteurs à essence et les moteurs diesels (test avec départ moteur chaud seulement), il y a lieu de tenir compte des facteurs de détérioration qui interviennent dans la détermination des kilométrages parcourus sans dépassement des normes.
6. Ces maxima sont valables pour les procédures simplifiées d'homologation appliquées aux véhicules vendus, sans garantie de permanence du respect des normes, à moins de 1 000 unités par an. Chaque 50^{ème} exemplaire d'un tel modèle doit subir un contrôle des gaz d'échappement.
7. Mode 3 : contrôle des fumées à pleine charge, à trois vitesses de rotation du moteur. Accélération libre : moteur au ralenti, puis démarrage, puis mesure des fumées émises pendant 15 secondes (4 secondes d'accélération maximale suivies de 11 secondes moteur débrayé).
8. Dates d'entrée en vigueur :
 - Constructeurs japonais : 1^{er} octobre 1986 (transmission manuelle) ou 1^{er} octobre 1986 (transmission automatique)
 - Importateurs : 1^{er} avril 1988 (transmission manuelle) ou 1^{er} octobre 1989 (transmission automatique).
- a) Dates d'entrée en vigueur :
 - Constructeurs japonais
 - Masse de référence < 1265 k. : 1^{er} oct. 1994 (nouveaux modèles) ou 1^{er} avril 1995 (modèles existants)
 - Masse de référence > 1265 k. : 1^{er} oct. 1994 (nouveaux modèles) ou 1^{er} avril 1995 (modèles existants)
 - Importateurs
 - Masse de référence < 1265 k. : 1^{er} avril 1996
 - Masse de référence > 1265 k. : 1^{er} avril 1996
 - Date d'entrée en vigueur de la norme relative aux émissions de particules : 1^{er} avril 1996
- b) Dates d'entrée en vigueur
 - Constructeurs japonais : 1^{er} octobre 1998 (nouveaux modèles) ou 1^{er} septembre 1999 (modèles existants)
 - Importateurs : 1^{er} avril 2000
- c) Dates d'entrée en vigueur
 - Constructeurs japonais : 1^{er} octobre 1999 (nouveaux modèles) ou 1^{er} juillet 1999 (modèles existants)
 - Importateurs : 1^{er} avril 2000

Nouvelles normes applicables aux véhicules légers

Le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules restant, malgré toutes les mesures prises à ce jour, source de préoccupations dans la plupart des grandes villes japonaises, les normes applicables en la matière aux véhicules à essence et au GPL vont être renforcées. Cette décision constitue, pour les véhicules affectés au transport de voyageurs, la première véritable modification de la loi « Muskie »¹ depuis son adoption en 1978.

Les véhicules affectés au transport de voyageurs et les véhicules utilitaires devront émettre 70 % environ de CO, d'hydrocarbures et de NOx de moins qu'aujourd'hui. Par ailleurs, le poids net en charge des utilitaires moyens sera plafonné à 3.5 tonnes.

Les émissions de CO, d'hydrocarbures et de NOx des petits utilitaires seront réduites de moitié environ.

Tableau 41. Nouveaux maxima autorisés pour les véhicules à essence ou au GPL (gaz d'échappement)

Catégorie de véhicules	Maxima autorisés (moyennes)			Méthode de mesure	
	Oxydes d'azote	Hydrocarbures	Monoxyde de carbone		
Véhicules (autres que 2 roues à moteur), à essence ou au GPL, de dimensions normales, petites ou très petites affectés au seul transport de voyageurs et comptant 10 places au maximum	0.08	0.08	0.67	Mode 10-15 (g/km)	
	1.4	2.2	19	Mode 11 (g/test)	
Très petits véhicules (autres que les véhicules à moteur à deux roues, à moteur deux temps ou affectés au seul transport de voyageurs) à essence ou au GPL	0.13	0.13	3.3	Mode 10-15 (g/km)	
	2.2	3.5	38	Mode 11 (g/test)	
Véhicules (autres que 2 roues à moteur et véhicules affectés au seul transport de voyageurs comptant 10 places au maximum) à essence ou au GPL	Véhicules dont le poids net en charge est inférieur à 1 701 kg	0.08	0.08	0.67	Mode 10-15 (g/km)
		1.4	2.2	19	Mode 11 (g/test)
	Véhicules dont le poids net en charge est compris entre 1 701 et 3 500 kg	0.13	0.08	2.1	Mode 10-15 (g/km)
		1.6	2.2	24	Mode 11 (g/test)
	Véhicules dont le poids net en charge est supérieur à 3 500 kg	1.4	0.58	16	Mode 13 essence (g/kWh)

Entrée en vigueur :

Véhicules légers : 2000, Véhicules moyens et lourds : 2001, Très petits véhicules : 2002.

Tableau 42. **Distance pouvant être parcourue par les véhicules à essence ou au GPL sans dépassement des normes en vigueur**

Catégories de véhicules	Distance à parcourir
Véhicules de dimensions normales et petits véhicules (autres que les deux-roues et les véhicules dont le poids net en charge excède 3 500 kg, sauf s'ils sont affectés au seul transport de voyageurs et comptent 10 places au maximum)	80 000 km
Véhicules de dimensions normales et petits véhicules dont le poids net en charge excède 3 500kg (autres que les deux-roues et les véhicules affectés au seul transport de voyageurs comptant 10 places au maximum)	180 000 km
Très petits véhicules (autres que les deux-roues)	60 000 km

Véhicules à moteur diesel

L'Agence japonaise pour la protection de l'environnement continue à affiner les règles applicables aux véhicules à moteur diesel. Les objectifs à long terme définis en 1989 ont été traduits dans les faits selon le calendrier suivant :

Tableau 43. **Objectifs à long terme définis en 1989 applicables aux véhicules à moteur diesel**

Catégories de véhicules	NOx	Particules	Année de mise en œuvre
PTCA < 1.7 tonne	0.4 g/km	0.08 g/km	1997
1.7 < PTCA < 2.5 tonnes (M)	0.7 g/km	0.09 g/km	1997
1.7 < PTCA < 2.5 tonnes (A)	0.7 g/km	0.09 g/km	1998
2.5 < PTCA < 3.5 tonnes	4.5 g/kWh	0.25 g/kWh	1997
3.5 < PTCA < 12 tonnes	4.5 g/kWh	0.25 g/kWh	1998
Plus de 12 tonnes	4.5 g/kWh	0.25 g/kWh	1999

Le Comité pour la qualité de l'air créé par le Conseil central du contrôle de la pollution de l'environnement a publié le 14 décembre 1998 un catalogue des objectifs² qu'il se propose d'atteindre à court terme en matière de réduction de la pollution causée par les moteurs diesel. Ce catalogue peut se schématiser comme suit.

Tableau 44. Objectifs à court terme en matière de réduction de la pollution

Catégorie de véhicules	Procédure d'essai (unité)	Polluant	Normes actuelles		Normes futures	
			Date d'entrée en vigueur	Maximum autorisé	Date d'entrée en vigueur	Maximum prévu
Petits véhicules < 1.25 tonne ¹	Mode 10-15 (g/km)	NOx	1997	0.4	2002	0.28
		PM		0.08		0.052
		HC	1986	0.4		0.12
		CO		2.1		0.63
Véhicules moyens 1.25 tonne > ¹		NOx	1998	0.4		0.3
		PM		0.08		0.56
		HC	1986	0.4		0.12
		CO		2.1		0.63
Utilitaires légers et minibus < 1.7 tonne ²		NOx	1997	0.4		0.28
		PM		0.08		0.052
		HC	1988	0.4		0.12
		CO		2.1		0.63
Utilitaires légers et minibus 1.7 – 2.5 tonnes ²		NOx	1997 & 1998	0.7	2003	0.49
		PM		0.09		0.06
		HC	1993	0.4		0.12
		CO		2.1		0.63
Utilitaires lourds et autobus 2.5 – 12 tonnes ^{2, 3}	Mode D 13 (g/kWh)	NOx	1998	4.5	2003	3.38
		PM		0.25		0.18
		HC	1994	2.9		0.87
		CO		7.4		2.22
Utilitaires lourds et autobus 12 tonnes > ^{2, 4}		NOx	1994	6.00 (DI) 5.00 (IDI)	2004	3.38
			1999	4.5		
		PM	1994	0.7		0.18
			1999	0.25		
		HC	1994	2.9		0.87
		CO	1999	7.4		2.22

1. La répartition s'opère sur la base du poids équivalent.

2. La répartition s'opère sur la base du poids total en charge autorisé.

3. Le poids total en charge autorisé va de 2.5 à 3.5 tonnes jusqu'en 1997 et de 3.5 à 12 tonnes à partir de 1998.

4. DI = injection directe ; IDI = injection indirecte.

Ces nouvelles normes devraient réduire les émissions de NOx de 25 à 30 % et celles de particules de 28 à 35 % entre 2002 et 2004. Par ailleurs, les distances qui doivent pouvoir être parcourues sans dépassement des normes en vigueur seront allongées (cf. tableau ci-après) et l'installation de dispositifs de détection embarqués sera rendue obligatoire en vue d'assurer le maintien des systèmes

de dépollution des gaz d'échappement qui équipent les véhicules actuels en bon état de fonctionnement.

Les techniques de dépollution envisageables dans l'avenir sont la catalyse d'oxydation, le recyclage des gaz d'échappement, l'injection à haute pression, le refroidissement intermédiaire et la turbocompression.

Les autorités responsables se sont aussi préoccupées de l'amélioration de la qualité du carburant diesel nécessitée par les nouvelles technologies utilisées, notamment par les catalyseurs de réduction des NOx, mais rien n'a encore été décidé au sujet de la réduction de la teneur en soufre (qui est actuellement de 500 ppm) ou de la modification de l'indice d'octane, de la teneur en aromatiques, de la densité, etc. Il convient en outre de poursuivre les recherches avant de pouvoir modifier les procédures d'essai actuelles.

Tableau 45.

Catégorie de véhicules		Voitures particulières	Utilitaires et autocars/autobus (PTCA)				
			~ 2.5 tonnes	~ 3.5 tonnes	~ 8 tonnes	~ 12 tonnes	12 tonnes ^a
Distance à parcourir sans dépasser les normes	Actuellement	30 000 km	20 000 km	30 000 km			
	Après modification des normes	80 000 km		250 000 km	450 000 km	650 000 km	

a. Le chiffre pour les 12 tonnes deviendra contraignant après 1999.

Les constructeurs automobiles et les raffineurs doivent en outre pousser plus avant la recherche dans le but de réduire les émissions de 50 % supplémentaires après 2007, date vers laquelle les objectifs à court terme devraient avoir été atteints. Les nouvelles valeurs maximales et les normes de qualité auxquelles les carburants devront répondre seront fixées à la fin de 2002.

NOTES

1. Ces « normes Muskie » ont été adoptées après une visite très médiatisée effectuée au Japon par le sénateur Edmund Muskie, père de la célèbre loi américaine sur la pureté de l'air en 1970.
2. Ces objectifs sont ceux que le Conseil central juge techniquement possible d'atteindre dans un délai de 2 à 4 ans. Les objectifs qui doivent être poursuivis à plus long terme dans le domaine de la protection de l'environnement ne peuvent être atteints sans certaines avancées technologiques.

ANNEXE E. POLITIQUE AMERICAINE DE RATIONALISATION DE L'UTILISATION DES COMBUSTIBLES

Le tableau ci-après donne un aperçu de l'évolution des émissions américaines de gaz à effet de serre entre 1990 et 1996, telle que l'a chiffrée l'Agence américaine pour la protection de l'environnement. Les chiffres sont donnés en millions de tonnes d'équivalent de carbone, une unité qui pondère les émissions de ces gaz en fonction de leur potentiel de réchauffement de la planète.

**Tableau 46. Evolution récente des émissions américaines de gaz à effet de serre
(millions de tonnes d'équivalent de carbone)**

Gaz/Source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO2	1 348.3	1 333.2	1 353.4	1 385.6	1 408.5	1 419.2	1 471.1
Combustion de combustibles fossiles ^a	1 331.4	1 316.4	1 336.6	1 367.5	1 389.6	1 398.7	1 450.3
Brûlage de gaz naturel à la torche	2.0	2.2	2.2	3.0	3.0	3.7	3.5
Production de ciment	8.9	8.7	8.8	9.3	9.6	9.9	10.1
Production de chaux	3.3	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8
Utilisation de calcaire et de dolomite	1.4	1.3	1.2	1.1	1.5	1.8	1.8
Production de consommation de carbonate de calcium anhydre	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
Production de dioxyde de carbone	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Modification des modes d'exploitation des sols et sylviculture (puits) ^b	(311.5)	(311.5)	(311.5)	(208.6)	(208.6)	(208.6)	(208.6)
CH4	169.9	171.1	172.5	171.9	175.9	179.2	178.6
Sources stationnaires	2.3	2.3	2.4	2.3	2.3	2.4	2.5
Sources mobiles	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Production de charbon	24.0	22.8	22.0	19.2	19.4	20.3	18.9
Systèmes à gaz naturel	32.9	33.3	33.9	34.1	33.9	33.8	34.1
Systèmes à pétrole	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
Pétrochimie	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
Production de carbure de silicium	^c						
Fermentation entérique	32.7	32.8	33.2	33.6	34.5	34.9	34.5
Gestion des lisiers	14.9	15.4	16.0	16.1	16.7	16.9	16.6
Riziculture	2.5	2.5	2.8	2.5	3.0	2.8	2.5
Incinération de déchets agricoles	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Décharges	56.2	57.6	57.8	59.7	61.6	63.6	65.1
Gestion des eaux usées	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

Gaz/Source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N2O	92.3	94.4	96.8	97.1	104.9	101.9	103.7
Sources stationnaires	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	4.0
Sources mobiles	13.2	13.9	14.8	15.6	16.3	16.6	16.5
Acide adipique	4.7	4.9	4.6	4.9	5.2	5.2	5.4
Acide nitrique	3.4	3.3	3.4	3.5	3.7	3.7	3.8
Gestion des lisiers	2.6	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0
Gestion des terres arables	62.4	63.4	65.2	64.1	70.4	67.2	68.6
Incinération de déchets agricoles	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Eaux usées ménagères	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3
Incinération des déchets	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
HFC, PFC et SF6	22.2	21.6	23.0	23.4	25.9	30.8	34.7
Remplacement des substances nocives pour l'ozone	0.3	0.2	0.4	1.4	4.0	9.5	11.9
Production d'aluminium	4.9	4.7	4.1	3.5	2.8	2.7	2.9
Production de HCFC-22	9.5	8.4	9.5	8.7	8.6	7.4	8.5
Fabrication de semi-conducteurs	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
Transport et distribution d'électricité	5.6	5.9	6.2	6.4	6.7	7.0	7.0
Production et transformation du magnésium	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.0
Emissions totales	1 632.7	1 620.2	1 645.7	1 678.0	1 715.3	1 731.1	1 788.0
Emissions nettes (sources et puits)	1 321.2	1 308.7	1 334.2	1 469.4	1 506.7	1 522.5	1 579.5

a. Le tableau suivant donne la contribution des sources mobiles au total.

b. Les puits n'interviennent que dans le calcul des émissions nettes. Les quantités de carbone piégées par les nouveaux modes d'exploitation des sols et la sylviculture ont été calculées sans tenir compte des sols non boisés et sur la base, en partie, de projections relatives aux quantités de carbone fixées par les forêts.

c. N'excède pas 0.05 million de tonnes d'équivalent de carbone.

Note : L'addition des chiffres peut dépasser 100 parce qu'ils ont été arrondis séparément.

La combustion de combustibles fossiles est, aux Etats-Unis, la principale source d'émission de CO₂ et de gaz à effet de serre. Le méthane provient pour l'essentiel de la décomposition des déchets accumulés dans les décharges, des lisiers et de la fermentation entérique produits par le bétail, des systèmes à gaz naturel et de l'extraction du charbon. Les émissions d'oxydes d'azote sont imputables avant tout aux activités agricoles et à la combustion de combustibles fossiles dans les sources mobiles. Les substances utilisées en remplacement des substances nocives pour l'ozone et le HFC-23 émis en cours de production de HCFC-22 sont les principales sources d'hydrocarbures partiellement fluorés. L'hydrocarbure perfluoré provient principalement de la production d'alumine tandis que la plus grande partie du SF₆ est produit par les systèmes de transport et de distribution d'électricité.

Les émissions américaines de gaz à effet de serre ont augmenté de 9.5 % entre 1990 et 1996, date à laquelle elles représentaient 1 788 millions de tonnes d'équivalent de carbone. L'année 1996 est celle au cours de laquelle l'augmentation a été la plus forte (57 millions de tonnes d'équivalent de carbone, soit 3.3 %).

Le tableau ci-après chiffre les émissions de gaz à effet de serre produites par toutes les activités liées au transport. Ces activités sont à l'origine d'une augmentation quasi constante, au rythme de 26 % par an, de ces émissions aux Etats-Unis entre 1990 et 1996. Le principal gaz à effet de serre est le CO₂ produit par la combustion des carburants. Ses émissions ont augmenté de 8.8 % entre 1990 et 1996, mais l'augmentation plus forte encore des émissions de N₂O et d'hydrocarbures partiellement fluorés a poussé l'augmentation que l'ensemble des émissions imputables aux activités liées au transport a connue au cours de cette même époque jusqu'au niveau des 10.1 %.

Les Etats-Unis ont adopté un programme obligatoire de limitation de la consommation de carburant en 1975. La loi sur la politique énergétique et les économies d'énergie, votée en 1975 et entrée en vigueur en 1978, a modifié la loi relative à la réduction du coût des véhicules automobiles et aux informations publiables à leur sujet pour contraindre les constructeurs à produire des voitures capables de parcourir, dans les conditions prévues par la procédure d'essai mise au point par l'Agence américaine pour la protection de l'environnement, 27.5 milles par gallon (consommation de 8.55 litres/100 km).

La loi contraint les constructeurs à tester un pourcentage donné des véhicules destinés à être vendus aux Etats-Unis afin d'attribuer un chiffre de consommation à chacun de leurs modèles. Les tests, effectués en ville et en rase campagne, donnent des chiffres qui permettent de calculer, après avoir été pondérés sur la base du volume des ventes des différents modèles, la consommation moyenne de toutes les voitures produites par chaque constructeur. Cette consommation moyenne (exprimée en milles par gallon) doit rester en deçà de la consommation moyenne globale fixée pour l'année de construction en cause. Cette obligation s'étend depuis 1979 tant aux utilitaires légers qu'aux voitures particulières.

Le dépassement du plafond autorisé peut être sanctionné par de lourdes pénalités financières. Les constructeurs dont les véhicules consomment plus que le maximum fixé sont passibles d'une amende de 5 dollars par véhicule et par 0.1 mille/gallon excédentaire. Ils peuvent toutefois échapper au paiement de cette amende en mobilisant des crédits acquis au cours d'années de construction antérieures.

