

L'EXPÉRIENCE CALIFORNIENNE DES QUOTAS DE VOITURES PROPRES

Richard Darbéra
LATTS – CNRS
École Nationale des Ponts & Chaussées
Septembre 2002

Article publié sous: Darbéra, R., “L’expérience californienne des quotas de voitures propres”, *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n°41, 2002, pp. 31-51.

RÉSUMÉ : L'EXPÉRIENCE CALIFORNIENNE DES QUOTAS DE VOITURES PROPRES

ABSTRACT : THE CALIFORNIAN LOW EMISSION VEHICLES (LEV) PROGRAM

INTRODUCTION

L'ÉVOLUTION DU PROGRAMME LEV

De 1991 à 1993, une politique pour inciter les consommateurs à acheter des véhicules propres

De 1994 à 1996, une politique pour contraindre les constructeurs à améliorer les voitures électriques

De 1996 à 1998, l'ajustement du programme

Depuis 1998 un renforcement et l'inclusion des utilitaires légers jusqu'à 4 tonnes dans la catégorie des voitures particulières.

LES EFFETS DU PROGRAMME LEV

L'impact du programme sur la qualité environnementale des voitures

L'impact du programme sur l'industrie

LES AVANTAGES DES NORMES MOYENNES CALIFORNIENNES

Les avantages des normes moyennes sur les normes universelles

Les avantages des normes moyennes sur les subventions à la recherche

L'intérêt des classes de véhicules propres

L'intérêt d'un quota obligatoire de véhicules « Zéro pollution »

CONCLUSION

RÉFÉRENCES

RÉSUMÉ : L'EXPÉRIENCE CALIFORNIENNE DES QUOTAS DE VOITURES PROPRES

La Californie peut être considérée comme une sorte de laboratoire des politiques publiques visant la réduction de la pollution atmosphérique, en particulier de la pollution produite par la circulation automobile, car c'est généralement en Californie que ces politiques sont inventées et appliquées en premier.

Parmi les politiques californiennes pour lutter contre la pollution automobile, une place centrale est accordée aux normes imposées aux constructeurs. Mais, alors que les premières normes étaient des normes universelles semblables à celles actuellement en vigueur en Europe, les nouvelles normes sont des normes moyennes calculées sur l'ensemble des ventes de chaque constructeur. En apportant plus de souplesse que la précédente, cette approche permet de fixer des objectifs plus ambitieux.

Pour mettre en œuvre une norme moyenne chaque année plus sévère, le programme LEV (pour Low Emission Vehicles, ou "véhicules de pollution faible") procède en trois étapes : (i) il définit des classes de véhicules selon une gradation de normes d'émission de polluants de plus en plus sévères, (ii) il impose un mécanisme pour contraindre les constructeurs et importateurs en Californie à modifier l'assortiment de leurs ventes en introduisant progressivement des proportions croissantes de véhicules des classes les plus propres, avec l'option de crédits négociables, et (iii) il exige qu'un pourcentage de véhicules soient des véhicules sans émissions de polluants (ZEV, Zero Emission Vehicles ou "véhicules zéro pollution"). Des pénalités très dissuasives sont imposées aux constructeurs qui ne respectent pas la norme moyenne.

Ce système, introduit en 1991 et imposé à partir de 1994, a régulièrement été adapté depuis pour tenir compte des réalités économiques mais aussi des progrès techniques. Comme pour les politiques précédentes, les constructeurs américains s'y sont soumis avec de fortes réticences et les constructeurs japonais ont joué les "premiers de la classe".

Comme toute aventure pionnière, l'expérience Californienne des normes moyennes a connu quelques balbutiements, ainsi la volonté prématurée d'introduire des véhicules électriques. Mais le système a bien fonctionné puisque sans ralentir le rythme de sévèrisation de la norme moyenne, des aménagements ont été faits qui ont permis de substituer d'autres solutions techniques plus économiques.

ABSTRACT : THE CALIFORNIAN LOW EMISSION VEHICLES (LEV) PROGRAM

California can be regarded as a kind of laboratory of the public policies aiming at reducing air pollution, in particular the pollution produced by road traffic, because it is generally in California that these policies are invented and applied in first. Among the Californian policies to fight against automobile pollution, a central place is granted to the exhaust emission standards imposed to the manufacturers. But, whereas the first standards were universal standards similar to those currently into force in Europe, the new standard is an average standard calculated on the whole of the sales of each manufacturer. While bringing more flexibility than the preceding one, this approach makes it possible to lay down more ambitious objectives.

To achieve an increasingly stringent average standard each year, the LEV program (for Low Vehicles Emission) proceeds in three stages: (i) it defines categories of vehicles according to increasingly stringent emission standards, (ii) it imposes a mechanism to force the manufacturers and importers in California to modify the set of their sales by gradually introducing increasing proportions of vehicles of the cleanest categories, with the option of marketable credits for complying with or improving on the standards, and (iii) it requires that a given percentage of vehicles be vehicles of the ZEV category, i.e., Zero Emission Vehicles. Very dissuasive penalties are imposed to the manufacturers who do not comply with the average standard.

This system, introduced in 1991 and imposed since 1994, was regularly adapted since to take account of economic realities but also technical progress. As for the preceding policies, the American manufacturers subjected themselves there with strong reserves and the Japanese manufacturers played the "first of the class". As with any path breaking policy, the Californian experiment with average standards knew some stammerings, thus the premature will to introduce electric vehicles. But the system functioned well since without slowing down the rhythm of reinforcement of the average standard, arrangements were made to make it possible to substitute other more economic technical solutions.

L'expérience californienne des quotas de voitures propres

INTRODUCTION

1. La Californie a très tôt pris conscience des problèmes de santé publique liés à la pollution résultant de son microclimat et de son développement industriel rapide. Elle a aussi été la première région du monde où des mesures ont été prises pour limiter la pollution automobile. C'est sur les routes de Californie que sont apparues pour la première fois les voitures équipées de pots catalytiques, puis celles utilisant des carburants moins polluants. C'est en Californie que les pompes à essence ont été équipées pour la première fois de dispositifs empêchant les vapeurs de carburants de partir dans l'atmosphère lors du remplissage du réservoir des voitures. Toutes ces innovations techniques et réglementaires ont ensuite été adoptées par le reste des États-Unis avant de commencer à se répandre en Europe et dans le monde.