Tableau 47. **Emissions de gaz à effet de serre produites par les transports**
(millions de tonnes d'équivalent de carbone)

Gaz/ Type de véhicule	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
CO ₂	409.6	400.8	406.7	414.1	427.4	432.8	445.5
Voitures particulières ^a	169.3	167.8	172.0	173.5	172.5	160.0	163.2
Utilitaires légers ^a	77.5	77.2	77.2	80.5	87.2	104.9	107.1
Autres utilitaires	56.8	54.7	56.6	59.7	62.4	64.0	67.0
Autocars et autobus	2.7	2.9	2.9	3.0	3.3	3.5	3.7
Avions	55.9	53.8	53.0	53.5	55.6	55.0	57.4
Navires	16.3	15.0	15.3	13.4	13.7	12.5	13.2
Locomotives	7.4	6.9	7.4	6.7	8.0	8.1	8.5
Autres ^b	23.7	22.4	22.4	23.7	24.8	24.9	25.5
CH ₄	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
Voitures particulières	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
Utilitaires légers	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Autres utilitaires, autocars et autobus	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Avions	+	+	+	+	+	+	+
Navires	0.1	0.1	0.1	+	+	+	+
Locomotives	+	+	+	+	+	+	+
Autres ^c	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
N ₂ O	13.2	13.9	14.8	15.6	16.3	16.6	16.5
Voitures particulières	8.7	9.1	9.7	10.1	10.0	10.1	10.1
Utilitaires légers	3.4	3.7	3.9	4.2	5.1	5.2	5.1
Autres utilitaires, autocars et autobus	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9
Avions ^d	+	+	+	+	+	+	+
Navires	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Locomotives	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Autres ^c	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
HFCs	+	+	0.2	0.7	1.3	2.5	3.6
Installations mobiles de conditionnement d'air ^e	+	+	0.2	0.7	1.3	2.5	3.6
Total	424.3	416.1	423.2	431.7	446.4	453.3	467.0

+ n'excède pas 0.05 tonne d'équivalent de carbone

Note : L'addition des chiffres peut dépasser 100 parce qu'ils ont été arrondis séparément.

a. En 1995, l'Administration américaine des routes a incorporé les fourgonnettes et les utilitaires sportifs, précédemment assimilés aux voitures particulières, dans la catégorie des utilitaires légers. Les émissions de CO₂ produites par les voitures particulières ont de ce fait fortement diminué entre 1994 et 1995, mais cette diminution a été contrebalancée par une augmentation équivalente des émissions des utilitaires légers.

b. Les « autres » émissions de CO₂ proviennent des motocyclettes, du matériel de génie civil, des machines agricoles, des pipelines et des lubrifiants.

c. Les « autres » émissions de méthane et de N₂O proviennent des motocyclettes, du matériel de génie civil, des machines agricoles, des engins à moteur à essence utilisés à des fins industrielles, pour l'exercice d'activités de

loisirs ou d'activités commerciales de petite envergure, pour le jardinage, l'abattage des arbres et les opérations aéroportuaires ainsi que les engins à moteur diesel utilisés à des fins industrielles, pour l'exercice d'activités de loisir, le jardinage, les petits travaux de construction et les opérations aéroportuaires.

d. Le N₂O produit par les avions est imputé à la combustion d'essence d'aviation et non, eu égard à l'insuffisance des données disponibles, à celle du carburateur.

e. Le principal de ces gaz est le HFC-134a.

Tableau 48. Normes de consommation américaines
(milles par gallon)

Année de construction	Voitures particulières	Utilitaires légers	
		2 roues motrices	4 roues motrices
1978	18.0	-	-
1979	19.0	17.2	15.8
1980	20.0	16.0	14.0
1981	22.0	16.7	15.0
1982	24.0	18.0	16.0
1983	26.0	19.5	17.5
1984	27.0	20.3	18.5
1985	27.5	19.7	18.9
1986	26.0	20.5	19.5
1987	26.0	21.0	19.5
1988	26.0	21.0	19.5
1989	26.5	21.5	19.0
1990	27.5	20.5	19.0
1991	27.5	20.7	19.1

L'Administration nationale de la sécurité routière a décidé que la consommation moyenne des utilitaires légers (ainsi que des tout-terrains et des fourgonnettes) construits à partir de 1995 devait leur permettre de parcourir 20.6 milles au moins par gallon.

La baisse du prix des produits pétroliers et le relâchement de la pression à la diminution des consommations qui s'observent depuis peu se traduisent toutefois par la réapparition sur le marché de véhicules plus gourmands.

La consommation moyenne des véhicules légers construits en 1999 leur procure une autonomie de 23.8 milles par gallon (28.1 milles par gallon pour les voitures particulières et 20.3 milles pour les utilitaires légers). Ce chiffre est le plus mauvais à avoir été enregistré depuis 1980 et est inférieur de 2.1 milles par gallon aux 25.9 milles atteints en 1987 et 1988. La consommation moyenne des nouveaux véhicules leur a fait perdre 1.0 mille par gallon par rapport à 1996.

Tous les progrès réalisés en matière de consommation des véhicules légers l'ont été entre le milieu des années 70 et la fin des années 80, mais cette consommation augmente à nouveau régulièrement depuis lors. La consommation moyenne des voitures particulières est restée à peu de choses près inchangée au cours des 14 dernières années puisque les 27.6 milles par gallon du début ne

sont passés qu'à 28.6 milles par gallon aujourd'hui. Celle des utilitaires légers n'a pas non plus beaucoup évolué au cours des 19 dernières années qui ont en effet vu 20.1 milles par gallon monter simplement à 21.6 milles par gallon. L'élargissement de la part de marché des utilitaires légers, qui consomment en moyenne plus que les voitures particulières, est la principale cause de l'augmentation de la consommation moyenne de l'ensemble du parc de véhicules légers.

Les ventes d'utilitaires légers, au nombre desquels se rangent les utilitaires sportifs, les fourgonnettes et les pickups, augmentent sans discontinuer depuis 20 ans et leur ont fait conquérir aujourd'hui 46 % cent du marché américain, c'est-à-dire une part de marché deux fois plus grande qu'en 1983.

La croissance du marché des utilitaires légers s'explique par la popularité spectaculaire des utilitaires sportifs, dont les ventes sont passées de moins de 200 000 unités en 1975 (moins de 2 % des ventes de véhicules neufs de l'époque) à près de 3 millions en 1999 (20 % du marché). Dans le même temps, la part de marché des fourgonnettes et petits camions tôle est passée de 5 à 10 % et celle des pickups de 13 à 16 % tandis que les voitures particulières et les breaks voyaient la leur revenir de 81 à 54 %. L'Agence américaine pour la protection de l'environnement estime que les utilitaires légers neufs vendus en 1999 consommeront pendant toute leur durée de vie, étant donné que leur consommation moyenne est plus forte et leur durée de vie utile prévisible plus longue, près de 60 % du carburant consommé par tous les véhicules légers neufs vendus en 1999.

Le progrès technique (augmentation du nombre de soupapes, perfectionnement des systèmes d'injection de carburant, augmentation du nombre de rapports de la boîte de vitesses) est permanent dans le monde des véhicules légers, mais il va plus dans le sens de l'augmentation du poids (20 % de plus depuis 1986), de la puissance (gain de 58 % depuis 1986) et des performances (réduction de 19 % du temps de passage de 0 à 60 milles/heure) de ces véhicules que dans celui de la diminution de leur consommation (elle a au contraire augmenté dans le même temps de 7 %). Cela étant, les véhicules légers construits en 1999 auraient pu parcourir 2 milles par gallon de plus si leur poids moyen et leurs performances moyennes étaient restés ce qu'ils étaient en 1986.

Les trois grands constructeurs automobiles et les autorités américaines se tiennent depuis 1993 mutuellement informés, pour leur plus grand profit mutuel, des avancées qu'ils réalisent dans le domaine des technologies de pointe et du savoir-faire industriel. Le programme de « Partenariat pour la conception d'une nouvelle génération de véhicules » réunit des ingénieurs de l'industrie automobile et des chercheurs de laboratoires nationaux réputés pour leurs travaux sur les technologies militaires dans le but d'imaginer les technologies qui permettront de construire d'ici 2004 une super-voiture capable de parcourir 80 milles par gallon dans le respect des normes d'émission de la phase 2 ou de normes encore plus sévères.

ANNEXE F. PROGRAMME JAPONAIS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS

Le Ministère du commerce extérieur et de l'industrie et le Ministère des transports sont convenus le 13 octobre 1998, conformément aux dispositions de la loi sur les économies d'énergie, de normes d'efficacité énergétique applicables aux véhicules automobiles et aux appareils électriques. Les projets de normes issus de cet accord ont été adoptés au début de cette année.

Les constructeurs incapables de se conformer à ces normes seront pénalisés.

Ces normes s'appliquent aux :

- Véhicules à essence affectés au transport de voyageurs.
- Utilitaires légers à essence dont le PTCA est inférieur à 2.5 tonnes.
- Véhicules à moteur diesel affectés au transport de voyageurs.
- Utilitaires légers à moteur diesel dont le PTCA est inférieur à 2.5 tonnes.

Date d'entrée en vigueur (exercice budgétaire)

- Véhicules à essence : 2010
- Véhicules à moteur diesel : 2005

Méthode de mesure

L'efficacité énergétique, exprimée en nombre de kilomètres parcourus par litre de carburant, est déterminée par la méthode du mode 10-15.

Normes d'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique moyenne des différentes catégories de véhicules indiquées dans les tableaux ci-après ne doit pas être inférieure aux chiffres qui y figurent.

Tableau 49. **Véhicules à essence affectés au transport de voyageurs**

Catégorie de véhicules (poids en kg)	- 702	703-827	828-1015	1016-1265	1266-1515	1516-1765	1766-2015	2016-2265	2266-
Norme d'efficacité énergétique (km/l)	21.2	18.8	17.9	16.0	13.0	10.5	8.9	7.8	6.4

Tableau 50. Utilitaires légers à essence dont le PTCA est inférieur à 2.5 tonnes

Catégorie	Petits utilitaires légers					Utilitaires légers		Utilitaires moyens			
	- 702		703 - 827		828-1015	1016 - 1265	1266 -	- 1265		1266 - 1515	1516 -
Poids du véhicule	Dérivés d'un véhicule à passagers	Autres	Dérivés d'un véhicule à passagers	Autres				Dérivés d'un véhicule à passagers	Autres		
Véhic. à boîte autom. (km/l)	18.9	16.2	16.5	15.5	14.9	14.9	13.8	12.5	11.2	10.3	
Véhic. à boîte manuelle (km/l)	20.2	17.0	18.0	16.7	15.5	17.8	15.7	14.5	12.3	10.7	9.3

Tableau 51. Véhicules à moteur diesel affectés au transport de voyageurs

Catégorie de véhicules (poids en kg)	- 1015	1016-1265	1266-1515	1516-1765	1766-2015	2016-2265	2266-
Norme d'efficacité énergétique (km/l)	18.9	16.2	13.2	11.9	10.8	9.8	8.7

Tableau 52. Utilitaires légers à moteur diesel dont le PTCA est inférieur à 2.5 tonnes

Catégorie	Utilitaires légers	Utilitaires moyens				
		- 1265		1266 - 1515	1516 - 1765	1766 -
Poids (kg)		Dérivés d'un véhicule à passagers	Autres			
Véhic. à boîte automatique (km/l)	15.1	14.5	12.6	12.3	10.8	9.9
Véhic. à boîte manuelle (km/l)	17.7	17.4	14.6	14.1	12.5	

Utilitaire léger : véhicule affecté au transport de marchandises dont le poids total en charge autorisé est égal ou inférieur à 1.7 tonne.

Utilitaire moyen : véhicule affecté au transport de marchandises dont le poids total en charge autorisé est supérieur à 1.7 tonne et inférieur à 2.5 tonnes.

Si l'on part de l'hypothèse que la proportion des véhicules exportés est la même qu'en 1995, il apparaît que, depuis 1995, l'efficacité énergétique s'est améliorée dans les proportions suivantes.

Tableau 53. Véhicules à essence

	Chiffres de 1995	Chiffres de 2010 (estimations)	Taux d'amélioration
Véhicules affectés au transport de voyageurs	12.3 km/l	15.1 km/l	22.8 %
Utilitaires légers (PTCA égal ou inférieur à 2 500 kg)	14.4 km/l	16.3 km/l	13.2 %
Total	12.6 km/l	15.3 km/l	21.4 %

Tableau 54. Véhicules à moteur diesel

	Chiffres de 1995	Chiffres de 2005 (estimations)	Taux d'amélioration
Véhicules affectés au transport de voyageurs	10.1 km/l	11.6 km/l	14.9 %
Utilitaires légers (PTCA égal ou inférieur à 2 500 kg)	13.8 km/l	14.7 km/l	6.5 %
Total	10.7 km/l	12.1 km/l	13.1 %

ANNEXE G. ACCORDS VOLONTAIRES EN VUE DE LA REDUCTION DES EMISSIONS DE CO₂ ET SUIVI DES EMISSION DE CO₂ PROVENANT DE VEHICULES NEUFS EN EUROPE

Rappel des faits

Dans la Déclaration conjointe de 1995 sur la réduction des émissions de CO₂ des voitures particulières, la CEMT et l'industrie automobile, représentée par l'ACEA et l'OICA, s'étaient mises d'accord sur un certain nombre d'actions conjointes, dont la mise en place d'un nouveau mécanisme de suivi de la consommation de carburant des voitures neuves.

Après avoir examiné les solutions envisageables pour mettre sur pied le mécanisme de suivi le plus approprié, les pouvoirs publics et l'industrie ont décidé d'adopter une méthode pragmatique et efficace par rapport aux coûts, fondée sur des informations fournies par une source existante de données de grande qualité -- la base de données de l'AAA (Association Auxiliaire Automobile) tenue par le CCFA (Comité des Constructeurs Français d'Automobiles). En 1996, un premier rapport a été présenté pour donner suite à la Déclaration, contenant des données et une analyse de suivi pour la période comprise entre 1980 et 1995. Un rapport d'étape utilisant la même source de données et portant sur les chiffres et faits nouveaux des années 1996 et 1997, a été présenté aux Ministres en 1999. Les Ministres, lors du Conseil de Varsovie qui s'est tenu en 1999 :

sont convenus de poursuivre le suivi des émissions de CO₂ des voitures particulières neuves conformément à la Déclaration conjointe susmentionnée jusqu'au moment où le système de suivi que la Commission européenne met actuellement au point sera opérationnel ;

ont demandé aux Suppléants :

- de continuer les travaux prévus dans le cadre de la Déclaration conjointe avec l'industrie ;
- de faire le point en l'an 2000 sur certaines questions intéressant les pouvoirs publics qui découlent du suivi des voitures particulières neuves ainsi que sur les problèmes liés aux émissions des véhicules en service ;
- et de faire le point à nouveau sur le suivi, le cas échéant, en 2001.

Le présent rapport fournit des données supplémentaires pour les années 1998 et 1999, qui ont été publiées pour la première fois sous forme de graphiques dans *Politiques de transport durable, CEMT, juin 2000*.

Il est à noter que des données presque identiques figurent dans la *Communication de la Commission européenne au Conseil et au Parlement européen sur la mise en œuvre d'une stratégie communautaire en vue de réduire les émissions de CO₂ des véhicules : premier rapport annuel sur l'efficacité de la stratégie, octobre 2000* (voir http://europa.eu.int/comm/environment/co2/co2_home.htm). Le système officiel de notification de données de l'UE n'étant pas encore opérationnel, la Commission et la CEMT ont tiré les données pour les rapports de suivi de la même source, pour l'essentiel. Le présent rapport utilise les données de la base de données de l'AAA pour tous les véhicules vendus en Europe, quel qu'en soit le constructeur. S'agissant de la Commission européenne, l'ACEA a fourni des données provenant de la base de données de l'AAA pour les véhicules fabriqués par ses membres seulement. L'association des constructeurs coréens KAMA a également communiqué des données provenant de la base de données de l'AAA pour des véhicules fabriqués par ses membres. L'association des constructeurs japonais JAMA a communiqué des chiffres provenant de Marketing Systems Data pour les véhicules fabriqués par ses membres. Ces différences minimales constatées au niveau des sources donnent lieu à des résultats quelque peu différents pour certaines années et sont signalées dans le présent rapport lorsqu'il y a lieu.

Tendances récentes

Le premier rapport de suivi de la CEMT indiquait, pour 1995, une consommation moyenne de carburant des voitures neuves de 7.1 litres aux 100 km sur 15 marchés européens (consommation mesurée conformément à l'« ancien » cycle de la directive 80/1268/CEE). Comme le signale le premier rapport, les données sur la consommation de carburant sont influencées par la modification du cycle d'essais officiel relatif à la consommation de carburant. Les données sur les émissions de CO₂ sont désormais estimées conformément à ce que stipule la directive 93/116/CE, qui a remplacé la directive 80/1268/CEE. Le "nouveau" cycle d'essais a été largement appliqué à partir du 1er janvier 1997 et reste en vigueur pendant les années de la période sous revue. Parmi les modifications prévues, le "nouveau" cycle prend en compte, pour la première fois, la vérification de performances pendant le démarrage à froid ; en conséquence, on enregistre une plus forte consommation de carburant et des émissions de CO₂ plus élevées. Dans le rapport précédent, il était prévu que l'adoption du nouveau cycle aurait pour effet d'accroître les valeurs de la consommation de carburant d'un pourcentage de l'ordre de 10 %. D'après des comparaisons effectuées ultérieurement par l'industrie, on observe une augmentation de quelque 9 %, en moyenne, des émissions de CO₂ des voitures. On a repris ce dernier chiffre, selon les besoins, dans l'analyse exposée ci-après ; ainsi, on a pu en dégager des tendances, ce qui n'aurait pas été possible autrement. Il importe de reconnaître que le changement de directive a donné lieu à une hausse artificielle des émissions de CO₂ enregistrées, qui ne correspond pas à la réalité.

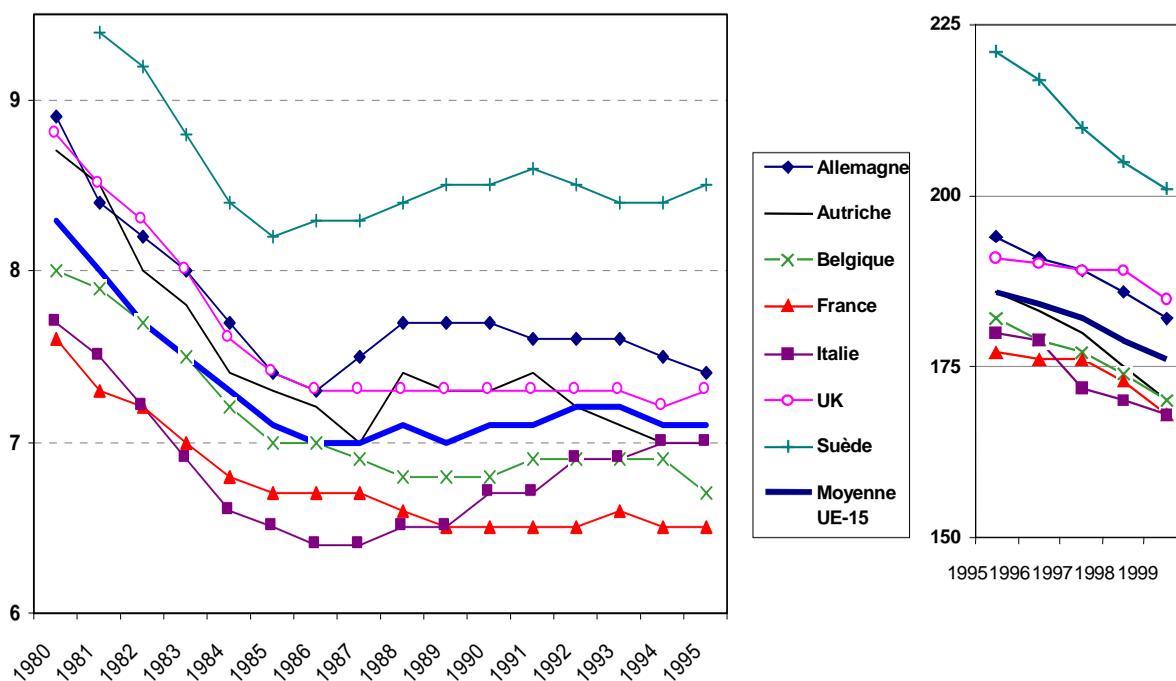
La nécessité de procéder à cette correction était d'ores et déjà prévue et, en effectuant la conversion, on obtient pour 1995 un chiffre de la consommation moyenne de carburant des nouvelles voitures sur les 15 marchés européens qui entraîne des émissions atteignant 186 g de CO₂ par km avec le nouveau cycle d'essais. C'est à partir de ce chiffre qu'a été effectué l'examen des tendances les plus récentes. Comme le montre le tableau ci-après, en partant de 186 g de CO₂ par km en 1995, la moyenne européenne (en tenant compte des 15 pays de l'UE, sauf la Grèce pour laquelle des données ne sont pas disponibles et la Finlande pour laquelle les données disponibles ne concernent que l'année 1995) des émissions de CO₂ des voitures neuves est ramenée à 184 g/km en 1996, à 182 g/km en 1997, à 179 g/km en 1998 (le chiffre notifié à la CE est de 179.6) et à 176 g/km en 1999 — les réductions des émissions se produisant dans tous les pays. C'est ainsi que pendant la période comprise entre 1995 et 1996 les émissions de CO₂ dans l'ensemble de l'Europe ont continué à suivre la tendance régulière et continue à la baisse observée depuis 1993.

La tendance des émissions moyennes des voitures particulières neuves est maintenant sur la bonne voie pour atteindre l'objectif de 140 g de CO₂ par km en 2008 (soit une réduction de 25 % par rapport à 1995), qui avait été définie dans le cadre d'un accord volontaire conclu par l'ACEA avec la Commission européenne (les accords volontaires souscrits par JAMA et KAMA visant l'horizon 2009). Cette contribution, dans le secteur des transports, est de loin la plus importante à l'action entreprise jusqu'à présent pour aller dans le sens des engagements visant à réduire les émissions de CO₂, contractés en vertu du Protocole de Kyoto des Nations Unies de 1997.

Figure 3. **Moyenne pondérée de la consommation de carburant et des émissions de CO₂ de toutes les voitures neuves**

Cycle d'essais - 80/1268/CEE (Litres / 100 km)

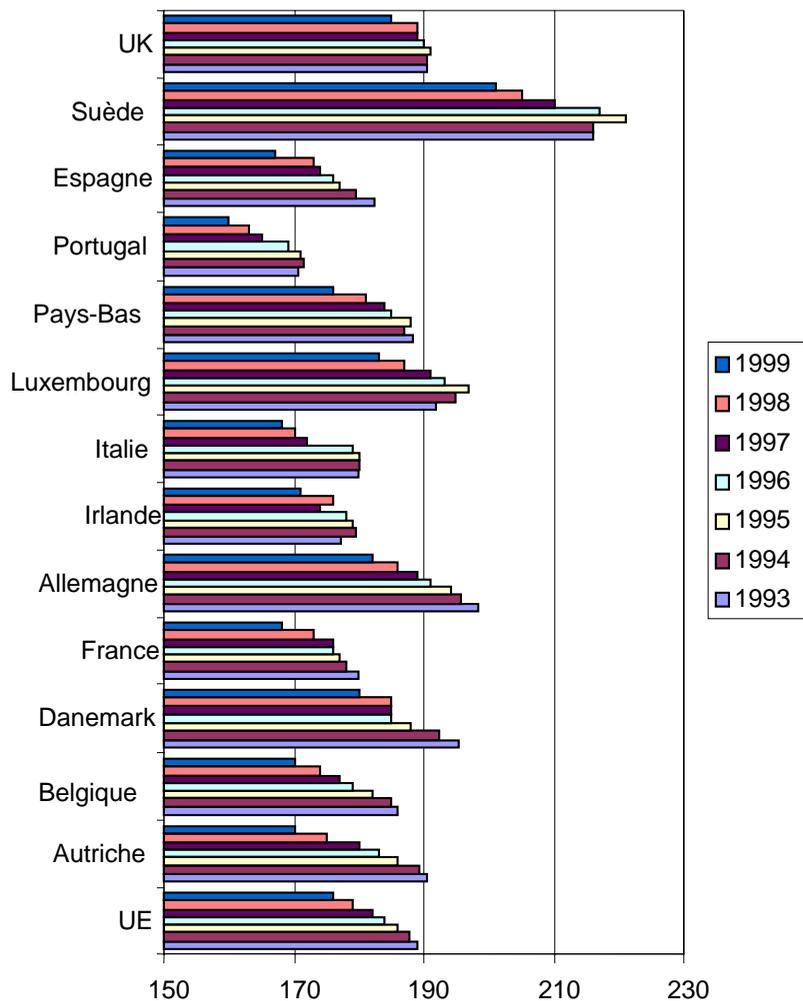
Cycle d'essais - 93/116/CE (g de CO₂/km)



Note : La courbe en gras indique l'évolution de la moyenne pondérée pour les sept pays (retenus en fonction de la disponibilité de données et représentant 85 % des ventes au sein de l'UE) pendant la période allant jusqu'en 1995 et la moyenne pondérée de 13 Etats membres de l'UE à partir de 1995 (à l'exclusion de la Finlande et de la Grèce).

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

Figure 4. **Moyenne des émissions de CO₂ des voitures particulières neuves pondérée par le nombre d'immatriculations**
(g de CO₂/km mesurés selon la norme 93/116/CE)



Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

Tableau 55. **Moyenne des émissions spécifiques de CO₂ des voitures neuves pondérée par le nombre d'immatriculations**
(g de CO₂/km - cycle d'essais 93/116/CE)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
13 pays de l'UE	189	188	186	184	182	179*	176
Autriche	191	189	186	183	180	175	170
Belgique	186	185	182	179	177	174	170
Danemark	195	192	188	185	185	185	180
France	180	178	177	176	176	173	168
Allemagne	198	196	194	191	189	186	182
Irlande	177	179	179	178	174	176	171
Italie	180	180	180	179	172	170	168
Luxembourg	192	195	197	193	191	187	183
Pays-Bas	188	187	188	185	184	181	176
Portugal	171	171	171	169	165	163	160
Espagne	182	180	177	176	174	173	167
Suède	216	216	221	217	210	205	201
Royaume-Uni	190	191	191	190	189	189	185
Norvège			196	191	192		
Suisse			216	212	211		

* 179.6 selon les données notifiées à la Commission européenne.

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

La réduction des émissions de CO₂ des voitures neuves peut également être analysée dans l'optique des évolutions des caractéristiques physiques des voitures vendues en Europe. Les principales tendances observées sont les suivantes :

- **le taux de pénétration des véhicules diesel** en Europe a augmenté au cours de la période ayant fait l'objet du suivi pour atteindre 29 %¹ des immatriculations dans les 15 pays de l'UE en 1999. La stabilisation temporaire du taux de pénétration constatée lors du dernier bilan du suivi s'est infléchi par suite de la reprise de la croissance de la part des véhicules diesel dans les ventes totales. En 1998-99, cette part de marché a un peu progressé sous l'effet de la mise sur le marché des nouveaux moteurs avancés à injection directe. Cependant, la diésélisation diffère beaucoup d'un pays d'Europe à l'autre : dans certains, elle dépasse 40 % (Autriche, Belgique, Espagne et France, par exemple) et, dans d'autres, elle est très faible (notamment Danemark, Norvège, Suède et Suisse).
- **la puissance et la cylindrée moyennes** varient considérablement d'un pays à l'autre - ce qui témoigne des différences de contexte économique et géographique des divers marchés. La puissance des moteurs a augmenté régulièrement au cours de la période sous revue, tandis que la cylindrée a légèrement diminué en 1995, pour se stabiliser ensuite jusqu'à la reprise d'une tendance à long terme d'augmentation progressive en 1998 et 1999.

Tableau 56. **Consommation moyenne de carburant de toutes les voitures neuves pondérée par le nombre d'immatriculations**
(Litres/100 km, cycle d'essais 80/1268/CEE)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Allemagne	8.9	8.4	8.2	8	7.7	7.4	7.3	7.5	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6	7.5	7.4
Autriche	8.7	8.5	8	7.8	7.4	7.3	7.2	7	7.4	7.3	7.3	7.4	7.2	7.1	7	7
Belgique	8	7.9	7.7	7.5	7.2	7	7	6.9	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.7
France	7.6	7.3	7.2	7	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	6.5	6.5
Italie	7.7	7.5	7.2	6.9	6.6	6.5	6.4	6.4	6.5	6.5	6.7	6.7	6.9	6.9	7	7
UK	8.8	8.5	8.3	8	7.6	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3
Suède	-	9.4	9.2	8.8	8.4	8.2	8.3	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.5	8.4	8.4	8.5
Moy. 7 pays de l'UE	8.3	8	7.7	7.5	7.3	7.1	7	7	7.1	7	7.1	7.1	7.2	7.2	7.1	7.1

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

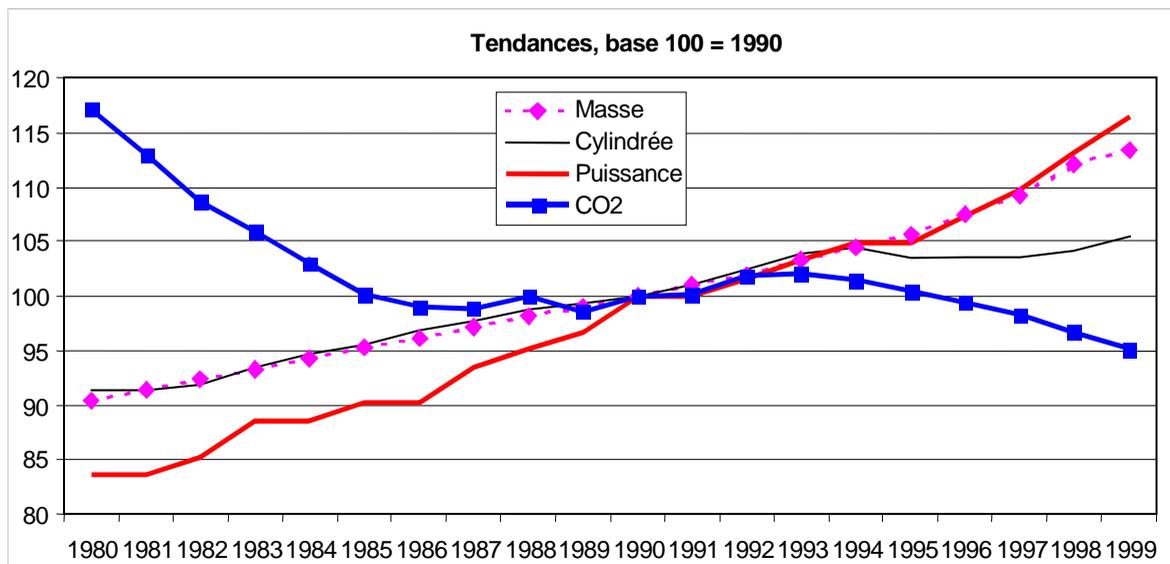
Tableau 57. **Moyennes de masse, de cylindrée du moteur, de puissance et d'émissions de CO₂, pour toutes les voitures neuves, pondérées par le nombre d'immatriculations dans les pays pour lesquels des données sont disponibles**
(8 pays en 1980, 13 à partir de 1995)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Masse (kg)	944	954	964	974	984	994	1 004	1 014	1 024	1 034	1 044	1 054	1 064	1 078	1 090.5	1 103
Cylindrée du moteur	1457	1 458	1 465	1 490	1 509	1 523	1 544	1 558	1 575	1 584	1 595	1 610	1 634	1 657	1 666	1 650
Puissance (kW)	51	51	52	54	54	55	55	57	58	59	61	61	62	63	64	64
CO ₂ (g/km)	217	209	201	196	191	185	183	183	185	183	185	185	188	189	188	186

	1996	1997	1998	1999
Masse (kg)	1 122	1 140	1 170	1 184
Cylindrée du moteur	1 652	1 653	1 662	1 682
Puissance (kW)	65.5	67	69	71
CO ₂ (g/km)	184	182	179	176

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

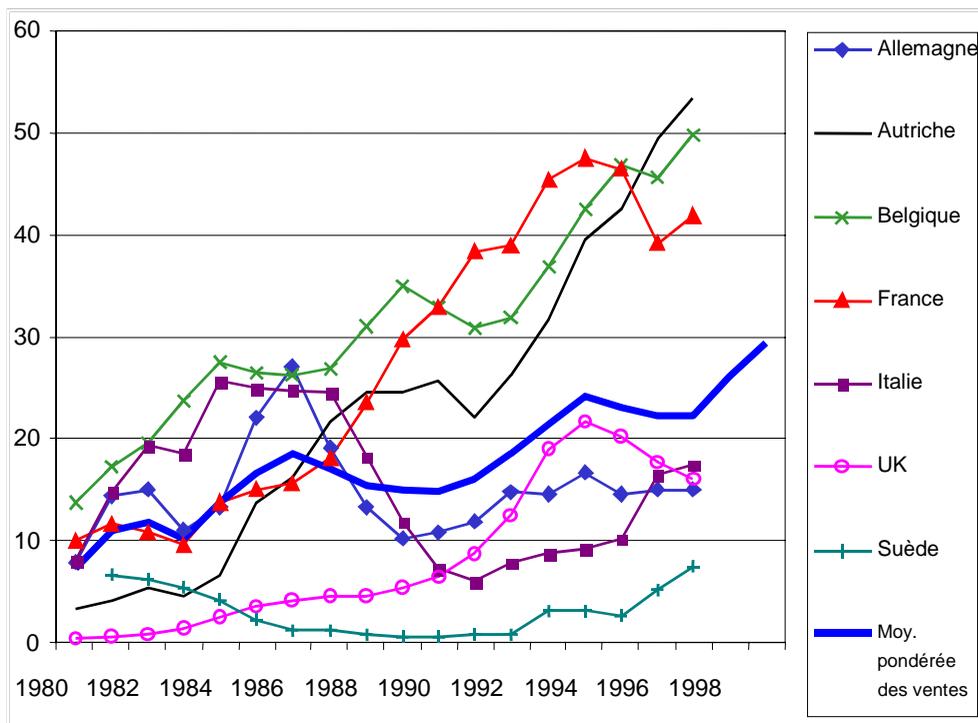
Figure 5. Tendances des moyennes des émissions de CO₂, de la puissance, de la masse et de la cylindrée du moteur de toutes les voitures neuves au sein de l'UE



Note : Moyenne des immatriculations dans les pays pour lesquels on disposait de données (8 pays en 1980, 13 à partir de 1995).

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

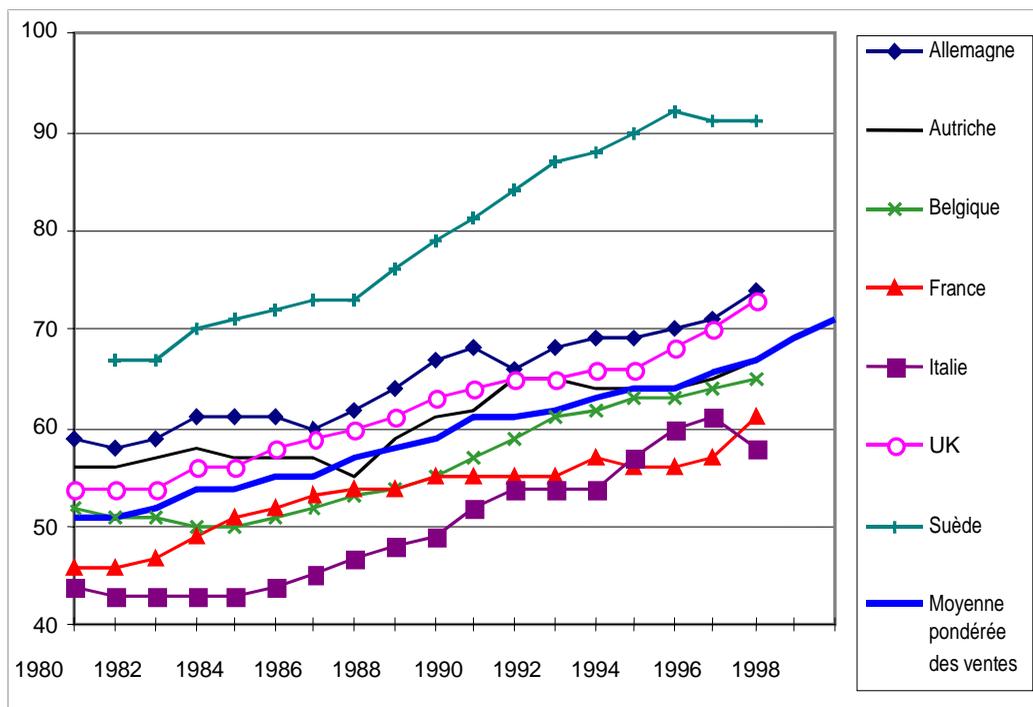
Figure 6. Taux de pénétration des voitures diesel (en % des ventes de véhicules neufs)



Note : *Ensemble des pays d'Europe pour lesquels des statistiques sont établies (8 pays en 1980, 13 pays en 1999).

Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

Figure 7. **Puissance moyenne pondérée en fonction des ventes (kW)**



Source : ACEA/OICA/CEMT, 2000, données tirées de la base de données de l'AAA pour tous les constructeurs.

Engagements de l'industrie

L'OICA, association mondiale de constructeurs automobiles, et l'ACEA, association européenne de constructeurs automobiles, se sont engagées à réduire dans des proportions importantes et de façon continue la consommation de carburant des voitures neuves vendues dans les pays de la CEMT, engagement pris en vertu de leur Déclaration conjointe de 1995 avec les Ministres des Transports de la CEMT.

En juillet 1998, l'ACEA a pris l'engagement vis-à-vis de la Commission européenne de réduire les émissions de CO₂. Cet engagement volontaire a été approuvé par le Conseil des Ministres de l'UE en octobre de la même année et l'accord sous sa forme finale entre l'ACEA et la Commission a été conclu au début de 1999. La Commission estime que cet accord permettra d'éviter, au total, plus de 15 % des émissions (exprimées en équivalents CO₂ s'agissant des six gaz à effet de serre couverts par le Protocole de Kyoto), soit le pourcentage de réduction que doit atteindre l'UE en vertu de ce Protocole.