2. Ce rôle de précurseur de la Californie s'explique par : (i) son développement économique et sa taille qui font de la Californie un État de trente millions d'habitants au revenu élevé, (ii) le microclimat de son agglomération principale, Los Angeles, qui favorise la concentration de polluants, et (iii) le monopole quasi exclusif de la voiture particulière dans les déplacements urbains qui en fait le principal pollueur. Ainsi, la Californie peut être considérée comme une sorte de laboratoire des politiques publiques visant la réduction de la pollution atmosphérique, en particulier de celle produite par la circulation automobile.

3. Parmi les politiques californiennes pour lutter contre la pollution automobile, une place centrale est accordée aux normes d'émissions imposées aux constructeurs. Mais, alors que les premières normes étaient des normes universelles applicables à tous les véhicules neufs, comme les normes européennes actuelles, les nouvelles normes sont des normes moyennes calculées sur l'ensemble des ventes de chaque constructeur. En apportant plus de souplesse que la précédente, cette approche permet de fixer des objectifs plus ambitieux. C'est le cas des normes LEV introduites en 1991, (i) qui définissent des classes de véhicules selon une gradation de normes d'émission de polluants de plus en plus sévères, (ii) qui imposent un mécanisme pour contraindre les constructeurs et importateurs en Californie à modifier l'assortiment de leurs ventes en introduisant progressivement des proportions croissantes de véhicules des classes les plus propres, avec l'option de crédits¹ négociables, et (iii) qui exigent qu'un pourcentage de véhicules soient des véhicules sans émissions de polluants (ZEV, Zero Emission Vehicles ou "véhicules zéro pollution"). Comme à l'habitude des pénalités très dissuasives sont imposées aux constructeurs qui ne respectent pas la norme.

4. Ces normes introduites en 1991 et imposées en 1994 ont régulièrement été adaptées depuis pour tenir compte des réalités économiques mais aussi des progrès techniques. Nous nous proposons d'examiner cette évolution et de discuter ses effets.

L'ÉVOLUTION DU PROGRAMME LEV

5. Malgré une politique pionnière et soutenue pendant plus de vingt ans pour réduire la pollution d'origine automobile, à la fin des années 1980, la ville de Los Angeles n'atteignait toujours pas les normes fédérales de qualité de l'air dans les villes (fixées par le Clean Air Act de 1990). Sommée d'élaborer et de mettre en œuvre un plan d'amélioration de la qualité de l'air, la Californie a préparé dès 1990 plusieurs mesures, dont une stratégie originale de réduction des émissions de polluants par les voitures et les utilitaires légers (Light and Medium Duty Vehicles) basée sur la technologie, c'est-à-dire sur l'amélioration des qualités environnementales des véhicules mis sur le marché. On peut distinguer quatre étapes dans la mise en œuvre de ce système.

6. En 1990, plutôt que de définir une nouvelle norme universelle, c'est-à-dire une norme unique imposable à tous les véhicules d'une même catégorie (voitures, utilitaires, etc.), comme cela s'était fait dans les deux décennies écoulées, le CARB (California Air Resources Board) de la California Environmental Protection Agency (EPA) a défini trois classes de véhicules répondant à des normes différentes de carburants et d'émissions. L'objectif fixé était d'orienter la demande et la production vers les classes de véhicules les plus propres. Dans ces normes, un critère de durabilité a été introduit en pratiquant les tests d'homologation des nouveaux modèles après une usure équivalente à 50.000 miles (80.000 km).

¹ On utilise ici le mot crédit plutôt que permis ou droit négociable parce que, comme on le verra plus loin, il s'agit, à l'origine d'un mécanisme qui permet aux constructeurs qui devancent la norme de gagner un « crédit » utilisable pour une année ultérieure au cas où ils ne pourraient pas respecter la norme de l'année.

7. Dans une première phase, de 1991 à 1993, les normes n'étaient qu'indicatives, mais leur caractère contraignant était annoncé pour 1994. En attendant, un système de crédit d'impôts a été mis en place pour inciter les consommateurs et les entreprises à acheter des véhicules répondant à ces nouvelles normes.

8. Dans une deuxième phase, à partir de 1994, une réduction moyenne des émissions, programmée jusqu'en 2004, devenait contraignante. Les constructeurs devaient alors faire en sorte que les véhicules qu'ils mettaient sur le marché soient, en moyenne, chaque année plus propres. Le calcul de cette moyenne est simple. Chaque année, pour vérifier si un constructeur a respecté la norme de l'année, on recense le nombre de voitures vendues dans chacune des classes définies, on multiplie ce nombre par l'émission maximale d'hydrocarbures autorisée pour cette classe, on fait la somme des chiffres obtenus pour chaque classe, somme que l'on divise par le nombre total de voitures vendues. On obtient ainsi une émission moyenne des polluants hydrocarbures par véhicule vendu². C'est ce chiffre qui est comparé à la norme moyenne imposée pour l'année. Cette méthode de calcul de la moyenne revenait à presser les constructeurs de faire "glisser" leur gamme vers les classes de véhicules répondant aux normes plus strictes, pour respecter une norme moyenne chaque année plus sévère. Dans une troisième phase, à partir de 1998 les constructeurs devaient, en plus de respecter la norme moyenne, vendre un quota minimum de voitures "Zéro pollution" ou véhicules à émission nulle.

9. En 1996 une première révision est rendue nécessaire. Parmi d'autres aménagements, l'entrée en vigueur des quotas minimum de voitures "Zéro pollution" est repoussée à 2004. Enfin, en 1998 le CARB a mis en discussion une révision du programme LEV sous le nom de LEV II. Tout au long de ce processus, pour tenir compte des réalités économiques et des avancées de la technique, des classes de véhicules ont été redéfinies, les normes ont été adaptées et les procédures d'homologation révisées, mais dans l'ensemble, le cap a été maintenu et le rythme n'a pas été ralenti.

De 1991 à 1993, une politique pour inciter les consommateurs à acheter des véhicules propres

10. En 1990, le CARB définissait trois classes de véhicules: (i) les LEV (Low Emissions Vehicle) ou véhicules à faible émission, (ii) les ULEV (Ultra-Low Emissions Vehicle) ou véhicules à très faible émission, et (iii) les ZEV (Zero Emissions Vehicle). Les LEV étaient définis comme des voitures ou des utilitaires légers répondant à l'un des deux critères suivants: (i) ce sont des véhicules à essence homologués pour respecter des normes d'émissions d'hydrocarbures au moins deux fois plus sévères que celles appliquées aux autres véhicules à essence, ou bien (ii) ce sont des véhicules utilisant d'autres carburants que l'essence ou le gazole et dont l'impact sur les concentrations d'ozone n'est pas supérieur à celui des véhicules à essence précédemment décrits.

11. Acheter des LEV, ou convertir des véhicules existants à des systèmes de motorisation et de carburation répondant à la norme LEV, entraîne un surcoût. Pour inciter les individus et les entreprises à le faire, l'État de Californie a mis en place, à partir du 1^{er} janvier 1991, un système de crédit d'impôt par lequel 55% de ce surcoût pouvait être déduit des impôts dus pour l'année de l'achat. Ce crédit était plafonné à 1000 \$ pour les véhicules de moins de 5750 lbs (env. 2,5t) et à 3500 \$ pour les véhicules plus lourds. À partir du 1^{er} janvier 1992, seuls les LEV répondant au deuxième critère (véhicules utilisant d'autres carburants que l'essence ou le gazole) étaient éligibles. Le budget alloué au programme était fixé à 750.000 \$ par an. Les crédits étaient attribués selon le critère du "premier arrivé premier servi".

12. De son côté, deux ans plus tard, par le National Energy Policy Act de 1992, le gouvernement fédéral a, lui aussi, mis en place à compter de juin 1993 (et jusqu'au 1^{er} janvier 2005) un système —copié sur le système californien— par lequel l'achat de véhicules utilisant d'autres carburants que l'essence ou le gazole et la conversion de véhicules existants à ces autres carburants donnaient droit à des réductions d'impôts de 2000 \$. Un système semblable concernait les poids lourds.

13. Pour tenir compte de la nouvelle loi fédérale, et éviter que le même achat puisse être déduit deux fois (une fois de l'impôt fédéral et une fois de l'impôt californien) le CARB (California Air Resources Board) a révisé, en 1993, le mode de calcul du crédit pour qu'il ne porte que sur le surcoût de l'équipement, déduction faite de la prime fédérale. Par la même occasion, le crédit a été étendu aux véhicules tous-terrains (non sportifs) et la possibilité a été ouverte de reporter le crédit sur les impôts des années suivantes.

² On obtient en fait une surestimation de cette émission dans la mesure où le calcul ne retient pas l'émission exacte de chaque véhicule, mais l'émission plafond autorisée pour la classe dans laquelle le véhicule a été certifié.

14. Ce système de crédit d'impôt est arrivé à son terme au 1er janvier 1996. Il a fait, depuis, l'objet d'une évaluation ex-post (Szakaly, 1997). Cette évaluation montre des résultats plutôt décevants. Le nombre de véhicules concernés, s'il a atteint l'enveloppe maximale la première année (750 véhicules), ne dépassait plus les quelques dizaines de véhicules les années suivantes. En fait, plusieurs centaines des véhicules bénéficiaires du crédit d'impôt lors de la première année avaient été achetés par une seule et même entreprise. Par ailleurs, une mauvaise communication entre, d'une part, la California Energy Commission, chargée d'examiner les requêtes et d'allouer les crédits et, d'autre part, le California Franchise Tax Board chargé de la collecte des impôts s'est traduite par le fait que des contribuables (près d'un tiers) ont obtenu des crédits qui ne leur avaient pas été alloués par la commission de l'Énergie, soit qu'ils n'y avaient pas droit, soit qu'ils ne s'étaient pas donné le mal d'en obtenir le certificat. Le Tableau 1 ci-dessous montre les résultats chiffrés de l'expérience.

Tableau 1 - Crédits LEV alloués vs Crédits LEV déclarés

Année	Allocations par California Energy Commission			Déclarations au California Franchise Tax Board	
	Nombre de contribuables	Nombre de véhicules	Crédits alloués	Nombre de déclarations	Crédits déclarés
1991	12	750	750.000	185	63.000
1992	37	38	43.000	160	68.000
1993	46	54	80.000	264	293.000
1994	19	27	27.000	186	1.139.000 *
1995	23	37	36.000	nd	nd

Note: * Dépasse le plafond de \$750.000 du fait de reports annuels et de déclarations non justifiées.
Source: Szakaly, Kristin (1997) *An Analysis of the Low-emissions Vehicle Tax Credit Program*, The Legislative Analyst's Office, Sacramento CA, 1997

15. Les explications de cet échec, avancées par Szakaly (1997), sont que le montant de la prime était faible (généralement 10 à 20% du surcoût) et que l'éventail des modèles de LEV proposés au public était beaucoup moins large que celui des modèles conventionnels. D'après Szakaly, une des raisons de ce petit nombre de modèles de LEV tient au coût élevé de l'homologation de chaque nouveau modèle: une procédure évaluée à 300.000 \$ pour chaque modèle. Ce coût était une barrière infranchissable pour beaucoup de petites entreprises qui auraient pu s'impliquer dans la conversion des voitures existantes aux motorisations LEV, c'est-à-dire principalement à l'électricité et au gaz naturel comprimé.

16. Parce qu'il devait inciter les consommateurs à acheter des LEV ou à faire convertir leur véhicule aux motorisations LEV, une des justifications du programme de crédits d'impôt était de préparer la transition vers les normes moyennes obligatoires et de développer l'emploi local, principalement dans les petites entreprises de mécanique (la Californie traversait alors une crise économique grave du fait principalement de la fin des contrats d'armement). Ces objectifs n'ont pas été atteints. Enfin, d'après Szakaly, l'impact sur l'environnement a été quasi nul.