Les engagements collectifs de l'ACEA sont extrêmement ambitieux, tant du point de vue technique qu'économique, et dépassent largement les prévisions auxquelles donnent lieu l'un ou l'autre des divers scénarios de statu quo envisagés. Plus précisément, l'ACEA s'est engagée à :

- Mettre sur le marché, d'ici à l'an 2000, des modèles de voitures particulières rejetant un niveau égal ou inférieur à 120 g/km de CO₂.

- Atteindre, d'ici à 2008, une moyenne de 140 g/km d'émissions de CO₂ pour l'ensemble des voitures neuves vendues au sein de l'UE -- ce qui se traduit par une réduction moyenne des émissions de CO₂ de 25 % par rapport à 1995.
- Parvenir à une fourchette estimative de 165-170 g/km en 2003 -- soit une baisse de 9-11 % par rapport à 1995.
- Passer en revue, en 2003, les possibilités d'amélioration supplémentaires afin que la moyenne du parc de voitures neuves se rapproche encore d'un niveau d'émission de 120 g/km à l'horizon 2012.
- Assurer conjointement avec la Commission un suivi de tous les facteurs à prendre en compte eu égard à ces engagements.

Il est à noter que l'on ne s'attend pas à un profil linéaire de réduction des émissions de CO₂ ; le rythme sera relativement lent au départ, et s'accélérera par la suite. L'évolution dépendra surtout du moment où l'on pourra disposer de carburants de meilleure qualité sur le marché et des délais nécessaires à la mise en œuvre de nouvelles technologies et de nouveaux produits, ainsi que de leur pénétration sur le marché.

Après l'accord volontaire conclu avec l'ACEA, la Commission européenne a négocié des accords analogues avec les associations japonaise et coréenne de constructeurs de véhicules.

NOTE

1. 28 % selon les chiffres notifiés à la Commission européenne.

APPENDICE

Données nationales supplémentaires

Les données présentées dans cette annexe sont fournies par les Ministères des Transports sous leur responsabilité. La source initiale des données peut être différente de celle des informations figurant dans le rapport principal et il reste à vérifier qu'elles sont totalement conformes.

Pologne

La Pologne est le plus grand marché automobile d'Europe centrale et orientale et les pouvoirs publics y assurent un suivi des émissions de CO₂ des voitures neuves conforme à la Déclaration conjointe de 1995. En novembre 2000, le Ministère des Transports a transmis les résultats, pour 1998 et 1999, fournis par l'Institut polonais du transport automobile. On trouvera au tableau ci-dessous une récapitulation des chiffres communiqués, qui recouvrent 98 à 99 % des ventes de voitures neuves.

Tableau 58.

	1998	1999
Émissions spécifiques moyennes de CO ₂ , g/km	177	174
Consommation moyenne de carburant, litres/100 km	7.4	7.1
Part de marché des véhicules diesel, %	1.4	2.5
Puissance moyenne des moteurs, kW	51.4	53.0
Cylindrée moyenne (cm ³)	1 277	1 264

Méthodologie

La méthodologie appliquée pour effectuer le suivi des émissions de CO₂ des voitures neuves peut être résumée comme suit :

1. Le parc de véhicules neufs se répartit entre différentes catégories selon :

- Le constructeur.
- Le type de carburant (essence, gazole, gaz).
- La puissance nominale.
- La cylindrée du moteur.
- Les émissions de CO₂.
- La consommation de carburant.

2. Le nombre de véhicules entrant dans une catégorie donnée est déterminé sur la base des ventes annuelles, et non des immatriculations, car il n'existe pas de base de données centralisée des immatriculations de véhicules. Les informations sur les ventes sont communiquées par les constructeurs de véhicules et leurs représentants.
3. Les émissions spécifiques moyennes de CO₂ et la consommation moyenne de carburant pour un type de véhicule donné sont reprises des documents requis pour la réception par type des véhicules.
4. Les émissions de CO₂ et la consommation de carburant sont mesurées conformément au Règlement 101 de la CEE-ONU (équivalent à la directive 93/116/CE). Pour certains types de véhicules, on dispose seulement de chiffres sur la consommation de carburant mesurée conformément au Règlement 84 de la CEE-ONU (équivalent à la directive 80/1268/CEE). Dans ces cas, les données sur la consommation de carburant établies conformément à la réglementation antérieure sont converties à l'aide d'un coefficient constant de 1.1 utilisé comme référence pour le calcul des émissions de CO₂ afin de se rapprocher de la nouvelle réglementation.

Partie II.

Les carburants sans soufre

TABLE DES MATIERES

RÉFÉRENCES	107
1. QUALITÉ DES CARBURANTS	109
2. AVANTAGES DES CARBURANTS À BASSE TENEUR EN SOUFRE	110
3. DISPONIBILITÉ ACTUELLE DES CARBURANTS À BASSE TENEUR EN SOUFRE	118
4. COÛTS ET BILAN CO ₂	119
5. MESURES EN FAVEUR DE LA DISTRIBUTION DE CARBURANT À BASSE TENEUR EN SOUFRE	124
6. RÉSUMÉS ET CONCLUSIONS	127
TABLEAUX DE SYNTHÈSE	135
ABREVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES	142

REFERENCES

Le présent rapport s'appuie, entre autres sources, sur les rapports et études cités ci-après :

- *The World-Wide Fuel Charter* (Charte mondiale des carburants), ACEA, the Alliance of Automobile Manufacturers, EMA, JAMA et OICA, avril 2000.
- *ACEA data of the sulphur effect on advanced emission control technologies*, ACEA, juillet 2000.
- *Low Sulphur Fuel Test Report*, rapport de l'ADAC pour la FIA, 2001.
- *Synthèse des informations fournies à la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne dans le courant des consultations relatives à la nécessité d'un abaissement de la teneur en soufre de l'essence et du gazole à moins de 50 ppm*, rapport établi par March, Hill et Sully, AEA Technology, novembre 2000.
<http://www.europa.eu.int/comm/environment/sulphur/summary.pdf>
- Contribution de l'AECC aux consultations de la Commission européenne sur la teneur en soufre de l'essence et du gazole, juillet 2000.
http://www.aeat-env.com/Sulphur_Review/sr-responses.html
- Contribution d'Akzo Nobel Catalysts aux consultations de la Commission européenne sur la teneur en soufre de l'essence et du gazole.
http://www.aeat-env.com/Sulphur_Review/sr-responses.html
- *Rapport qui analyse la synthèse des informations fournies à la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne dans le courant des consultations relatives à la nécessité d'un abaissement de la teneur en soufre de l'essence et du gazole à moins de 50 ppm*, Challen, MacKinven et Walsh, repris dans le rapport de l'AEA précité.
- *Proposition d'une Directive sur la qualité des carburants essence et diesel modifiant la Directive 98/70/EC [COM(2001)241]*, Commission des communautés européennes.
- Rapports 99/62, 99/56 et 99/55 de CONCAWE, Bruxelles.
<http://www.concawe.be/Html/Reports.htm>
- Contribution de CONCAWE et EUROPIA aux consultations de la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne sur la nécessité d'un abaissement de la teneur en soufre de l'essence et du gazole à moins de 50 ppm, juillet 2000.
http://www.aeat-env.com/Sulphur_Review/sr-responses.html
- *Life-cycle Emissions Analysis of Alternative Fuels for Heavy Vehicles*, CSIRO Atmospheric Research Report to the Australian Greenhouse Office, mars 2000.
- *The Review of Fuel Quality Requirements for Australian Transport*, ministère de l'environnement et du patrimoine, Australie, mars 2000.
<http://www.environment.gov.au/epg/fuel/transport.html>
- *Note technique n° 388* de l'ITS de l'Université de Leeds, Royaume-Uni, février 1996.
- *Ultra Low Sulphur Gasoline and Diesel Refining*, étude réalisée par Purvin et Gertz pour la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne, novembre 2000.
<http://www.europa.eu.int/comm/environment/sulphur/uls.pdf>
- *Car Lines*, Walsh, plusieurs numéros.

1. QUALITE DES CARBURANTS

Le soufre est présent dans une proportion plus ou moins grande dans tous les pétroles bruts. Pour produire des carburants de qualité commerciale, une grande partie de ce soufre doit être éliminé pendant le raffinage.

L'expression "carburant à basse teneur en soufre" n'a pas le même sens dans tous les pays et peut par conséquent prêter à confusion. Dans le présent rapport, la qualification "*à basse teneur en soufre*" est réservée aux carburants qui contiennent moins de 50 ppm de soufre. Les carburants contenant moins de 10 ppm sont dits "*sans soufre*" ou "*désulfurés*".

La directive 98/70/CE de l'Union européenne concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel dispose que leur teneur maximale en soufre doit être réduite en deux étapes comme suit¹ :

Tableau 59. Limites de la teneur en soufre imposées par l'UE

	EURO3	EURO4
	1^{er} janvier 2000	1er janvier 2005
Gazole	350 ppm	50 ppm
Essence	150 ppm	50 ppm

Le gazole et l'essence à base teneur en soufre et sans soufre sont déjà distribués dans plusieurs pays européens.

La charte mondiale des carburants² recommande de plafonner la teneur en soufre de l'essence et du gazole à 30 ppm sur les marchés où les émissions sont sévèrement bridées par des normes telles que les normes EURO3 et EURO4 et à moins de 5 à 10 ppm sur ceux où les normes EURO4 ou d'autres normes équivalentes se doublent d'une obligation de réduire les consommations en carburant, de façon à autoriser l'utilisation de techniques sophistiquées de post-traitement des NOx et des particules.

En 2000, la Commission européenne a lancé des consultations pour recueillir des informations sur la contribution des carburants sans soufre à la réduction des émissions de CO₂ et sur les stratégies de réduction des émissions. Elle se fondera sur les résultats de ces consultations pour formuler ses propositions relatives à la teneur en soufre des carburants après 2005.

2. AVANTAGES DES CARBURANTS A BASSE TENEUR EN SOUFRE

L'abaissement de la teneur en soufre contribue directement à réduire les émissions d'oxyde de soufre et de particules produites par les véhicules et indirectement à réduire celles de NO_x, de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures. Elle permet aussi de préserver ou même d'améliorer les performances des systèmes de conversion catalytique. L'intérêt que suscitent actuellement les carburants sans soufre s'explique essentiellement par les pressions qui s'exercent en faveur d'une diminution de la consommation des moteurs à combustion interne qui permettent de réduire les émissions de CO₂ tout en respectant les limites d'émissions fixées pour les autres gaz d'échappement. Il convient également de signaler que les essais réalisés dans le cadre des demandes de réception CE de nouveaux modèles de voitures dans l'UE ont été modifiés parallèlement à l'adoption des normes EURO4 d'émissions. Auparavant, les spécifications des carburants utilisés dans les essais destinés à vérifier les émissions n'étaient pas décrites en détail. A présent, il est obligatoire d'utiliser des carburants correspondant à ceux qui sont disponibles sur le marché. Cette exigence a renforcé l'intérêt des constructeurs automobiles et des autorités chargées de réglementer les émissions pour la qualité des carburants.

Moteurs à essence

Moteurs conventionnels avec catalyseur

La diminution de la teneur en soufre de l'essence se traduit en règle générale par une réduction immédiate des émissions de gaz d'échappement produites par tous les véhicules équipés de catalyseurs en circulation. Les résultats d'essais récents dont il est fait état dans la charte mondiale des carburants sont rassemblés dans le tableau ci-après. Non seulement il réduit les émissions les plus importantes produites par une large gamme de véhicules de technologie différente et de carburants de diverses qualités, mais l'abaissement de la teneur en soufre prolonge aussi la durée de vie des systèmes de réduction des émissions. Le soufre influe aussi sur les dispositifs de diagnostic embarqués. Plusieurs études américaines citées dans la charte mondiale des carburants donnent à penser que la perte d'efficacité des catalyseurs imputable au soufre peut avoir pour conséquence que les systèmes de diagnostics embarqués soit diagnostiquent une fausse panne, soit ne diagnostiquent pas une vraie panne du catalyseur.

Tableau 60. Essais récents sur moteurs conventionnels avec catalyseur

Etude	Technologie automobile (limites d'émission)	Teneur en soufre (ppm)		Réduction des émissions (%) (de haute à basse teneur en soufre)		
		haute	basse	HC	CO	NOx
AQIRP 1997	Niveau 0	450	50	18	19	8
EPEFE 1996	EURO2+	382	18	9 (43*)	9 (52*)	10 (20*)
AAMA/AIAM	VFE & VTFE	600	30	32	55	48
CRC	VFE	630	30	32	46	61
JARI	Règlement de 1978	197	21	55	51	77

* réduction enregistrée à haute température pendant la partie extra-urbaine de l'essai

Source : Charte mondiale des carburants, 2000.

Plus récemment, une étude menée par le laboratoire allemand d'essais ADAC à la demande de la FIA a confirmé ces résultats, après avoir réalisé des essais sur trois voitures à essence équipées d'un convertisseur catalytique à trois voies, disponibles actuellement sur le marché³. Chaque voiture a subi le nouvel essai du cycle de marche imposé dans le cadre de la demande de réception CE de voitures neuves conformément à la directive 98/69/CE de l'Union européenne. Des carburants à teneur en soufre différente ont été utilisés : 102/106 ppm, 42 ppm et 10 ppm. Les essais actuels vérifiant les émissions dans le cadre de la demande de réception CE mesurent les émissions d'hydrocarbures et de NOx ensemble. Comme le montre le tableau ci-dessous, ces émissions sont réduites de 13 % en moyenne dans le cas de carburant à basse teneur en soufre et de 20 % dans le cas de carburant désulfuré.

Tableau 61. Essais sur voitures à essence équipées d'un convertisseur catalytique à trois voies

Teneur en soufre de l'essence (ppm)	Emissions (g/km)				Réduction des émissions
	CO	HC	NOx	HC+NOx	HC+NOx
Opel Corsa 1.0					
102/106	0.412	0.090	0.024	0.114	
42	0.424	0.083	0.023	0.106	7 %
10	0.431	0.078	0.021	0.099	13 %
Mercedes C180					
102/106	0.133	0.040	0.050	0.090	
42	0.122	0.025	0.044	0.069	23 %
10	0.107	0.024	0.039	0.063	30 %
Ford Puma 1.6					
102/106	0.331	0.057	0.023	0.080	
42	0.279	0.043	0.022	0.065	19 %
10	0.261	0.040	0.020	0.060	25 %

Source : ADAC.

Tous les véhicules à essence neufs mis en circulation en Europe sont équipés d'un convertisseur catalytique à trois voies pour satisfaire aux normes EURO1 fixées par les dispositions communautaires relatives aux émissions. Pour qu'un tel convertisseur fonctionne convenablement, la quantité d'air nécessaire à la combustion du carburant doit correspondre à celle qui est nécessaire aux réactions chimiques qui s'opèrent dans le convertisseur. Le dosage exact des apports nécessaires pour que la réaction soit complète s'appelle ratio stoichiométrique. Le ratio exigé par un convertisseur⁴ catalytique ne correspond malheureusement pas au ratio air/carburant qui permet d'arriver à une combustion complète dans un moteur à combustion interne. Pour respecter la réglementation relative aux émissions, le dosage air/carburant doit être adapté aux exigences du catalyseur plutôt que du moteur, ce qui se traduit par une augmentation de la consommation.

Dans la pratique, le ratio stoichiométrique du convertisseur catalytique ne peut pas être maintenu pendant toutes les étapes du cycle de conduite, parce que l'accélération modifie le dosage air-carburant. Le lissage des variations de ce dosage par contrôle électronique de l'injection est une des solutions qui permettrait d'assurer la conformité aux normes EURO3 et 4, au prix toutefois d'une aggravation des effets pervers exercés par la réduction des émissions sur la consommation. D'autres méthodes de réduction des émissions ont, elles aussi, un coût en termes de consommation, comme par exemple la recirculation des gaz d'échappement quand la vitesse est élevée. Certaines pourraient par contre contribuer à réduire la consommation, par exemple l'amélioration de la pulvérisation du carburant et de la circulation d'air autour des injecteurs ou l'optimisation du dessin des lumières d'admission et des têtes de piston.

Moteurs à carburation pauvre

Les constructeurs automobiles européens font de la commercialisation des moteurs à injection directe en mélange pauvre un des axes majeurs de la stratégie qu'ils entendent mener pour réduire les émissions de CO₂. Le moteur à injection directe en mélange pauvre⁵ relève le rapport air/carburant pour consommer moins, en réduisant les émissions de CO₂. Les moteurs à injection directe sont ceux dans lesquels le rapport air/carburant atteint son niveau le plus élevé, mais les convertisseurs auront d'autant plus de peine à réduire leurs émissions de NOx qu'ils s'éloignent de l'optimum stoichiométrique.

La carburation pauvre permet d'utiliser un catalyseur d'oxydation pour réduire les émissions de HC et de CO, mais pas un convertisseur catalytique à trois voies pour réduire les NOx. Les catalyseurs anti-NOx de la génération actuelle arrivent à réduire les émissions de NOx de 90 %, si l'alimentation du moteur à injection directe en mélange pauvre n'est pas permanente⁶. Cette technologie pourrait donc assurer la conformité aux normes EURO2 et peut-être aussi, moyennant quelques améliorations, aux normes EURO3.

Toyota, Nissan et Mitsubishi commercialisent déjà des moteurs à injection multipoints à mélange pauvre au Japon. Mitsubishi a lancé en Europe une version de sa Carisma G-DI à injection directe équipée d'un moteur à injection directe en mélange pauvre. Son catalyseur anti-NOx en iridium, installé en amont d'un convertisseur catalytique classique à trois voies satisfait aux normes EURO3 et résiste à des teneurs en soufre de 150 ppm. Entre-temps, le catalyseur en iridium a été retiré en raison de problèmes de durabilité. Quoi qu'il en soit, il s'est avéré impossible de respecter les normes EURO4 et à haut régime, le moteur passe à un ratio stoichiométrique carburant/air qui fait nettement augmenter la consommation.

Systèmes avancés de réduction des émissions de NOx

Toute une gamme de Toyota à essence est déjà équipée de catalyseurs régénérants de stockage de NOx (aussi appelés "pièges à NOx" ou "catalyseurs à adsorption de NOx")⁷ qui tolèrent des teneurs en soufre de 50 ppm dans les conditions de circulation japonaises. Ces catalyseurs, connectés à un système perfectionné de gestion du moteur qui initialise périodiquement une phase d'enrichissement du mélange en carburant afin de régénérer le catalyseur, sont des convertisseurs classiques à trois voies qui contiennent de l'oxyde de baryum. Quand le moteur brûle du mélange pauvre, le monoxyde d'azote, NO, se transforme dans le catalyseur en nitrate de baryum, mais le système de gestion du moteur déclenche, quand il "juge" le catalyseur proche de la saturation, une très brève phase (0.3 seconde) d'enrichissement du mélange en carburant qui charge le gaz d'échappement en monoxyde de carbone et en hydrocarbures imbrûlés. Les nitrates se décomposent en NO₂ qui réagit avec le réducteur du catalyseur pour former l'azote.