De 1994 à 1996, une politique pour contraindre les constructeurs à améliorer les voitures électriques

17. En 1994, pour respecter les directives de la loi fédérale, le CARB (California Air Resources Board) a donc produit une loi exigeant de chaque constructeur une réduction moyenne de 75% des émissions de polluants par les véhicules neufs entre 1994 et 2003.

18. De façon plus précise, le CARB affinait son système en définissant cette fois quatre classes de véhicules: (i) les TLEV ou véhicules de transition à faible émission, (ii) les LEV ou véhicules à faible émission, (iii) les ULEV ou véhicules à très faible émission, et (iv) les ZEV ou véhicules à émission nulle. Les normes correspondantes en matière d'émission d'hydrocarbures, par exemple, étaient respectivement 0,125 ; 0,075 ; 0,04 et 0,0 grammes par mile (g/mi). Le Tableau 2 ci-dessous montre la réduction des émissions des classes LEV par rapport à la norme californienne universelle tout juste antérieure.

Tableau 2 - Réduction des émissions des classes LEV par rapport à la norme californienne universelle tout juste antérieure

Classes de véhicules	HC	CO	NOx
Transitional Low-Emissions Vehicle (TLEV)	50%	0%	0%
Low-Emissions Vehicle (LEV)	70%	0%	50%
Ultra-Low-Emissions Vehicle (ULEV)	85%	50%	50%
Zero-Emissions Vehicles (ZEV)	100%	100%	100%

Note: 0% signifie émissions équivalentes aux normes californiennes de base
Source: Davis, Stacy C. (1999) *Transportation Energy Data Book 19*, Oak Ridge National Laboratory, September 1999, Table 4.24

19. Les constructeurs avaient deux obligations. La première était de choisir, parmi les classes ainsi définies, une combinaison de véhicules à produire de telle sorte que l'émission moyenne de l'ensemble de leurs ventes respecte une norme chaque année plus sévère. Le Tableau 3 ci-dessous montre l'évolution programmée en 1993 pour la norme moyenne d'émission des hydrocarbures. Comme cette norme moyenne ne peut être atteinte que par une combinaison de véhicules homologués, il n'est pas nécessaire de programmer une évolution pour les autres polluants.

Tableau 3 - Évolution programmée en 1993 de l'émission moyenne pour les hydrocarbures NMOG* (en grammes par mile)

Poids total en charge	0-1,7t	1,7t-2,6t**
Année modèle 1994	0,250	0,320
1995	0,231	0,295
1996	0,225	0,287
1997	0,202	0,260
1998	0,157	0,205
1999	0,113	0,150
2000	0,073	0,099
2001	0,070	0,098
2002	0,068	0,095
2003 et au-delà	0,062	0,093

Source: CARB (1996b) Final regulation order - Board Hearing: September 28, 1995, California Air Resources Board, p.10
Notes:
* NMOG = non methane organic gas (hydrocarbures hors méthane)
** 3751-5750lbs

20. La deuxième obligation ne s'adressait qu'aux sept constructeurs qui vendaient plus de 35.000 véhicules par an en Californie. Pour ces constructeurs, les ventes de ZEV devaient représenter au moins 2% du nombre total de véhicules vendus en 1998, 5% en 2001 et 10% en 2003. Le manquement à ces règles serait sanctionné d'une pénalité de 5000 \$ par véhicule ZEV non vendu. Il était cependant possible de cumuler des « crédits » ZEV d'une année sur l'autre en cas de dépassement du quota minimum ou encore d'en revendre à d'autres constructeurs (CARB, 1996b, p.16). Le tableau ci-dessous montre les quotas des ventes recommandées par le CARB dans chacune des classes LEV, et les quotas exigés pour les ZEV³.

³ Le quota d'ULEV n'est devenu facultatif qu'après 1995 (voir CARB (1994) "ARB Certifies First Ultra Low Emission Vehicle", News Release 94-1, California Air Resources Board, Jan. 6, 1994.)

Tableau 4 - Quotas des ventes suggérés* par le CARB (California Air Resources Board) pour respecter les normes LEV programmées en 1994 pour les années suivantes

Année	Conventional vehicles (Véhicules conventionnels)	Transitional low-emissions vehicles	Low-emissions vehicles (LEV)	Ultra-low-emissions vehicles (ULEV)	Zero emission vehicles (ZEV)*
1993	100%				
1994	90%	10%			
1995	85%	15%			
1996	80%	20%			
1997	73%		25%	2%	
1998	48%		48%	2%	2%
1999	23%		73%	2%	2%
2000			96%	2%	2%
2001			90%	5%	5%
2002			85%	10%	5%
2003			75%	15%	10%

Note: * d'autres combinaisons sont autorisées dans la mesure où la norme moyenne est respectée. Seul le pourcentage de ZEV est obligatoire
Sources: CARB (1996a) "ARB Auto Pollution Reduction Program Proves Cost-Effective", News Release 96-29, California Air Resources Board, Nov. 21, 1996.

21. En fait, dans l'état des techniques de l'époque, les "véhicules zéro émission: ZEV" étaient des voitures électriques. On pensait alors dans tous les pays développés que la voiture électrique était promise à un grand avenir. Mais alors qu'en Europe des fonds publics ont subventionné les constructeurs pour qu'ils perfectionnent cette technique et les administrations pour qu'elles achètent des voitures électriques prototypes, le système californien a mis ces dépenses à la charge des constructeurs quitte pour eux de procéder à des subventions croisées en vendant plus cher les véhicules classiques pour pouvoir vendre leurs véhicules électriques au-dessous de leur prix de revient. On voit que ce système est une incitation forte à perfectionner la voiture électrique avant la concurrence.

22. Plusieurs universitaires ont calculé le coût économique et financier élevé de l'obligation de produire ces véhicules électriques. Sur la base de leurs travaux, les industriels ont obtenu en 1996 que l'échéance de cette politique soit reportée.