L'activité des catalyseurs actuels faiblit quand la teneur en soufre du carburant consommé dépasse, même pendant un temps très court, le seuil des 50 ppm. Le soufre bloque les sites de stockage des NOx. Les oxydes de soufre se fixent plus facilement que les nitrates et privent, en se posant en concurrents des NOx, les catalyseurs d'une partie de leur capacité d'élimination des NOx. Il faut donc les purger plus fréquemment des NOx et l'élimination du soufre nécessite un allongement de la phase d'enrichissement du mélange en carburant qui pénalise la consommation dans des proportions qui peuvent aller de 1 à 5 % (et réduire à néant les gains que les moteurs à injection directe en mélange pauvre permettent de réaliser sur le plan de la consommation). Il s'y ajoute que le catalyseur ne retrouve jamais sa pleine capacité initiale de conversion des NOx. Les 150 ppm de soufre se sont avérés avoir eu des effets irréversibles sur les catalyseurs de Toyota. Même si la teneur en soufre est basse, l'effet à long terme du soufre sur la technologie des pièges à NOx n'a pas été entièrement expliqué et il est possible qu'il ne soit pas complètement réversible.

Les conditions thermiques dans lesquelles les catalyseurs doivent fonctionner affectent également leurs performances. Les tests routiers de vieillissement ont démontré que l'efficacité du catalyseur se dégrade fortement après 5 000 kilomètres avec du carburant à 30 ppm de soufre et les catalyseurs actuels absorbeurs de NOx ne sont pas thermiquement durables dans les conditions de conduite européennes (les cycles d'essais des systèmes de réduction des émissions reflètent le fait que les limitations de vitesse sont plus élevées et la congestion moindre en Europe qu'au Japon). Les constructeurs automobiles cherchent aujourd'hui à améliorer la gestion thermique de ces systèmes pour les rendre moins sensibles au soufre et cherchent à pouvoir monter des pièges à soufre en amont des pièges à NOx, afin d'améliorer les performances de l'essence à 10 ppm de soufre. Les fabricants de catalyseurs travaillent eux aussi à la mise au point de catalyseurs plus résistants au soufre, mais il est peu probable que la technologie du stockage des NOx puisse résister à des teneurs en soufre plus élevées en raison des propriétés chimiques similaires du soufre et des oxydes d'azote, les oxydes de soufre l'emportant toujours sur les NOx dans l'investissement des sites de stockage des catalyseurs.

Tous les catalyseurs de pointe actuellement disponibles ne peuvent donc satisfaire aux normes EURO4 d'émission de NOx qu'avec du carburant EURO4 (50 ppm) et il n'est pas sûr qu'ils puissent donner satisfaction sur les routes européennes. Il faudra désulfurer le carburant pour que les moteurs à injection directe en mélange pauvre puissent répondre aux normes EURO4 d'émission et optimiser leur consommation. Il faut du carburant sans soufre pour que les moteurs à injection directe en mélange pauvre (sans lesquels il n'est pas possible de tenir l'engagement pris par l'ACEA en matière d'émissions de CO₂) équipés des catalyseurs à adsorption puissent produire tous les avantages dont ils sont porteurs dans le domaine de la consommation.

Moteurs diesels

Le soufre du gazole est responsable d'une large part des émissions de particules fines parce qu'il forme des sulfates dans les gaz d'échappement d'abord et dans l'atmosphère ensuite. Les moteurs diesels brûlent en fait un mélange pauvre et devront être équipés de systèmes de post-traitement du mélange pauvre pour pouvoir répondre aux normes qui régiront un jour les émissions de NOx. L'efficacité de certains systèmes de post-traitement des gaz d'échappement des moteurs diesels, à la fois pour les particules et les NOx, est mise à mal et parfois même entièrement réduite à néant par le soufre.

L'étude réalisée par le laboratoire allemand de tests ADAC à la demande de la FIA met en lumière les réductions, bien que modestes, des émissions produites par des véhicules à moteur diesel du parc automobile existant, obtenues avec des carburants à plus basse teneur en soufre. ADAC a testé deux voitures à moteur diesel équipées d'un catalyseur d'oxydation, disponibles actuellement sur le marché. Chaque voiture a été soumise au nouvel essai du cycle de marche imposé dans le cadre de la demande de réception CE de voitures neuves en vertu de la directive 98/69/CE. Des carburants à teneur en soufre différente ont été utilisés, à savoir 330 ppm, 50 ppm et 4 ppm. Les émissions d'hydrocarbures ainsi que de NOx ont été réduites de 3 % avec du carburant à basse teneur en soufre et de 6 % avec du carburant désulfuré. L'utilisation de carburant à basse teneur en soufre n'a pas entraîné de réduction importante des émissions de particules, alors que le gazole désulfuré les a réduites de 7 %, comme l'indique le tableau ci-dessous. Des études antérieures réalisées dans le cadre du programme Auto-Oil laissent entendre que la réduction de la teneur en soufre du gazole de 500 ppm à 30 ppm réduit le volume des particules émises par les utilitaires légers de 7 % et celui des utilitaires lourds d'au moins 4 %.

Tableau 62. **Emissions d'hydrocarbures selon la teneur en soufre du gazole**

Teneur en soufre du gazole (ppm)	Emissions (g/km)				
	CO	HC	NOx	HC+NOx	PM
Citroen Xsara HDI					
330	0.228	0.034	0.341	0.375	0.025
50	0.275	0.035	0.340	0.375	0.024
4	0.207	0.031	0.333	0.364	0.024
Toyota Avensis D-4D					
330	0.423	0.025	0.508	0.533	0.023
50	0.374	0.022	0.508	0.530	0.025
4	0.392	0.022	0.488	0.510	0.021

Source : ADAC

Réduction des émissions de particules

La combustion transforme, par oxydation, le soufre du carburant en SO₂, le principal des composés de soufre présents dans les gaz d'échappement et, en plus faibles quantités, en SO₃ qui, avec

la vapeur d'eau, forme de l'acide sulfurique (H_2SO_4 également appelé aérosol sulfaté ou SO_4) qui se colle aux atomes de carbone des particules dont il gonfle ainsi la masse⁸. Le taux de conversion du SO_2 en SO_4 ne dépasse pas 1 % dans les gaz qui sortent du moteur, mais passe jusqu'à 100 % si les gaz sont post-traités dans un catalyseur d'oxydation (toutes les voitures diesels européennes sont équipées depuis 1996 de catalyseurs d'oxydation qui réduisent les émissions de monoxyde de carbone ainsi que d'hydrocarbures gazeux et liquides⁹). La formation accélérée d'aérosol sulfaté provoque non seulement une augmentation de la masse des émissions de particules, mais aussi une perte d'efficacité des systèmes sophistiqués de post-traitement des CO, HC et NOx. De nombreuses voitures diesels sont équipées de catalyseurs spéciaux qui limitent au minimum la formation d'acide sulfurique, ce qui réduit cependant leur capacité d'oxydation des polluants réglementés.

Les camions doivent être équipés, en vertu des normes EURO4, de pièges ou de filtres pour satisfaire aux normes d'émission de particules. Peugeot a décidé d'installer des filtres à particules sur ses voitures particulières, en commençant par son modèle haut de gamme, en prévision de l'entrée en vigueur des normes EURO4 et Volkswagen annoncera d'ici peu la sortie d'un véhicule équipé d'un piège à particules. Les filtres retiennent les particules solides et liquides, mais laissent passer les gaz d'échappement. Ils finissent par être saturés de particules qui doivent être brûlées régulièrement pour régénérer les filtres. La combustion ou oxydation requiert, pour pouvoir s'enclencher, des températures d'au moins 600 à 650°C. Comme les gaz n'atteignent généralement pas ces températures à la sortie du moteur, il faut assister la combustion :

- En chauffant le filtre électriquement.
- En montant en amont un catalyseur d'oxydation qui fait en même temps office de catalyseur classique et transforme le NO contenu dans les gaz d'échappement en NO_2 destiné à jouer un rôle d'oxydant dans le filtre à particules.
- En revêtant le filtre d'un catalyseur pour faire baisser la température de combustion des particules.
- En ajoutant au carburant un catalyseur qui se combinerait aux particules du filtre pour qu'elles brûlent à plus basse température.

Il est possible de combiner plusieurs de ces techniques et d'injecter en plus du carburant dans les cylindres après la phase de combustion principale de façon à relever la température des gaz d'échappement.

Des **filtres à particules diesels à régénération continue** ont été montés sur quelques véhicules en circulation pour qu'ils puissent se conformer aux règlements en vigueur en consommant du carburant à 50 ppm, alors que cette technique avait été surtout utilisée en Scandinavie sur des véhicules utilisant du "gazole urbain" à 10 ppm. Ces filtres utilisent le NO_2 produit par un catalyseur d'oxydation monté en amont au départ du NO contenu dans les gaz d'échappement pour oxyder et détruire les particules (le NO_2 convient mieux que l'oxygène pour oxyder à basse température les particules émises par les moteurs diesels). Le système peut éliminer plus de 99 % des particules émises par le moteur. En même temps, le système transforme, par oxydation, le soufre des gaz d'échappement en SO_2 d'abord et en aérosol sulfaté ensuite. Ce processus contribue à la formation de particules et enlève de son efficacité au filtre du fait que le SO_2 dispute les capacités d'oxydation du NO_2 aux particules. Les tests, dont l'AECC fait état dans ses réponses au questionnaire de la Commission européenne sur la teneur en soufre des carburants, indiquent que lorsque la teneur en soufre du gazole atteint 30 ppm, les normes EURO4 ne sont plus respectées à cause de la formation d'aérosol sulfaté.

Les **filtres catalysés à particules diesels** se régénèrent grâce au revêtement catalytique du filtre à particules qui permet d'oxyder les particules au moyen de l'oxygène contenu dans les gaz d'échappement. Le filtre transforme en outre, par oxydation, le soufre de ces gaz en sulfates. L'impact du soufre sur les performances est équivalent à celui observé dans le cas de filtres à régénération continue. Les résultats des tests de laboratoire évoqués dans la charte mondiale des carburants montrent que le taux d'élimination, qui atteint 95 % avec du gazole à 3 ppm de soufre, tombe à environ 73 % avec du gazole à 30 ppm et à zéro avec du gazole à 150 ppm pour les deux types de filtre. Les filtres catalysés à particules diesels auront vraisemblablement besoin de carburant à 10 ppm pour fonctionner convenablement à basse température, ce qui est le cas des gaz d'échappement des autobus qui circulent à vitesse réduite dans les centres villes par temps froid. Ils font suffisamment bien leur office avec du gazole à 50 ppm dans les autres cas de figure, toutefois avec une efficacité réduite.

L'**addition de catalyseurs aux carburants** peut ajouter à l'efficacité des filtres à particules diesels. Elle se fait le plus souvent par addition de très faibles quantités d'un métal (habituellement de l'oxyde de cérium, parfois des composés à base de fer comme le ferrocène ou d'autres composés). Une fois piégé par le filtre et mêlé intimement aux particules, le cérium catalyse l'oxydation et permet ainsi aux particules de brûler à des températures de 350 à 450°C pour régénérer le filtre. Comme la température des gaz d'échappement peut ne pas dépasser les 150°C en circulation urbaine, il est nécessaire de les réchauffer quelque peu. Les résidus solides du catalyseur restent dans le filtre. Le processus est pratiquement insensible au soufre mais tire avantage du carburant à 10 ppm.

Les filtres peuvent se retrouver obstrués par du sulfate de calcium produit par la combinaison du calcium contenu dans les cendres des lubrifiants avec le soufre dans le carburant. La solution du problème peut venir de la désulfuration du carburant ou de l'utilisation de lubrifiants spéciaux sans cendres.

Réduction des émissions de NOx

Les petites voitures à moteur diesel pourront probablement satisfaire aux normes EURO4 sans post-traitement complexe des gaz d'échappement : l'amélioration des systèmes d'injection, la recirculation des gaz d'échappement et les catalyseurs d'oxydation classiques suffiront à la tâche. Les grosses voitures et les utilitaires légers ne pourront au contraire pas y arriver sans catalyseurs anti-NOx sophistiqués et/ou filtres à particules.

Les poids lourds à moteur diesel devraient pouvoir satisfaire aux normes EURO4 d'émission de NOx sans système complexe de post-traitement des gaz d'échappement. Si les normes qui s'appliqueront demain aux émissions de NOx des moteurs diesels devaient nécessiter l'installation de tels systèmes, le soufre des carburants pourrait peser lourd sur leur efficacité. Les normes EURO5 qui sembleraient vouloir limiter à 2.0 g/kWh les émissions de NOx des gros diesels à partir de 2008 requerront des systèmes de ce genre.

Plusieurs systèmes ont été étudiés. La **décomposition catalytique**, c'est-à-dire la réduction de NO pendant son passage dans un catalyseur dans lequel le cuivre est remplacé par de la zéolite, a paru prometteuse au départ, mais elle s'est révélée difficile à réaliser dans la pratique et extrêmement sensible aux attaques du soufre. Les **catalyseurs destructeurs de NOx** sont soit des systèmes passifs qui mobilisent les agents réducteurs, en règle générale des hydrocarbures, présents dans les gaz d'échappement, soit des systèmes actifs qui injectent des hydrocarbures, en fait souvent du gazole, dans les gaz d'échappement. Ces systèmes créent dans le capitonnage catalytique un "microclimat" riche en hydrocarbures tel que les hydrocarbures présents ou injectés dans les gaz d'échappement

transforment par réduction les oxydes d'azote en azote, le gros du flux d'échappement restant par ailleurs pauvre. Ces systèmes sont sensibles au soufre et les tests de laboratoire montrent que le taux d'élimination des NOx revient de 26 à 14 % dans le nouveau cycle d'essais européen quand le carburant passe de 6 à 49 ppm¹⁰. Leur capacité relativement faible d'élimination des NOx ne les rend guère utilisables sauf sur les petites voitures particulières.

La **réduction catalytique sélective** avec injection d'ammonium ou d'urée s'utilise depuis 20 ans dans les installations fixes telles que les centrales électriques et pourra équiper les camions de plusieurs constructeurs européens à partir de 2001. Ce procédé permet la réduction de NOx en azote dans le milieu oxydant des gaz d'échappement diesel parce que la réduction catalytique des NOx par l'ammonium prend le pas sur l'oxydation de cet ammonium par l'oxygène. Les systèmes de réduction catalytique sélective fonctionnent suffisamment bien avec du gazole à 50 ppm, mais moins bien qu'avec du gazole désulfuré, pour assurer la conformité aux normes EURO4 d'émission du NOx. Ils devraient également satisfaire à la future norme EURO5 avec du carburant à 50 ppm.

La diminution des émissions de NOx pourrait aussi passer par une adaptation des **systèmes catalytiques à adsorption** mis au point pour les moteurs à essence fonctionnant avec du mélange pauvre. Les systèmes catalytiques à adsorption de NOx adaptés aux moteurs diesels sont extrêmement sensibles au soufre en ce sens que le SO₂ produit par la combustion l'emporte sur les NOx dans l'investissement des sites de stockage des catalyseurs. L'efficacité de ces systèmes est fortement mise à mal dès que la teneur en soufre dépasse 10 ppm.

Bilan des avantages présentés par les carburants sans soufre

En résumé, les carburants dont la teneur en soufre est inférieure à 10 ppm ont pour avantage :

- De réduire immédiatement les émissions de NOx, de HC, de CO produites par tout le parc automobile.
- De diminuer les émissions de particules des véhicules diesels.
- D'améliorer le fonctionnement des filtres à particules sur les moteurs diesels.
- D'ouvrir la voie à la réduction des émissions de CO₂ produites par les moteurs à essence à injection directe.
- De ramener à zéro ou presque les émissions de dioxyde de soufre.
- De réduire les émissions toxiques dans l'atmosphère.

3. DISPONIBILITE ACTUELLE DES CARBURANTS A BASSE TENEUR EN SOUFRE

Essence

L'essence sans soufre (10 ppm) se trouve aujourd'hui (mars 2001) dans certaines stations Shell, BP-Amoco, Total-Fina-Elf et Aral en Allemagne, en Scandinavie et en France ainsi que dans certaines stations Shell du Royaume-Uni.

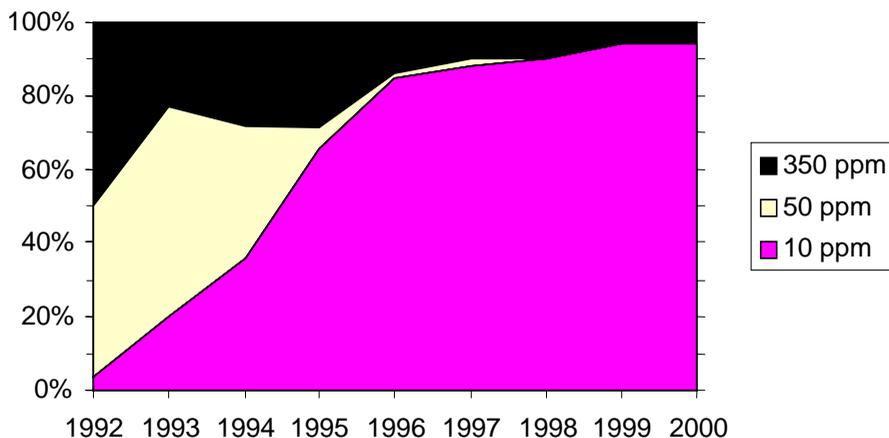
Début 2001, l'essence à basse teneur en soufre (50 ppm) représentait déjà 46 % des ventes d'Euro Super 95 octanes en Allemagne. Elle est vendue dans les stations BP-Amoco d'une grande partie de la Suisse et dans quelques stations BP-Amoco du Royaume-Uni (notamment le long de la M25, le périphérique de Londres). L'essence à basse teneur en soufre est distribuée en Suède depuis janvier 2000 en application d'un accord conclu avec les raffineries.

Gazole

Le gazole désulfuré (< 10 ppm) a bénéficié d'une incitation fiscale en Suède depuis le 1 janvier 1991. Destiné au départ à être utilisé dans les agglomérations urbaines, il avait conquis 94 % du marché national en 1999. Le raffineur finlandais Neste/Fortum produit 0.6 million de tonnes par an de gazole désulfuré, dont 80 % sont exportés vers la Suède. En Suisse, le carburant Greenergy (< 10 ppm) est produit par Agrola et le carburant Greenlife (< 30 ppm) est vendu par Migrol. Les parts de marché détenues par ces deux producteurs sont réduites. BP fournit du gazole désulfuré pour les transports en commun et l'armée suisse.

Le gazole à basse teneur en soufre (50 ppm) représente actuellement 100 % du marché au Danemark et en Finlande et une large part des ventes en Norvège. Il est distribué dans tout le Royaume-Uni ainsi que dans certaines stations-service de France, d'Allemagne, de Suisse et de quelques autres pays européens. En Suède, le gazole à basse teneur en soufre représentait la moitié des ventes de gazole en 1993 mais a complètement été supplanté par le carburant sans soufre à partir de 1995.

Figure 8. Pénétration du marché du gazole désulfuré et à basse teneur en soufre en Suède



Source : Ministère suédois de l'industrie.