De 1996 à 1998, l'ajustement du programme

23. En mars 1996, à la suite des protestations des constructeurs, mais surtout à la suite de travaux universitaires comme ceux du MIT (de Neufville *et al.*, 1996) qui montraient que les politiques pour imposer la voiture électrique n'étaient ni économiquement efficaces ni pratiques, la programmation ZEV à été revue et les objectifs pour 1998-2002 suspendus. En revanche l'objectif pour 2003 était maintenu à 10% de ZEV. Cet amendement à la loi avait pour objectif déclaré de donner du temps pour la mise au point de véhicules électriques plus performants et de réduire ainsi le risque de voir mis sur le marché des véhicules conçus dans l'urgence et susceptible de ruiner l'image de la voiture électrique auprès des consommateurs.

24. Les compagnies d'électricité de Californie étaient parties prenantes dans l'affaire. L'État de Californie tenait en effet à ce qu'elles soient prêtes à faire face à une forte demande d'électricité tout en accordant un tarif incitatif, au besoin par le moyen d'une tarification permettant des subventions croisées entre consommateurs d'électricité. Les compagnies électriques de Californie ont fait des efforts pour aider les constructeurs automobiles à atteindre les quotas de production de véhicules électriques impliqués par les objectifs ZEV. Elles ont pour cela mené des programmes de recherche et d'incitation, par exemple en promouvant l'acquisition de flottes électriques par les entreprises, en encourageant l'équipement des résidences particulières en postes d'alimentation.

25. Le coût économique du reste du programme a également fait l'objet de vives polémiques et d'estimations plus ou moins partisans. Les estimations les plus basses étaient celles du CARB pour lequel atteindre la norme LEV n'entraînerait qu'un surcoût de 150 \$ par véhicule, et moins de 1500 \$ pour la norme ZEV. Les estimations des constructeurs américains étaient 5 à 20 fois supérieures (Austin *et al.*, 1994, Table 5-3). Un organisme indépendant, Sierra Research avait produit des estimations plus réalistes: un surcoût de 775 à 1000 \$ par véhicule pour la norme LEV, et de 12.500 à 21.000 \$ pour la norme ZEV (Austin *et al.*, 1994, p.101).

26. À côté de la mise en observation du programme de passage au véhicule zéro pollution, d'autres ajustements ont été opérés pendant cette période. Par exemple, en juillet 1997, une

nouvelle procédure a été définie pour rendre les tests d'homologation plus proches des conditions réelles de circulation, en intégrant la conduite à grande vitesse et l'usage de la climatisation. Ces tests devaient entrer en vigueur dès les modèles 2001 de LEV et ULEV (CARB, 1997a).

Depuis 1998 un renforcement et l'inclusion des utilitaires légers jusqu'à 4 tonnes dans la catégorie des voitures particulières.

27. En 1998 le CARB a mis en discussion une révision du programme LEV, sous le nom "LEV II" qui sera en vigueur de 2004 à 2010 avec une phase transitoire de 2001 à 2004. Malgré une forte opposition des constructeurs automobiles, après quelques ajustements, le programme LEV II a été adopté en août 1999.

28. Ce programme prévoit d'abord une continuation du durcissement de la norme moyenne afin que les voitures mises sur le marché en 2010 émettent 12 fois moins d'hydrocarbures que les voitures produites avant le début du programme LEV. Le Tableau 5 montre l'évolution imposée pour chaque année modèle sur la durée du programme.

Tableau 5 - Évolution programmée en 1998 de l'émission moyenne pour les hydrocarbures NMOG* (en grammes par mile)

Poids total en charge	0-1,7t	1,7t-3,9t**
Année modèle 2001	0,070	0,098
2002	0,068	0,095
2003	0,062	0,093
2004	0,053	0,085
2005	0,049	0,076
2006	0,046	0,062
2007	0,043	0,055
2008	0,040	0,050
2009	0,038	0,047
2010 et au-delà	0,035	0,043

Source: CARB (2001) California Exhaust Emission Standards and Test Procedures For 2001 and Subsequent Model Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles, California Environmental Protection Agency Air Resources Board.
<http://arbis.arb.ca.gov/msprog/levprog/cleandoc/LDTPRev2.doc>
 Notes:
 * NMOG = non methane organic gas (hydrocarbures hors méthane)
 ** 3751-8500lbs

29. Les classes définies pour les utilitaires jusqu'à 4 tonnes (8500 lbs) sont maintenant soumises aux mêmes normes que les voitures particulières. Seule la norme moyenne est un peu moins sévère (voir Tableau 5). Cette mesure a été prise pour répondre à la très forte progression des utilitaires légers (4x4, monospaces, etc.) utilisés comme voitures particulières, dont la part dans les ventes est passée de 20% en 1980 à 46% en 1997. Des normes différentes sont édictées pour les classes de véhicules de poids supérieur à 4 tonnes.

30. Le programme LEV II crée aussi une nouvelle classe dite Super-Ultra-Low-Emission Vehicle (SULEV) et introduit pour chaque classe des normes plus durables, que les véhicules doivent respecter après une usure correspondant à 120.000 miles (190.000 km) au lieu de 100.000 miles dans LEV I. Le programme introduit aussi des normes pour les véhicules diesel, qui, jusqu'à présent représentaient une portion infime de ventes de voitures, mais qui peuvent être appelés à se développer du fait des progrès récents de cette technique. Le Tableau 6 ci-dessous montre les normes que doivent respecter les voitures particulières et les utilitaires légers pour obtenir les certifications à partir de l'année modèle 2004. Les modifications apportées par LEV II sont indiquées en caractères gras.