4. COUTS ET BILAN CO₂

Coûts de l'adaptation des carburants aux normes applicables en 2005

Concawe a utilisé un modèle détaillé pour estimer ce que coûtera aux raffineries d'Europe occidentale la production d'essence et de gazole conformes à la norme européenne de 2005 (50 ppm de soufre) pour remplacer les carburants répondant aux spécifications de la norme 2000 (150 ppm pour l'essence et 350 ppm pour le gazole). L'organisation a inclus dans ses calculs les dépenses entraînées par l'adaptation de la teneur de l'essence en aromatiques aux normes de 2005. CONCAWE estime la valeur nette actuelle du coût de l'opération à 6.5 milliards d'euros (dont 3.5 pour le seul soufre) pour l'essence et à 3 milliards d'euros (entièrement imputables au soufre) pour le gazole¹¹. Les coûts varient considérablement selon les raffineries.

Au Royaume-Uni, l'essence à très basse teneur en soufre (< 50 ppm) se vendait au même prix, ou 2 p au litre plus cher au maximum, que l'essence ordinaire en septembre 2000. Etant donné qu'elle bénéficiait d'un abattement fiscal de 1 p par litre, il est permis de penser que le nouveau carburant coûte de 1 à 3 p (0.015 à 0.050 euro) de plus par litre à produire et à distribuer si, comme les sociétés pétrolières l'affirment, la rentabilité de l'investissement représenté par la désulfuration des carburants est nulle.

Les associations de l'industrie pétrolière américaine (National Petrochemical Refiners Association et Petroleum Marketers Association of America) estiment qu'il en coûtera de 5 à 6 milliards de dollars pour ramener la teneur en soufre du gazole à 50 ppm et que cela fera augmenter son prix de 5 cents par gallon (0.015 euro par litre). Des calculs australiens¹² chiffrent à 1.5 cent

(0.009 euro) par litre l'augmentation des coûts entraînée par la réduction de la teneur en soufre du gazole des 500 ppm actuellement atteints en moyenne dans le pays à 50 ppm. Il n'est pas aisé de transposer à l'Europe ces estimations américaines et australiennes, mais elles sont citées à titre indicatif.

Coûts de production des carburants désulfurés

Les associations de raffineurs d'Europe et des Etats-Unis prétendent que les surcoûts entraînés par la désulfuration des carburants enlèvent toute rentabilité à leur commercialisation et que la réduction des émissions de CO₂ imputables aux véhicules permise par ces investissements pourrait se réaliser à moindre coût par le canal d'investissements effectués dans d'autres secteurs de l'économie.

En septembre 2000, Shell vendait pourtant de l'essence sans soufre (< 10 ppm) non subventionnée dans 640 stations allemandes à 4 pfennigs (0.002 euro) de plus par litre que l'essence ordinaire.

Concawe et Europaia affirment, dans leurs réponses au questionnaire de la Commission européenne, que la production des carburants à 10 ppm entraînera un surcoût, à l'échelle de l'Union européenne, de quelque 11.5 milliards d'euros (4.8 milliards pour l'essence et 6.7 milliards pour le gazole).

La National Petrochemical Refiners Association et la Petroleum Marketers Association of America estiment que le prix du gazole devrait augmenter de 10 cents par gallon (0.030 euro par litre) si la teneur en soufre devait être ramenée aux 15 ppm proposés par l'EPA. L'American Petroleum Institute affirme quant à lui que l'abaissement du plafond à 15 ppm ferait augmenter les coûts de 15 cents par gallon (0.045 euro par litre). Ces chiffres ont été jugés très pessimistes par un consultant indépendant¹⁵ qui estime le surcoût à 8 cents par gallon (0.024 euro par litre).

AEA Technology a fait, en décembre 2000, une synthèse des informations fournies à la Commission européenne en réponse à son questionnaire sur la contribution des carburants désulfurés à la réduction des émissions de CO₂ et d'autres gaz. Le consultant y conclut que le carburant de 5 à 10 ppm coûte plus cher à produire que le carburant à 50 ppm et que l'écart oscille, selon les raffineries, entre 0.001 et 0.043 euro par litre d'essence et 0.002 et 0.043 euro par litre de gazole. Les données recueillies par la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne en réponse à son questionnaire sont rassemblées dans le tableau ci-après.

Tableau 63. Surcoûts entraînés par la production d'essence et de gazole à 30 et 5-10 ppm
(en eurocents par litre)

Source	Essence		Gazole	
	30 ppm	5-10 ppm	30 ppm	5-10 ppm
Irish Government for the Irish Republic	néant	néant	0.010 - 0.012	0.028 - 0.038
EUROPIA/CONCAWE pour UE 15 ^(a+b)	0.0011	0.0035	0.0020	0.0056
Ford pour UE 15		0.0026		0.0040
République fédérale d'Allemagne ^(c)		0.0008 - 0.0015		0.0018 - 0.0026
Gouvernement néerlandais pour les Pays-Bas		0.0018		0.0067
UKPIA ^(d)		0.043		0.043

a. Calculs effectués sur la base d'une durée de vie de 15 ans des installations et d'un taux d'actualisation de 7 %.

b. Les coûts par litres ont été calculés sur la base des consommations d'essence et de gazole enregistrés dans l'Union des 15 en 1995.

c. Les calculs reposent sur les seuls coûts du raffinage en Allemagne. La RFA signale que la prise en compte des coûts des services logistiques / de la distribution pourrait faire augmenter ces chiffres très nettement dans certains scénarios.

d. Les calculs se fondent sur des données relatives à la production britannique d'essence et de gazole rassemblées par UKPIA.

La Commission européenne a également demandé à Purvin & Gertz d'étudier l'impact des carburants désulfurés sur les raffineries européennes. Purvin & Gertz ont estimé que la désulfuration ajoutait de 0.001 à 0.003 Euro au coût d'un litre d'essence et de 0.003 à 0.009 euro à celui d'un litre de gazole.

La variance des estimations procède des hypothèses émises en matière de rythme d'amélioration des techniques de raffinage. Les progrès accomplis dans la mise au point des catalyseurs utilisables pour désulfurer le pétrole revêtent dans ce contexte une importance déterminante. Les fabricants de catalyseurs qui ont répondu au questionnaire de la Commission européenne affirment que les progrès accomplis dans ce domaine ont été rapides et que la recherche se porte maintenant sur les catalyseurs qui permettront d'éliminer les dernières traces de soufre. Akzo Nobel a installé des systèmes catalytiques perfectionnés dans plusieurs raffineries, qui permettent de produire des carburants sans soufre en Ecosse et en Allemagne. La société a donné à entendre que les coûts seraient inférieurs à ceux communiqués à la Commission pour la plupart des raffineries. De plus, les nouveaux catalyseurs éliminent le soufre en modifiant dans une moindre mesure les autres spécifications des carburants, comme l'indice d'octane.

Le coût de production des carburants à basse teneur en soufre varie très fort d'une raffinerie à l'autre en fonction de la configuration des installations existantes. Cet état de fait peut donner lieu à des problèmes de concurrence et d'aides publiques de compensation dans les Etats membres, pour l'essentiel méridionaux, de l'Union européenne qui abritent les raffineries dont les coûts sont les plus élevés. Beaucoup de raffineries d'Europe méridionale transforment du brut à haute teneur en soufre. Ceci pourrait également poser problème dans les pays d'Europe centrale et orientale où les raffineries

reçoivent par oléoduc du brut russe sulfuré et ne peuvent pas importer d'autres bruts par mer. De façon plus générale, les raffineries d'Europe centrale et orientale ne supportent pas des coûts beaucoup plus élevés que celles de l'UE, car de grands programmes de rénovation ont été entrepris dans les années 1990.

Le calendrier d'entrée en vigueur des normes limitant la teneur en soufre ou des mesures d'incitation pourrait avoir des répercussions profondes sur les coûts parce qu'il conditionne la capacité des raffineurs à faire coïncider l'adaptation de leurs installations avec leurs mises à l'arrêt régulières pour entretien et à coordonner les investissements destinés à la production des carburants désulfurés avec ceux nécessaires pour respecter les normes de 50 ppm qui entreront en vigueur en 2005 ainsi que d'autres spécifications. Les coûts du passage aux carburants désulfurés seraient réduits si un délai était fixé rapidement pour la production de ce type de carburant (sans toutefois forcément fixer un délai court), avant que toutes les raffineries ne se lancent dans les investissements nécessaires pour respecter les spécifications applicables à partir de 2005. De son côté, Concawe estime qu'une transition trop courte pourrait enlever 10 à 20 % de la capacité de production. Un délai plus long permettrait d'éviter ce problème. Dans ses premières réponses au questionnaire de la Commission européenne, le gouvernement britannique a donné à entendre qu'il serait bien d'attendre les dernières années de la décennie pour ramener la limite à 10 ppm. Les dernières évolutions donnent à penser qu'une grande partie du marché disposera de carburants désulfurés dès le milieu de la décennie, du moins en Europe du Nord.

Bilan CO₂

La production de carburants sans soufre augmente les émissions de CO₂ des raffineries. Selon Akzo Nobel, la modification de la teneur en soufre de 50 ppm à 10 ppm induira une augmentation de la demande d'hydrogène qui, associée à un traitement plus exigeant, provoquera des émissions supplémentaires de l'ordre de 5 à 10 %. Cependant, une partie de l'hydrogène supplémentaire et l'énergie qu'il représente aboutissent dans le carburant, augmentant le ratio hydrogène/carbone et réduisant les émissions de CO₂ sur la route. Des études réalisées sur l'essence donnent à penser que les deux effets s'annulent mutuellement.

Les modifications d'autres spécifications des carburants sont plus importantes que les spécifications du soufre pour la détermination des émissions de CO₂¹⁴. Les modifications des spécifications des oléfines dans le gazole, de la densité ou des aromatiques dans ce même carburant, du point de distillation 95 %, imposées par les normes EURO3 et EURO4 sont particulièrement importantes. Il est essentiel que tout changement ultérieur de ces spécifications soit lié à l'application de toute nouvelle norme relative au soufre et se fasse de façon coordonnée. Pour satisfaire à chacune des spécifications, il est possible d'opter pour différents modes de traitement des carburants (choix du catalyseur, pression, durée de réaction, etc.) impliquant des interactions qui peuvent avoir des répercussions considérables sur les émissions globales de CO₂. Les catalyseurs à soufre les plus récents sont très sélectifs et ont un impact beaucoup plus limité sur les autres composants et spécifications des carburants.

Concawe estime que l'abaissement de la teneur en soufre de l'essence de 150 à 50 ppm n'augmente les émissions de CO₂ des raffineries que de 3.3 millions de tonnes par an. La diminution de la teneur en aromatiques jusqu'aux niveaux requis par les normes de 2005 en utilisant de l'oxyde de méthyle et de tert-butyle produit à partir de GPL ou de gaz naturel ramènerait cette augmentation du volume des émissions à 2.5 millions de tonnes par an (la production d'oxyde de méthyle et de tert-butyl génère moins de dioxyde de carbone que l'essence qu'il remplace). La réduction de la teneur en soufre du gazole de 350 à 50 ppm entraîne une modeste augmentation de 3 millions de tonnes de CO₂

par an. Ce chiffre doit être mis en relation avec les quelque 115 millions de tonnes émis par les raffineries de l'UE en 1997 et avec les 700 millions de tonnes de CO₂ que le transport routier a produit, et enfin avec les engagements pris par l'ACEA en matière de réduction des émissions de CO₂, une réduction qui, d'après les calculs de la Commission européenne, devrait atteindre 85 millions de tonnes par an en 2010.

La synthèse des informations fournies à la Commission européenne en réponse à son questionnaire sur l'intérêt des carburants désulfurés fait observer qu'il a été estimé que l'abaissement de la teneur en soufre de 50 à 10 ppm fait augmenter les émissions de CO₂ produites par les raffineries de 0.5 à 78 kt par million de tonnes de carburant produites. Evoquant une étude exploratoire où les émissions de CO₂ étaient chiffrées à 45 kt en moyenne par million de tonnes de carburant désulfuré produites, les auteurs du rapport de synthèse estiment que les moteurs à injection directe en mélange pauvre équipés de pièges à NOx devraient conquérir plus de 50 pour cent du marché des véhicules à essence pour que la désulfuration de l'essence aboutisse à une diminution nette des émissions de CO₂, mais aussi que la désulfuration pourrait devenir rentable en termes de CO₂ à un taux de pénétration du marché moins élevé si les émissions des raffineries étaient moindres. Les calculs sont plus difficiles pour les moteurs diesels parce qu'on ne sait pas quels types de véhicules devront être équipés de systèmes avancés d'élimination des NOx des gaz d'échappement et/ou de filtres à particules pour répondre aux normes existantes ou à celles qui pourraient être adoptées à l'avenir.

Dans sa réponse au questionnaire de la Commission européenne, CONCAWE affirme que *"l'avantage constitué par la réduction des émissions de gaz à effet de serre induite par l'amélioration du fonctionnement des systèmes de post-traitement due à la baisse de la teneur en soufre est du même ordre de grandeur que le désavantage enregistré au stade de la production. Le bilan dépend du rythme d'introduction et de la part de marché finale des technologies sensibles au soufre, mais pourrait fort bien rester négatif pendant de nombreuses années"*.

Trois experts indépendants chargés d'analyser les informations recueillies par la Commission européenne en réponse à son questionnaire ont estimé que le bilan des émissions de CO₂ sera positif dès que les carburants sans soufre et les nouvelles technologies automobiles se seront généralisés. Ils écrivent à ce sujet qu'*à long terme (soit probablement moins de dix ans après son introduction), quand la majorité des véhicules en circulation seront parfaitement adaptés au carburant à teneur en soufre quasi nulle, toutes les informations disponibles portent à croire que ce carburant permettra de ramener les émissions de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, hémioxyde d'azote et méthane) des véhicules (et des raffineries) à un niveau net inférieur à celui des émissions imputables aux carburants à 50 ppm de soufre.*

Les avancées récentes décrites ci-dessus dans la mise au point de catalyseurs commerciaux et de méthodes de raffinage donnent à penser que les réductions nettes des émissions de CO₂ peuvent être atteintes plus vite que prévu.

5. MESURES EN FAVEUR DE LA DISTRIBUTION DE CARBURANT A BASSE TENEUR EN SOUFRE

Essence

La directive 98/70/CE de l'Union européenne limitera la teneur en soufre de l'essence et du gazole à 50 ppm à compter de janvier 2005. Plusieurs Etats ont déjà pris ou envisagent de prendre des mesures d'ordre fiscal pour promouvoir les carburants à basse teneur en soufre. Pour amener sur le marché de l'essence qui répond à la norme EURO4 avant 2005, le Royaume-Uni a prévu une intervention de 0.017 euro par litre à partir d'octobre 2000 qu'il fera passer à 0.045 euro en avril 2001. La Belgique offre une aide fiscale de 0.02 euro par litre d'essence depuis le 1^{er} janvier 2001, les Pays-Bas en offrent une de 0.039 euro depuis janvier 2001 et l'Allemagne a programmé une taxe de 0.015 euro sur l'essence à plus de 50 ppm pour novembre 2001.

BP-Amoco vend de l'essence à basse teneur en soufre (< 50 ppm) dans toute la Suisse. BP-Amoco, Shell, Total-Fina-Elf et Aral distribuent déjà de l'essence désulfurée (< 10 ppm) dans certaines stations de France, d'Allemagne, de Scandinavie et du Royaume-Uni. En Finlande, Neste/Fortum envisage de commercialiser de l'essence sans soufre à partir de 2002.

L'Allemagne envisage de faire bénéficier l'essence sans soufre, et non plus l'essence à basse teneur en soufre, d'une aide fiscale à partir de janvier 2003 en majorant les taxes prélevées sur les autres carburants dont la teneur en soufre dépasse 10 ppm. Cette initiative a été approuvée par les autorités européennes (Communication COM (2000) 397 final de la Commission au Conseil du 27 juin 2000, avalisée par le Conseil Ecofin de février 2001). Le Parlement suisse est en train d'examiner les aides fiscales à l'essence à basse teneur en soufre ou sans soufre, qui, si elles sont adoptées, n'entreront en vigueur qu'en 2003.

Gazole

Le "gazole urbain" sans soufre (10 ppm) a commencé à pénétrer le marché des carburants en Suède en 1991, grâce à une incitation fiscale de SEK 0.35 (euro 0.039 par litre au taux de conversion de début 2001) en fonction d'une catégorisation environnementale des carburants dans le cadre d'une campagne de lutte contre la pollution de l'air en ville et contre les pluies acides. Le niveau de l'aide a été déterminé en fonction des coûts estimés de production du carburant désulfuré. Entre-temps cette prime a été augmentée en fonction des changements intervenus dans d'autres spécifications des carburants (pour le ramener à SEK 0.45 par litre en 1992) et des évolutions dans l'ensemble des taxes environnementales frappant les carburants (SEK 0.54 par litre en 1993). Le dernier ajustement date de janvier 2001, ramenant l'écart entre les taxes frappant le gazole de catégorie environnementale 1 (10 ppm de soufre) et 3 (350 ppm) à SEK 0.527 par litre (euro 0.057 par litre).

Le gazole à basse teneur en soufre bénéficie d'une incitation fiscale (SEK 0.3 par litre), bien que ce type de carburant ne représente plus un marché important, puisque le gazole à 10 ppm de soufre, qui bénéficie d'une prime plus attractive, couvre 94 % du total des ventes.

Les autres pays nordiques recourent à des aides moins généreuses pour promouvoir le gazole à 50 ppm (Euro 0.025 par litre). La Finlande a pris des mesures d'incitation en 1993 et le Danemark a

suivi en 1999. Le gazole à basse teneur en soufre représente actuellement 100 % du marché dans ces deux pays.

Le Royaume-Uni fait bénéficier, depuis mars 1999, le gazole à 50 ppm de soufre d'une aide de 0.05 euro par litre, qui devrait être majorée de 0.045 euro en avril 2001. La Belgique entend détaxer le gazole à hauteur de 0.02 euro par litre à dater d'octobre 2001 et les Pays-Bas le font pour le gazole à 50 ppm à hauteur de 0.039 depuis janvier 2001. L'Allemagne prévoit d'accorder au gazole à basse teneur en soufre, à partir de novembre 2001, une aide équivalente à celle dont l'essence bénéficie (0.015 euro par litre) en augmentant la fiscalité sur le gazole à plus de 50 ppm. Elle envisage d'appliquer cette mesure fiscale au gazole de plus de 10 ppm de soufre à compter de janvier 2003 (cette mesure a été approuvée par la Communication COM (2000) 397 final de la Commission au Conseil du 27 juin 2000 et entérinée par le Conseil Ecofin en février 2001).

La Suisse applique les règlements CE relatifs aux normes fixées pour la teneur en soufre dans les carburants. Le Parlement suisse est en train d'examiner les aides fiscales à le gazole à basse teneur en soufre ou sans soufre, qui, si elles sont adoptées, n'entreront en vigueur qu'en 2003. Le gazole à basse teneur en soufre et sans soufre a déjà conquis une petite part du marché.

Des incitations pour réduire le niveau de soufre dans le gazole existaient déjà en 1993 en Pologne. A cette époque, elles s'appliquaient à une gamme de taux maximales en soufre allant de 1 000 ppm à 3 000 ppm. Depuis, les taux d'incitation ont été augmentés à plusieurs reprises et les barèmes de concentration en soufre ramenés vers le bas. Les modifications les plus récentes ont eu lieu le 1^{er} janvier 2001. Désormais des incitations s'appliquent aux carburants ayant des teneurs en soufre maximales de 50 ppm, 50 à 500 ppm et 500 à 2 000 ppm.