Tableau 6 - Normes LEV I (1995) et ajouts apportés par le programme LEV II (1998) (en grammes par mile)

Catégorie de véhicules	Base de durabilité (miles)	NMOG (g/mi)	CO (g/mi)	NOx (g/mi)	PM (Diesel) (g/mi)
TLEV	50 000	0,125	3,4	0,4	
	120 000	0,156	4,2	0,6	0,04
LEV	50 000	0,075	3,4	0,5	
	120 000	0,090	4,2	0,7	0,01
ULEV	50 000	0,040	1,7	0,5	
	120 000	0,055	2,1	0,7	0,01
SULEV	120 000	0,010	1,0	0,2	0,01

Note: Les modifications apportées par LEV II sont en caractères gras
 Les NMOG sont les hydrocarbures à l'exclusion du méthane
 Source: CARB California Air Resources Board www.arb.ca.gov

31. Les tests d'homologation ont également été rendus plus sévères pour s'étendre sur trois jours (pour les tests d'évaporation) et tenir compte de conditions climatiques diverses (plus ou moins chaud et humide), des effets de l'altitude, de l'effet de l'usure, etc. L'obligation a été faite aux constructeurs pour garantir la durabilité des pièces détachées "coûteuses" sur 7 ans ou 70.000 miles, etc.

32. Un système complexe de "crédits ZEV partiels" a été mis en place pour permettre aux constructeurs de compenser leur non-respect des quotas de ZEV en produisant des véhicules d'autres classes qui présentent des caractéristiques supérieures à celles de leur classe. Par exemple, en fabriquant des véhicules SULEV qui après 150.000 miles respectent les normes SULEV prévues pour 120.000 miles, et qui sont équipés d'un système de diagnostic embarqué de deuxième génération, et qui offrent une garantie de 15 ans ou 150.000 miles contre tout défaut constaté par ce système de diagnostic embarqué, etc., le constructeur peut obtenir des crédits partiels qui le dispensent de réaliser la totalité du quota de ZEV imposé⁴. Cette mesure répond en fait au développement technique qui a fait apparaître des véhicules nouveaux comme les véhicules à propulsion hybride ou ceux utilisant les piles à combustible. En ne se focalisant pas sur la voiture électrique, le système des normes LEV incite donc chaque constructeur à inventer et à commercialiser avant la concurrence les véhicules qui sont plus attractifs que les véhicules électriques et qui donc demanderont des subventions croisées plus faibles.

33. Pour mieux prendre en compte les spécificités techniques de ces nouveaux véhicules, de nouveaux tests d'homologation ont été élaborés, par exemple pour tenir compte du fait que les véhicules hybrides n'utilisent leur moteur thermique que de façon intermittente. Les "crédits ZEV partiels" qu'ils permettent d'obtenir sont d'autant plus importants que leur autonomie en traction purement électrique est élevée. Une analyse détaillée du système de crédits ZEV partiels a été réalisée à l'Université de Californie Davis par Friedman et al. (1998).

34. Le coût économique du programme LEV II a été évalué, par CARB, entre 68 et 206 \$ par véhicule avec une moyenne de 107 \$. Un problème cependant n'a pas été résolu, c'est l'impact négatif des extensions de garantie sur les entreprises de réparation indépendantes qui se trouveront privées de travail du fait que les travaux sous garantie ne peuvent être conduits que chez les concessionnaires des marques. La question est à l'étude car la survie de ces mécaniciens indépendants est jugée utile à la concurrence.

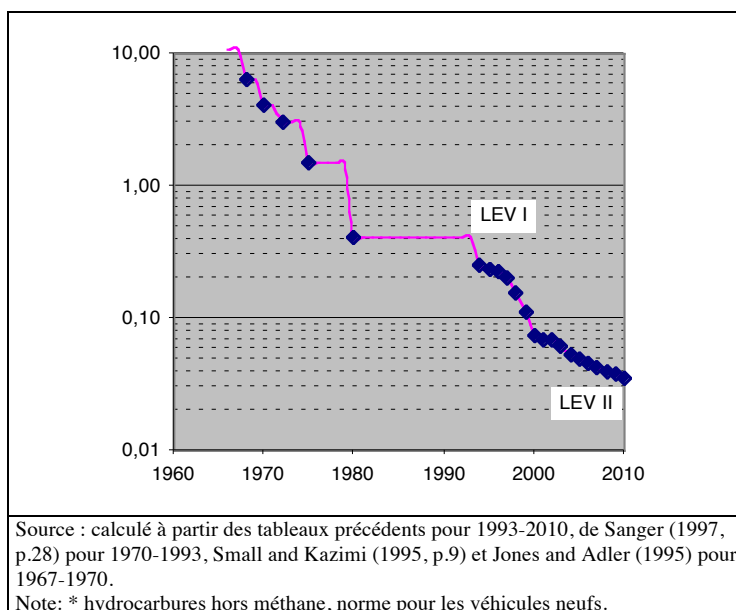
LES EFFETS DU PROGRAMME LEV

L'impact du programme sur la qualité environnementale des voitures

35. Le premier effet du programme LEV a été de permettre une reprise du durcissement des normes de pollution imposées aux voitures neuves. C'est ce que montre le graphique ci-dessous pour les hydrocarbures. L'échelle logarithmique permet de visualiser le fait que les programmes LEV ont imposé une réduction des émissions équivalente à celle imposée depuis les premières normes de 1968. Il en résulte qu'en 2010, les voitures neuves émettront 300 fois moins d'hydrocarbures que les voitures neuves vendues à la fin des années 60, soit une réduction de 99,7%.

⁴ En fait, en 2003 seulement 4% des voitures vendues par les grands constructeurs devront respecter la stricte norme ZEV, c'est-à-dire, dans l'état actuel de la technologie, en vendant des voitures à moteur électrique alimenté par batteries ou par pile à combustible hydrogène ; les 6% restant du quota pouvant être compensés par des crédits ZEV partiels obtenus en vendant des voitures à propulsion hybrides, ou à piles à combustible à réformateurs de méthanol.

Figure 1 - Évolution de la norme californienne pour les hydrocarbures* entre 1968 et 2010 (en grammes par mile)



36. En fait la simple observation de l'évolution de la norme sous-estime l'effet réel de cette politique sur les émissions effectives des voitures en circulation. En effet, tout au long de la période, les procédures des tests d'homologation des véhicules ont connu une évolution au moins aussi importante que les normes pour rendre mieux compte des conditions réelles d'utilisation des véhicules et des effets de l'usure des mécaniques.

L'impact du programme sur l'industrie

37. Comme lors de l'introduction des premières normes anti-pollution il y a 30 ans, les constructeurs japonais ont été plus prompts que les constructeurs nationaux à produire des prototypes et à mettre sur le marché des modèles satisfaisant aux normes nouvelles. Dans le domaine des voitures électriques, les prototypes proposés par les japonais comme par les américains n'ont fait que regrouper des techniques connues plus ou moins chères sur des conceptions conventionnelles. En revanche, dans la classe ULEV, alors que les constructeurs américains expliquaient que seules des voitures fonctionnant avec des carburants spéciaux comme le GPL pouvaient respecter la norme (Jones & Adler, 1995), les Japonais, et particulièrement Toyota, ont créé la surprise en commercialisant une voiture hybride plusieurs années avant la concurrence, d'abord au Japon, puis en Californie. Rapidement les autres constructeurs ont suivi cette voie, le plus souvent en arrêtant de vendre des voitures électriques.

38. Le premier ULEV certifié en janvier 1994 était un monospace (van) de Chrysler avec un moteur à gaz naturel comprimé (CARB, 1994). Mais les premiers ULEV à essence ont été deux voitures japonaises en 1998, la Honda "Accord" de 2,3 litres et la Mazda "Protégé" de 1,6 litres (CARB, 1998a).

39. La même année, Honda et Nissan ont fait homologuer, pour l'année modèle 2000, deux SULEV, c'est-à-dire des voitures cinq fois moins polluantes que les ULEV. La Nissan "Sentra" est de plus qualifiée pour un crédit ZEV partiel puisqu'elle présente les caractéristiques optionnelles suivantes: Zéro évaporation de carburant, standard de durabilité et de garantie pour 150.000 miles au lieu de 120.000 (CARB, 1998b).

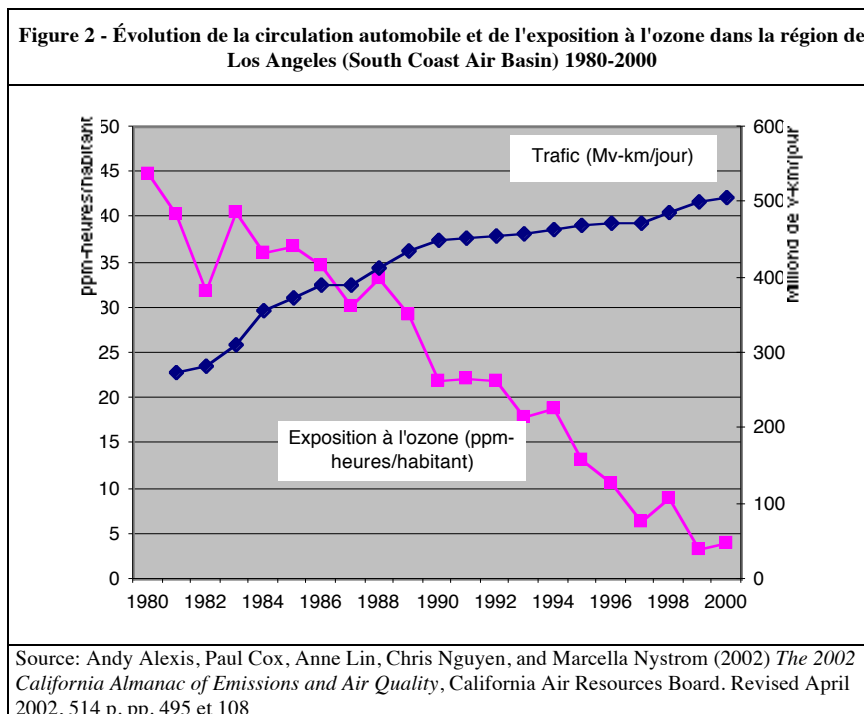
40. Au même moment, des avancées décisives ont eu lieu dans le domaine des piles à combustibles qui laissent prévoir la mise sur le marché de ZEV qui n'auraient aucune des tares des voitures électriques (autonomie réduite, surtout s'il faut chauffer la voiture en hiver, temps de charge très long, faible durée de vie des batteries, etc.).

L'impact du programme sur la qualité de l'air

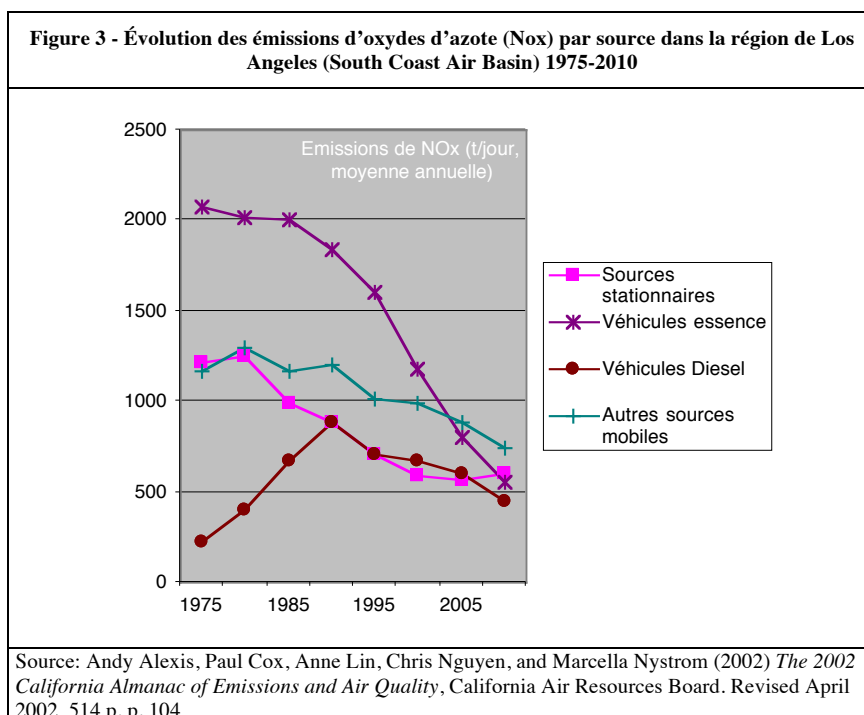
41. La chaîne des causalités entre réduction des émissions polluantes des voitures neuves et qualité de l'air est extrêmement complexe car cette qualité dépend aussi des autres sources de pollution mobiles et fixes, du volume de trafic et des conditions de circulation, de la qualité de l'entretien des véhicules, du rythme de renouvellement du parc en circulation, des conditions climatiques, etc. Les données disponibles sur la région de Los Angeles, qui est la région la plus

polluée de Californie, laissent cependant penser que la politique de normes a eu une influence considérable, et les projections montrent que les nouvelles normes moyennes vont accentuer cet effet.