En dehors de l'Europe, Hong Kong soutient depuis juillet 2000, par l'octroi d'une aide généreuse (0.126 euro par litre), la substitution du gazole à 50 ppm au gazole à 500 ppm et l'Australie usera bientôt de moyens fiscaux pour faire descendre la teneur en soufre de son gazole sous la barre des 1 300 ppm qu'elle atteint aujourd'hui en moyenne. Aux Etats-Unis, l'Environmental Protection Agency (Agence pour la protection de l'environnement) a décidé en décembre 2000, de ramener la teneur maximale en soufre du gazole de ses 500 ppm actuels à 15 ppm à dater du 1^{er} juillet 2006. Un cinquième de la production pourra échapper à la norme dans un premier temps, mais son respect devra être total à partir de 2010. L'Environmental Protection Agency a la conviction que plus de 90 pour cent du gazole sera conforme à la norme dès la mi-2006. L'objectif premier de cette mesure est de réduire les émissions de particules.

Evolution future

Les consultations lancées en 2000 pour recueillir des informations sur les avantages des carburants sans soufre par la Direction générale de l'environnement de l'Union européenne ont été suivies d'une audition en février 2001 où la Commission a envisagé la possibilité de mettre des carburants désulfurés sur le marché en deux étapes comme suit :

Tableau 64. **Délais fixés pour atteindre les taux minimaux de pénétration sur le marché des carburants à <10 ppm**

	2007	2011
Essence	10 %	100 %
Gazole	10 %	25 %

Dans plusieurs pays européens, les objectifs proposés pour 2007 sont déjà dépassés et il est probable que la plupart des marchés évoluent plus rapidement que ne le prévoit le calendrier.

L'audition a été suivie en mai 2001 par une proposition de la Commission d'une *Directive sur la qualité des carburants essence et gazole modifiant la Directive 98/70/EC [COM(2001)241]*. Cette directive suggère de mandater l'introduction de carburants essence et gazole désulfurés au plus tard pour le 1er janvier 2005 dans tous les pays de l'Union européenne, coïncidant avec l'entrée en force des limites d'émissions EURO4. Il est également suggéré que tous les carburants essence et gazole devraient être désulfurés à partir du 1er janvier 2011. Cette proposition envisage un examen du calendrier en ce qui concerne le gazole afin d'assurer la limitation des émissions de CO₂ tout en permettant de contenir les coûts de raffinage et de distribution.

Table 65. **Proposition de la Directive COM(2001)241**

	Introduction dans les pays de l'UE de carburants à teneur en soufre < 10 ppm	Fin de la vente de carburants à teneur en soufre > 10 ppm
Essence	2005	2011
Gazole	2005	2011 sujet à modification

Des objectifs comme ceux initialement proposés par la Commission européenne pourraient s'avérer être le mieux adapté aux pays dans lesquels les coûts de raffinage des carburants sans soufre seront les plus élevés, c'est-à-dire la Turquie, la Russie et plusieurs des membres les plus récents de la CEMT. Etant donné que les systèmes de réduction des émissions montés sur les véhicules conçus pour être mus avec des carburants désulfurés peuvent être endommagés s'ils consomment de l'essence ou du gazole à plus haute teneur en soufre, il est essentiel que les nouveaux carburants soient disponibles sur tout le continent, de manière que les camions les plus propres puissent être utilisés pour le commerce international et que les conducteurs des voitures particulières puissent trouver de l'essence ou du gazole qui n'endommage pas leurs véhicules lorsqu'ils traversent les frontières.

6. RESUMES ET CONCLUSIONS

Effets de la présence de soufre dans les carburants

Le soufre présent dans les carburants affecte les performances et la durabilité de nombreux dispositifs de traitement des gaz d'échappement et systèmes embarqués de diagnostic montés sur les véhicules à essence ou diesels, qu'il s'agisse de voitures ou de camions. L'abaissement de la teneur en soufre contribue à réduire les émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures, de particules et de monoxyde de carbone produites par tous les véhicules. Les émissions de particules ultra-fines et en particulier de benzène, préoccupantes pour la santé, sont étroitement liées à la teneur en soufre des carburants.

Grâce au carburant désulfuré, les nouveaux modèles pourront respecter les normes d'émission futures. L'utilisation d'essence désulfurée permettra aux futures voitures à essence de réduire considérablement les émissions de CO₂ sans dépasser les limites fixées par la norme EURO4 d'émission de NOx qui entrera en vigueur en 2005. Avec le gazole sans soufre, les utilitaires lourds verront s'améliorer leurs perspectives de satisfaire aux normes EURO4 d'émissions de particules à partir de 2005 et de ne pas dépasser les limites qui pourraient être fixées par la norme EURO5 d'émissions de NOx à partir de 2008. Quant aux utilitaires légers et aux grosses voitures particulières à moteur diesel, le gazole sans soufre leur permettra de satisfaire aux normes EURO4 d'émissions de particules et de NOx.

Emissions de CO₂ et NOx des voitures à essence

L'engagement pris par l'ACEA envers la Commission européenne de réduire les émissions de CO₂ des voitures particulières¹⁵ postule une large disponibilité de carburants appropriés. Les membres de l'ACEA entendent commercialiser des moteurs à essence à injection directe de mélange pauvre dont l'efficacité énergétique sera comparable à celle des meilleurs moteurs diesels dans le cadre de leur stratégie de réduction des émissions de CO₂. Le système d'échappement de ce type de moteur est différent du système traditionnel. La teneur en oxygène des gazes d'échappement est beaucoup plus élevée et donc les convertisseurs catalytiques à trois voies classiques ne parviennent pas à réduire les émissions des NOx. La réduction des NOx requiert des catalyseurs plus sophistiqués très sensibles à la présence de soufre.

Une version perfectionnée des catalyseurs à NOx utilisés au Japon depuis 1996 pourrait en théorie satisfaire à la norme EURO4 avec de l'essence EURO4 (teneur en soufre de 50 ppm), mais les tests effectués sur route donnent à penser qu'il faudrait en Europe, où les vitesses moyennes sont plus élevées, une essence à moins de 10 ppm de soufre. Même si ces catalyseurs sont à même de satisfaire aux normes fixées pour les NOx, l'utilisation de carburant à plus de 10 ppm de soufre entraînera une augmentation de la consommation en raison de la nécessité de régénérer plus fréquemment le catalyseur pour éliminer le soufre, réduisant ainsi partiellement ou à néant les efforts de réduction des émissions de CO₂ par l'utilisation de moteurs à injection directe en mélange pauvre.

Une multitude de systèmes permettent aujourd'hui de réduire les émissions des principaux polluants automobiles en associant des dispositifs de gestion électronique des moteurs à divers filtres et/ou catalyseurs. Des configurations différentes peuvent donner des résultats équivalents et le progrès technique ouvre des perspectives nouvelles. Les constructeurs automobiles ont pour souci premier de

trouver des systèmes durables et pas trop coûteux qui occupent peu de place dans leurs véhicules. La diversité actuelle des techniques de réduction des émissions semble autoriser à conclure que les problèmes de sensibilité au soufre pourraient enfin être résolus. Cependant, il ne semble pas qu'une solution sera trouvée dans les délais requis par les dispositions communautaires relatives aux émissions actuellement en vigueur et par l'engagement souscrit par l'ACEA en matière CO₂. Le perfectionnement des systèmes catalytiques de stockage des NOx (c'est-à-dire à la fois des catalyseurs utilisés et des systèmes de gestion des moteurs) et l'utilisation de pièges à soufre combinés à des pièges à NOx font l'objet de recherches destinées à améliorer l'élimination des NOx avec des carburants à 10 ppm. Les membres de l'ACEA pensent toutefois qu'il est improbable que les systèmes de stockage des NOx puissent résister à des niveaux plus élevés de soufre et l'AECC, Association européenne des fabricants de catalyseurs, a répondu dans le même sens aux consultations organisées par la Commission européenne. Cela est dû aux propriétés chimiques similaires du soufre et des oxydes d'azote, les oxydes de soufre l'emportant toujours sur les NOx dans l'investissement des sites de stockage des catalyseurs.

Emissions de CO₂ produites par le raffinage

Les raffineries utilisent diverses techniques de désulfuration des carburants, certaines nécessitant la production d'hydrogène, augmentant la demande d'énergie et donc les émissions de CO₂. De nouveaux processus de catalyse moins énergivores permettant de désulfurer les carburants sont en cours de développement et sont déjà installés dans plusieurs raffineries¹⁶. Les raffineries qui fabriquent des carburants sans soufre tout en modifiant d'autres paramètres de manière à satisfaire aux normes EURO3 et EURO4 produisent des émissions supplémentaires de CO₂, qui pourraient compromettre les réductions d'émissions visées par l'ACEA. Toutefois, des méthodes de raffinage sophistiquées limitent l'augmentation de CO₂ à 5-10 % au plus et certaines études annoncent un impact net nul. De plus, un équilibre raisonnable entre l'offre d'essence désulfurée et la demande de cette essence pour les moteurs à injection directe en mélange pauvre limiterait l'impact du bilan global des émissions de CO₂¹⁷. D'après les conclusions des consultations de la CE, il est probable que lorsque 50 % environ des véhicules vendus seront équipés d'un moteur fonctionnant avec le nouveau carburant, les émissions de CO₂ seront considérablement réduites. Le coût financier d'une réduction de la teneur en soufre de l'essence à 10 ppm pourrait être comparable à ce qu'aura coûté la réduction de la teneur en soufre du niveau fixé par les normes communautaires pour l'an 2000 jusqu'à celui de 2005 et pourrait être moindre, en particulier si les investissements nécessaires pour satisfaire aux deux niveaux de spécifications peuvent être coordonnés.

Emissions de particules et de NOx des véhicules diesel

Les niveaux auxquels la norme EURO4 limite les émissions de particules à partir de 2005 requièrent le montage de filtres à particules sur les gros moteurs diesels et peut-être aussi les utilitaires légers et les grosses voitures particulières. Ces filtres fonctionnent mieux avec du carburant sans soufre. Certains systèmes de filtrage ne peuvent satisfaire à la norme EURO4 qu'avec des carburants contenant moins de 10 ppm de soufre, tandis que d'autres y arrivent avec 50 ppm, sauf à basse température. Il faudrait sans doute ramener la limite à 10 ppm pour que tous les véhicules puissent satisfaire à la norme EURO4 dans toutes les conditions d'exploitation.¹⁸ Même si les systèmes de filtrage conçus pour du carburant à catalyseur incorporé peuvent fonctionner avec un diesel à 50 ppm, une concentration de soufre à ce niveau fait augmenter considérablement la consommation. Le diesel semblerait devoir être limité à 10 ppm pour optimiser le fonctionnement des filtres à particules.

Les gros moteurs diesels peuvent satisfaire à la norme EURO4 d'émission de NOx de 2005 avec le gazole à 50 ppm, mais pour répondre aux normes qui devraient entrer en vigueur en 2008, il se pourrait que les gros diesels doivent être équipés de systèmes de traitement des gaz d'échappement sophistiqués qui sont sensibles au soufre. Les petites voitures particulières à moteur diesel échapperont probablement à la nécessité d'être équipé d'un système de post-traitement des gazes d'échappement sophistiqué pour satisfaire aux normes EURO4 d'émission de NOx, tandis que des catalyseurs à NOx perfectionnés devront sans doute être installés sur les plus grosses voitures et les utilitaires légers à moteur diesel. L'utilisation de carburants à 10 ppm devrait donc permettre de respecter les niveaux d'émission futurs de NOx.

Promotion des carburants à 50 ppm de soufre

Plusieurs pays ont pris ou envisagent de prendre des mesures d'ordre fiscal pour promouvoir les carburants satisfaisant à la norme EURO4 avant l'échéance de 2005 (voir tableau de synthèse joint à la fin du rapport). Au Danemark, en Finlande, en Norvège et en Pologne des mesures ont été prises pour le gazole, tandis que le Royaume-Uni et les Pays-Bas accordent des incitations pour l'essence et le gazole. En Belgique, l'essence bénéficie déjà d'une mesure et une autre en faveur du gazole est prévue à partir d'octobre 2001. L'Allemagne envisage une augmentation des taxes sur les carburants à teneur plus élevée en soufre à partir de novembre 2001. L'essence à 50 ppm, qui bénéficie d'une légère incitation fiscale, est disponible en Suède depuis janvier 2000 en application d'un accord conclu avec les raffineurs. Une réduction des taxes a été accordée pour le gazole à basse teneur en soufre en Suède, bien que ce type de carburant ne soit plus demandé, puisque le gazole à 10 ppm, bénéficiant d'une incitation fiscale plus importante, représente déjà 94 % des ventes totales. Des incitations pour promouvoir la distribution de gazole à 50 ppm de soufre existent également en Norvège et en Pologne.

Dans les pays où ils ont été appliqués, des allègements de 0.015 à 0.045 euro par litre ont suffi pour couvrir ce qu'il en coûte aux raffineries de se conformer à la norme de 50 ppm et de livrer les carburants nouveaux aux stations-service sans faire passer son prix à la pompe à un niveau supérieur à celui des carburants ordinaires, du moins dans les pays du Nord de l'Europe où des mesures d'incitation ont été élaborées. Ils pourraient en revanche ne pas suffire pour le ramener à un niveau inférieur à celui des carburants ordinaires là où les deux types de carburant sont offerts à la vente. Le surcoût de production des carburants à basse teneur en soufre varie considérablement d'une raffinerie à l'autre. Les installations plus anciennes et moins sophistiquées devront supporter des coûts plus élevés et la teneur en soufre du pétrole brut qu'une raffinerie est appelée à traiter a aussi une influence sur les coûts. Les raffineries confrontées aux coûts les plus élevés sont principalement situées dans le bassin méditerranéen. Bien qu'il leur en coûte davantage pour satisfaire aux normes EURO4, les investissements supplémentaires qu'elles doivent consentir pour produire des carburants à 10 ppm sont limités et pas forcément plus importants que dans les autres raffineries.

L'importance des allègements fiscaux nécessaires pour promouvoir les carburants à basse teneur en soufre varie d'un pays à l'autre en fonction des coûts. Ces mesures favoriseront d'autant plus la diffusion de ce type de carburant si elles permettent de réduire le prix à la pompe des carburants à basse teneur en soufre par rapport aux carburants classiques. Chaque Etat doit examiner en détail l'importance des mesures d'incitation à prendre et veiller à ce qu'elles soient répercutées au consommateur dans la mesure où elles dépassent le surcoût du raffinage. Le calendrier et la nature précise des mesures peuvent avoir un impact considérable. L'aide fiscale que l'Allemagne entend accorder ne représente qu'un tiers de celle appliquée au Royaume-Uni, bien qu'il semble peu probable que les coûts supportés par les raffineries britanniques soient trois fois supérieurs à ceux des raffineries allemandes. Alors que le Royaume-Uni opte pour une réduction des taxes sur les nouveaux carburants, l'Allemagne augmentera la fiscalité des carburants classiques et appliquera la mesure

relativement tard, lorsque les carburants à basse teneur en soufre auront déjà conquis une part importante du marché. La différence en termes d'importance des mesures proposées s'explique sans doute en partie de cette façon.

Promotion des carburants à 10 ppm de soufre

La Suède a instauré un régime fiscal de faveur pour le "gazole urbain" à 10 ppm le 1 janvier 1991. Conçu au départ comme carburant destiné à l'utilisation en agglomération, il avait conquis 94 % de l'ensemble du marché en 1999.

En Suisse, le diesel désulfuré représente une petite part du marché, mais ne bénéficie pas d'incitation fiscale. Le parlement suisse est en train d'examiner des propositions d'incitations en faveur des carburants sans soufre qui pourraient être prises à partir de 2003.

L'Allemagne a l'intention d'encourager l'utilisation d'essence et de gazole sans soufre, plutôt que les carburants à basse teneur en soufre, à partir de janvier 2003 en majorant les taxes prélevées sur les carburants contenant plus de 10 ppm de soufre. L'aide sera toujours de 0.015 euro par litre. Le programme a été approuvé par les autorités européennes¹⁹.

BP-Amoco, Shell, Neste, Aral et Total-Fina-Elf vendent déjà de l'essence sans soufre dans certaines de leurs stations en France, en Allemagne, en Scandinavie et au Royaume-Uni.

En 2000, la Commission européenne a lancé des consultations pour recueillir des informations sur la contribution des carburants désulfurés à la réduction des émissions de CO₂ et les stratégies de réduction des émissions dans l'atmosphère. Elle se fondera sur les résultats de ces consultations pour formuler ses propositions relatives à la teneur en soufre des carburants après 2005.

Arguments en faveur de la promotion des carburants désulfurés

Le recours à des mesures d'incitation en faveur des carburants à 50 ppm est relativement facile à justifier, puisque la rentabilité découlant de l'utilisation de ces carburants a été établie dans le cadre du programme Auto-oil. Les mesures déjà prises ont nettement réussi à accélérer la mise sur le marché de carburants à basse teneur en soufre.

La réduction de la teneur en soufre des carburants à un niveau proche de zéro est plus compliqué à justifier dans une perspective de rentabilité pour les trois raisons suivantes : on ne sait pas avec exactitude quel en sera le coût financier pour les raffineries ; les retombées positives pour l'environnement n'ont pas toutes été quantifiées en termes monétaires ; et il est possible de trouver, dans d'autres secteurs que celui des transports, des solutions économiquement plus satisfaisantes de réduire les émissions de CO₂ afin d'atteindre les objectifs fixés à Kyoto. S'ils disposent de suffisamment de temps, il se peut que les fabricants mettent au point des systèmes de réduction des émissions produites par les véhicules sans devoir recourir aux carburants sans soufre.

L'importance de la disponibilité dans toute l'Europe d'essence et de gazole désulfuré à partir de 2005 est due au calendrier fixé par l'Union européenne pour les normes d'émission des véhicules neufs ainsi qu'aux engagements contraignants pris par l'industrie automobile en matière de réduction des émissions de CO₂.

Avantages des carburants désulfurés

L'essence et le gazole à 10 ppm demeurent très intéressants pour les raisons suivantes :

- La réduction de la teneur en soufre de l'essence et du gazole constitue le moyen le plus simple de réduire davantage les émissions des principaux polluants produites par tout le parc automobile en augmentant les performances et notamment la durée de vie des systèmes de réduction des émissions.
- L'essence sans soufre permet l'application de technologies mises au point pour réduire les émissions de CO₂ produites par les voitures particulières nouvelles. Malgré les progrès accomplis dans le domaine des systèmes catalytiques de stockage des NO_x, les véhicules équipés de moteurs à injection directe en mélange pauvre ne pourront pas satisfaire aux normes d'émission d'EURO4 en 2005 et consommer suffisamment peu pour pouvoir satisfaire en temps voulu aux réductions en émissions de CO₂ souhaitées sans avoir recours au carburant désulfuré (10 ppm). Bien que d'autres technologies peuvent permettre le respect des normes d'émissions, et les réductions en émissions de CO₂ souhaitées, les véhicules équipés de moteurs à injection directe en mélange pauvre sont appelés à jouer un rôle important dans la stratégie adoptée par l'ACEA pour réduire les émissions de CO₂.
- Il est souhaitable d'utiliser du gazole désulfuré pour que tous les véhicules diesels puissent satisfaire à la norme EURO4 d'émission de particules en 2005. Par ailleurs, le rapport de synthèse remis à la Commission européenne arrive à la conclusion que pour les utilitaires lourds à moteur diesel il est beaucoup plus évident que la norme EURO5 (NO_x) de 2008 soit respectée avec du gazole presque entièrement désulfuré qu'avec du carburant à 50 ppm de soufre.

Conclusions

Les allègements fiscaux ou mesures réglementaires pourraient servir à inciter les raffineries à faire les investissements nécessaires pour produire des quantités suffisantes de carburants désulfurés pour tous les marchés européens dans les délais requis.

La synthèse des informations recueillies par la Commission européenne à l'occasion de ses consultations avance toutefois que compte tenu du rythme de développement des nouvelles technologies de moteurs essence et diesel, il n'est pas nécessaire d'imposer leur désulfuration totale avant 2008 - 2010. Un tel délai atténuerait en outre l'impact négatif exercé par l'augmentation des volumes de CO₂ produits en cours de raffinage sur la réduction nette des émissions de CO₂ des véhicules équipés de moteurs à injection directe en mélange pauvre.

Néanmoins, une prise de décision rapide concernant le recours à des mesures d'incitation ou l'application d'une limite obligatoire de la teneur en soufre dans les carburants aiderait les raffineurs à contenir les coûts en leur permettant de planifier de façon optimale les investissements et les mises à l'arrêt des installations pour procéder aux adaptations nécessaires, tout en prenant les dispositions requises pour satisfaire aux normes de 50 ppm qui seront obligatoires dès 2005.

Recommandations

L'industrie a l'importante responsabilité de fournir aux propriétaires de véhicules nécessitant des carburants sans soufre les informations adéquates expliquant l'importance d'utiliser exclusivement le type de carburant requis, et de veiller à l'étiquetage correct des pompes et stations-service. Au-delà de la diffusion d'informations, d'autres mesures seront peut-être nécessaires pour favoriser le développement du marché des carburants désulfurés, notamment dans les pays où ils ne sont pas encore disponibles.

Il est recommandé que tous les pays membres de la CEMT examinent l'intérêt de prendre des mesures visant à assurer la large disponibilité de carburants sans soufre en fonction de la mise sur le marché de véhicules nécessitant ce type de carburant pour satisfaire aux normes d'émission obligatoires.

Etant donné que les systèmes de réduction des émissions montés sur les véhicules conçus pour être mus avec des carburants désulfurés peuvent être endommagés s'ils consomment de carburant à plus haute teneur en soufre, il est essentiel que les nouveaux carburants soient disponibles dans toute l'Europe, et pas seulement dans l'Union européenne, de manière que les camions les plus propres puissent être utilisés pour le commerce international et que les conducteurs de voitures particulières puissent trouver de l'essence ou du gazole qui n'endommage pas leurs véhicules lorsqu'ils traversent les frontières²⁰.

La conclusion d'accords avec l'industrie pétrolière et la mise en œuvre d'allègements fiscaux, ainsi que la définition de critères obligatoires de qualité de carburant, figurent parmi les mesures à examiner.

Il est également recommandé que tous les pays membres de la CEMT examinent l'intérêt de prendre des mesures d'incitation à la production et à la distribution de carburants à basse teneur en soufre et sans soufre, afin de réduire immédiatement les émissions d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures (y compris le benzène), de particules et de monoxyde de carbone produites par l'ensemble des véhicules, tant anciens que neufs.

Il est recommandé d'éviter, grâce à une coordination internationale, la multiplication de normes nationales obligatoires différentes en matière de teneur en soufre dans les carburants, de manière à prévenir la création de possibles barrières au commerce sur les marchés pétroliers ainsi que l'élévation des coûts supportés par les constructeurs automobiles.

NOTES

1. Le tableau reproduit à la fin de l'étude va plus loin dans le détail des autres paramètres relatifs à la qualité des carburants.
2. Elaborée en avril 2000 par l'ACEA, l'Alliance of Automobile Manufacturers, l'EMA, la JAMA et l'OICA.
3. ADAC a également testé une VW Lupo équipée d'un catalyseur de stockage des NOx.
4. Le rapport air-carburant est d'environ 14.6:1.
5. Avec la carburation pauvre, le ratio air/carburant est supérieur à 22:1.
6. A haut régime, le ratio stoechiométrique carburant/air change et la consommation augmentent alors quelque peu.
7. Ces moteurs à injection multipoints et à injection directe ne sont pas encore commercialisés en Europe.
8. Les règlements actuels limitent la masse des émissions de particules, mais cette masse est sans doute moins lourde de signification que le nombre et la taille des particules émises. Les particules pénètrent d'autant plus loin dans les poumons et le corps qu'elles sont petites. Les sulfates auxquels le carburant donne naissance représentent une large part des particules ultra-fines normalement présentes dans les gaz d'échappement des moteurs diesel. La plupart des filtres à particules actuellement à l'étude retiennent plus de 90 % de la masse des particules et 99 % du nombre de particules ultra-fines.
9. Les hydrocarbures liquides sont adsorbés par les particules de carbone pour constituer la fraction organique soluble des particules. Il importe au plus haut point de les éliminer parce qu'il peut se trouver parmi eux de nombreux produits chimiques qui préoccupent des experts de la santé.
10. Lepperhoff et al., FEV/AECC (chiffres donnés par l'AECC dans sa réponse au questionnaire de la Commission européenne).
11. Rapport 99/56 de CONCAWE.
12. Ces calculs sont reproduits dans "Life Cycle Costs of Fuels for Heavy Vehicles" de la CSIRO.
13. "Potential Impacts of Environmental Regulations on Diesel Fuel Prices", rapport établi à la demande de l'Alliance of Automobile Manufacturers par National Research Associates, décembre 2000.
14. À titre d'exemple, l'hydrogène est produit par de nombreuses raffineries en guise de sous-produit qui se forme dans les réformeurs catalytiques utilisés pour produire les aromatiques à haut indice d'octane destinés aux carburants. La diminution (requisse par les normes EURO 4, le volume passant pourtant seulement de 40 à 35 %) de la teneur en aromatiques de l'essence se traduit donc par une diminution des quantités d'hydrogène utilisables pour la désulfuration. Ce manque d'hydrogène doit être comblé par de l'hydrogène tiré spécialement de gaz naturel ou de gaz de raffinerie ou obtenu par gazéification de liquides de raffinage ou de coke. Ces opérations consomment de l'énergie et gonflent de ce fait les émissions de CO₂. Cependant, de nouvelles techniques de désulfuration ciblent beaucoup plus spécifiquement les molécules contenant du soufre, elles limitent la perte d'octane en évitant l'hydrogénation collatérale des oléfines et autres molécules et requièrent beaucoup moins d'hydrogène.
15. Suivi d'engagements similaires pris par la JAMA et la KAMA.
16. Voir les contributions d'Akzo Nobel aux consultations de la Commission européenne.

17. Pour obtenir ce résultat, il pourrait être nécessaire de limiter les mesures fiscales en faveur de l'essence sans soufre à des niveaux encourageant la mise sur le marché progressive des nouveaux carburants plutôt qu'une augmentation rapide pour atteindre 100 % des ventes d'essence.
18. Cette limite vise en particulier les autobus circulant en ville et faisant de nombreux arrêts en hiver quand il fait très froid.
19. Communication COM(2000)397 final de la Commission au Conseil du 27 juin 2000 avalisée par le Conseil Ecofin en 2001.
20. Voir par exemple les normes russes de qualité des carburants dans le tableau joint à la fin du rapport.

TABLEAUX DE SYNTHÈSE

Spécifications relatives à la teneur en soufre des carburants fixées par la Russie

Date d'entrée en vigueur	Règlement	Teneur maximale en soufre (ppm)		
Essence				
1978	GOST 2084	1 000		
1 ^{er} janvier 1999	GOST 51105-97	500		
Gazole		Type 1	Type 2	Type 3
1984	GOST 305-82	2 000	5 000	pas d'application
Proposition pour tous les NEI à partir de 2002	-	500	1 000	2 000

Spécifications des carburants fixées par la directive 98/70/CE concernant la qualité de l'essence et du gazole

Paramètre	Unité	Limites à respecter à dater de janvier 2000 (EURO3)		Limites à respecter à dater de janvier 2005 (EURO4)	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
ESSENCE					
Indice d'octane		95 / 85	-	95 / 85	-
Tension de vapeur Reid	Kpa	-	60.0	-	-
Distillation	% v/v				
Evaporé à 100° C		46.0	-	-	-
Evaporé à 150° C		75.0	-	-	-
Hydrocarbures :	% v/v				
Oléfines		-	18	-	-
Aromatiques		-	42	-	35
Benzène		-	1	-	-
Oxygène	%m/m	-	2.7	-	-
Composés oxygénés :	% v/v				
Méthanol		-	3	-	-
Ethanol		-	5	-	-
Alcool isopropylique		-	10	-	-
Alcool butylique tertiaire		-	7	-	-
Alcool iso-butylique		-	10	-	-
Ethers (5 carbone +)		-	15	-	-
Autres		-	10	-	-
Soufre	mg/kg	-	150	-	50
Plomb	g/l	-	0.005	-	-
GAZOLE					
Indice de cétane		51	-	-	-
Densité à 15° C	Kg/m ³	-	845	-	-
Distillation point 95 %	C	-	360	-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	-	11	-	-
Soufre	mg/kg	-	350	-	50

Synthèse des règlements, des programmes d'aide et des mesures commerciales prises par les sociétés pétrolières
(Mars 2001)

Pays	Appellation	Carburant	Teneur max. en soufre des carburants à basses teneurs en soufre	Teneur maximale des carburants classiques	Date d'introduction	Aide fiscale (hors TVA) (euro par litre)	Notes
Réglementation européenne							
UE	Norme EURO2	Essence		500 ppm (300)	1 ^{er} janvier 1997		
		Gazole		500 ppm (450)			
	Directive 98/70/CE Phase 1, EURO3	Essence		150 ppm	1 ^{er} janvier 2000		
		Gazole		350 ppm			
	Directive 98/70/CE Phase 2, EURO4	Essence		50 ppm	1 ^{er} janvier 2005		
		Gazole		50 ppm			
Programmes d'aide et initiatives des sociétés pétrolières - Europe				Maximum à la date d'introduction de la mesure			
Allemagne	Initiative de Shell & BP Amoco	Essence	10 ppm	150 ppm	2000	-	Vente à certaines stations
	Programme national	Essence	50 ppm 10 ppm	150 ppm	1 ^{er} nov. 2001 Janvier 2003	0.015 (3 pfg/l)	En 2 ^e phase, à partir de 2003, l'aide sera appliquée aux carburants à 10 ppm plutôt qu'aux carburants à 50 ppm
		Gazole	50 ppm 10 ppm	350 ppm	1 ^{er} nov. 2001 Jan 2003	0.015 (3 pfg/l)	
Belgique	Programme national	Essence	50 ppm	150 ppm	1 ^{er} janvier 2001	0.02	
		Gazole	50 ppm	350 ppm	1 ^{er} octobre 2001	0.02	

Pays	Appellation	Carburant	Teneur max. en soufre des carburants à basses teneurs en soufre	Teneur maximale des carburants classiques	Date d'introduction	Aide fiscale (hors TVA) (euro par litre)	Notes
Danemark	Programme national	Gazole	50 ppm	500 ppm	juin 1999	0.024 (0.18 DKK/l)	Pénétration de 100 % en juillet 1999
Finlande	Programme national	Gazole	50 ppm	350 ppm	1993	0.025 (0.15 FIM/l)	Pénétration de 100 %
	Initiative de Neste/Fortum	Essence Gazole	10 ppm 10 ppm	150 ppm 350 ppm	2002 2002	-	
Norvège	Programme national	Gazole	50 ppm	350 ppm	Jan 2000 Juillet 2001	0.031 (0.25 NKR/l) 0.039 (0.32 NKR/l)	Le parlement a voté une augmentation à partir du 1 juillet 2001
Pays-Bas	Programme national	Essence Gazole	50 ppm 50 ppm	150 ppm 350 ppm	Janvier 2001	0.039 (0.085 NLG/l)	
	Initiative de Shell	Essence	p.a.	150 ppm	Août 2000	0.040 (0.09 NLG/l)	Essence "Pura" à toutes les stations
Pologne	Programme national	Gazole	2000 ppm 500 ppm 50 ppm	2000 ppm	Taux applicables suite à la dernière révision le 1 Jan 2001	0.004 (0.014 PLZ/l) 0.019 (0.075 PLZ/l) 0.031 (0.121 PLZ/l)	Des incitations ont été introduites en 1993

Pays	Appellation	Carburant	Teneur max. en soufre des carburants à basses teneurs en soufre	Teneur maximale des carburants classiques	Date d'introduction	Aide fiscale (hors TVA) (euro par litre)	Notes
Royaume-Uni	Programme national	Gazole	50 ppm	500 ppm	Mars 1999	0.045 (3 p/l)	
	Initiative de Shell	Essence	10 ppm	150 ppm	Automne 2000	-	Quelques stations
	Programme national	Essence	50 ppm	150 ppm	Oct 2000 7 mars 2001	0.015 (1 p/l) 0.030 (2 p/l) [0.045 (3 p/l) au total]	
	Programme national	Gazole	50 ppm	350 ppm	7 mars 2001	0.045 (3 p/l)	
Suède	Programme national	Gazole	10 ppm	2000 ppm	1991	0.039 (350 SEK/m ³)	Gazole urbain
	Programme national	Gazole	10 ppm	350 ppm	2001	0.057 (527 SEK/m ³)	Aide en vigueur, dernière adaptation au 1 ^{er} janvier 2001
		Gazole	50 ppm	350 ppm	2001	0.033 (300 SEK/m ³)	
	Programme national	Essence	50 ppm	150 ppm	2001	0.003 (0.03 SEK/l)	Aide en vigueur, dernière adaptation au 1 ^{er} janvier 2001
Suisse	Projet de programme national	Essence	50 / 10 ppm	150 ppm	2003		Proposition présentée devant le parlement Petite part de marché Livré aux transports en commun et à l'armée
		Gazole	50 / 10 ppm	350 ppm	2003		
	Initiative d'Agrola	Gazole	10 ppm	350 ppm	2000		
	Initiative de BP	Gazole	10 ppm	350 ppm	2000		

Pays	Appellation	Carburant	Teneur max. en soufre des carburants à basses teneurs en soufre	Teneur maximale des carburants classiques	Date d'introduction	Aide fiscale (hors TVA) (euro par litre)	Notes
Réglementations, programmes d'aide et initiatives des sociétés pétrolières - Reste du monde							
Australie	Programme national	Gazole	50 ppm	1 300 ppm	Janvier 2006	-	
	Initiative de BP, raffinerie de Bulwer Island, Qld.	Gazole	50 ppm	500 ppm (pour cette raffinerie)	Fin 2000	-	Capacité d'approvisionnement de 12 % du marché national
Hong Kong	Programme national d'abaissement maximum de la teneur en soufre	Gazole	50 ppm	500 ppm	Juillet 2000	0.125 pendant 2001 (0.89 HK\$)	A remplacé le gazole ordinaire à toutes les pompes, mais le gazole à haute teneur en soufre est encore utilisé par les autobus parce qu'il est détaxé
Japon	Proposition de règlement national	Gazole	50 ppm	500 ppm	Avant 2005	-	Le comité japonais pour la qualité de l'air propose de réduire encore la teneur en soufre

Pays	Appellation	Carburant	Teneur max. en soufre des carburants à basses teneurs en soufre	Teneur maximale des carburants classiques	Date d'introduction	Aide fiscale (hors TVA) (euro par litre)	Notes
Etats-Unis	Proposition de règlement	Gazole	15 ppm	500 ppm	1 ^{er} juillet 2006	-	Proposition de l'EPA 20 % du gazole vendu peut dans un premier temps être à 500 ppm, mais ce pourcentage doit être ramené à zéro pour 2009/2010
Los Angeles	Règlement de la SCAQMD applicable à la région de Los Angeles	Gazole	15 ppm	500 ppm	2005	-	Source : Car Lines 2000-2005

ABREVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES

AAMA	Alliance of Automobile Manufacturers
ACEA	Association des constructeurs européens d'automobiles
AECC	Association pour le contrôle par catalyser des émissions automobiles
AIAM	Association of International Automobile Manufacturers
AQIRP	US Auto/Oil Air Quality Improvement Research Program
CARB	California Air Resources Board
CFC	Chlorofluorocarbures
CH₄	Méthane
CO	Monoxyde de carbone
CO₂	Dioxyde de carbone
CONCAWE	Organisation européenne des compagnies pétrolières pour la protection de l'environnement et de la santé
COP	Composés organiques polycycliques
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques volatils non-méthaniques
CRC	Co-ordinating Research Council of the US auto and oil industries
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation of Australia
CTV	Catalyseur à trois voies
DG ENV	Direction générale de l'environnement de la Commission européenne
ECE	Commission économique pour l'Europe des Nations Unies
EEV	Véhicules écologiques améliorés
ELR	Mise en charge dynamique
EMA	Engine Manufacturers Association
EPA	Environment Protection Agency
EPEFE	European Programme on Emissions, Fuels and Engine Technologies
ESC	Essai en mode stabilisé
ETC	Essai européen en cycle transitoire
EUROPIA	Association de l'industrie pétrolière européenne
FIA	Fédération Internationale de l'Automobile / Alliance Internationale de Tourisme
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique
GNC	Gaz naturel comprimé
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
gpm	Gramme par mille
HC	Hydrocarbure

HCFC	Hydrocarbure partiellement chlorofluoré
HCHO	Formaldéhyde
HCNM	Hydrocarbure non méthanique
HFC	Hydrocarbure partiellement fluoré
JAMA	Japan Automobile Manufacturers Association
JARI	Japan Automobile Research Institute
KAMA	Korean Automobile Manufacturers Association
LEV	Low Emissions Vehicle
MMTCE	Metric Tons of Carbon Equivalents
MTBE	Oxyde de méthyle et de tert-butyle
N₂O	Oxyde nitreux
NO_x	Oxydes d'azote
O₃	Ozone
OBD	Systèmes embarqués de diagnostic
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OICA	Organisation internationale des constructeurs d'automobiles
PFC	Hydrocarbures perfluorés
PISC	Programme international sur la sécurité des substances chimiques
PM	Particules
ppm	Partie par million (= mg/kg)
PRG	Potentiel de réchauffement global
PTCA	Poids total en charge autorisé
S	Soufre
SCAQMD	South California Air Quality Management District (Agence pour la qualité de l'air du bassin de Los Angeles)
SF₆	Hexafluorure de soufre
SO_x	Oxydes de soufre
UKPIA	United Kingdom Petroleum Industry Association
VFE	Véhicule à faibles émissions
VFET	Véhicule à faibles émissions de transition
VTFE	Véhicule à très faibles émissions
VTFET	Véhicule à très faibles émissions de transition
VUFE	Véhicule à ultrafaibles émissions
VZE	Véhicule à zéro émissions

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(75 2001 10 2 P) N° 52012 2001