42. Nous avons présenté dans la Figure 2 ci-dessous, les évolutions comparées du trafic automobile mesuré en millions de véhicules-km et la qualité de l'air mesurée en ppm-heure d'ozone par personne exposée. Malgré un doublement du trafic dans les vingt dernières années, l'exposition à l'ozone (le principal polluant atmosphérique de la région) a été divisée par dix.



43. Cette évolution spectaculaire ne tient qu'en partie à la réduction des émissions par les voitures car d'autres sources ont également réduit leurs émissions. La formation d'ozone dans le climat de la Californie du sud est fortement corrélée avec les concentrations d'oxydes d'azote (Nox). Nous avons porté, dans la Figure 3 ci-dessous l'évolution passée et projetée des émissions de Nox par différentes sources.



44. Ces données montrent que les émissions par les automobiles ont été réduites beaucoup plus fortement que celles par les autres sources au point que de principal pollueur, les automobiles sont en passe de devenir le moindre pollueur. On constate une évolution très semblable pour les émissions de gaz organiques réactifs (GOR), qui sont les autres « précurseurs » d'ozone. Ainsi, l'amélioration de la qualité de l'air tient principalement à la forte réduction de la pollution automobile. Comme cette réduction s'est faite malgré une forte augmentation du trafic, on peut légitimement penser que la politique de normes a été décisive et si l'on en croit les projections, avec le renouvellement du parc, la récente politique de normes moyennes ne fera qu'accentuer cette évolution.

LES AVANTAGES DES NORMES MOYENNES CALIFORNIENNES

45. Le système des normes LEV est plus compliqué à administrer que les systèmes des normes universelles telles qu'on les pratique en Europe. Quels sont ses avantages?

Les avantages des normes moyennes sur les normes universelles

46. S'il est un domaine où la réglementation a donné des résultats spectaculaires, c'est celui de la lutte pour réduire la pollution atmosphérique automobile en Californie. Les taux de la réduction des émissions de gaz polluants entre 1967 et 1993 varient selon les polluants de 97,6% à 90,2%. C'est-à-dire que les véhicules neufs, au terme de ces deux décennies, polluaient de 10 à 40 fois moins qu'avant.

47. Par sa rigidité, la réglementation impose cependant des coûts élevés et tend à restreindre l'éventail des techniques à développer. Elle impose des coûts élevés parce qu'elle oblige les constructeurs à réduire les émissions de tous leurs modèles, y compris ceux pour lesquels cette réduction est techniquement particulièrement difficile ou coûteuse. En revanche, elle n'incite pas à améliorer un véhicule qui respecte déjà la norme, même si cette amélioration est techniquement facile et peu coûteuse. Ce coût élevé incite le législateur à modérer ses exigences, ce qui à son tour, décourage la recherche dans les solutions qui potentiellement permettraient des réductions considérables des émissions de polluants et donc restreint l'éventail des techniques à développer.

48. Avec les normes moyennes définies sur l'ensemble de la production de chaque constructeur, la réglementation gagne une souplesse qui est généralement l'apanage des mesures incitatives économiques. Dans ces cas, la puissance publique définit une norme que chaque constructeur (et chaque importateur) doit respecter en moyenne sur ses ventes de l'année. Tout dépassement est sanctionné par une pénalité proportionnelle au dépassement et au nombre de véhicules vendus. La première expérience des normes moyennes est celle des normes CAFE introduites en 1978 aux États-Unis.

49. Dans le cas de la norme CAFE⁵, les producteurs devaient chaque année diminuer la consommation kilométrique moyenne de l'ensemble de leur gamme selon un programme imposé à tous les constructeurs. Pour atteindre cet objectif, ils ont eu recours simultanément à plusieurs stratégies, la première, et la plus importante à long terme, a été de développer la recherche pour améliorer l'efficacité énergétique de leurs modèles: en dix ans la consommation kilométrique moyenne des voitures américaines a été réduite de moitié. Mais à plus court terme, pour ne pas dépasser la norme et payer les énormes pénalités prévues, les constructeurs ont incité leurs clients à acheter les petits modèles de leur gamme en pratiquant des subventions croisées entre les acheteurs de grosses cylindrées qui payaient plus chers leur véhicule et les acheteurs de petites voitures qui bénéficiaient de tarifs subventionnés. En soit, le fait que les acheteurs de modèles qui dépassent la norme soient pénalisés au profit des acheteurs des modèles qui la respectent peut s'apparenter à la tarification d'une externalité.

50. À résultat égal, l'avantage de la norme moyenne sur la norme universelle est qu'elle laisse au constructeur le choix des modèles sur lesquels faire porter ses efforts de recherche. Cette flexibilité garantit que l'objectif sera atteint au moindre coût économique.

51. Comme toutes les réglementations, la norme moyenne pose cependant un problème. Comme le montre l'expérience de la norme CAFE: les constructeurs trouveront toujours la norme excessive et le législateur n'a que peu d'éléments pour juger du bien-fondé de cette critique. Une solution élégante à ce problème consiste à introduire un marché des droits à ne pas respecter la norme, ou, plus précisément, à autoriser la cession entre constructeurs de crédits qu'ils peuvent obtenir s'ils devancent la norme. C'est ce que fait le système LEV. Cette

⁵ Voir Darbéra, Richard (1999b), "CAFE: L'expérience américaine des normes de consommation appliquées aux voitures particulières", Contribution au Groupe de travail ARC ECODIF du CNRS, LATTES-ENPC, Paris, juillet 1999, 30 p.

option n'a pas encore été utilisée par les constructeurs, mais elle apporte deux compléments au système des normes moyennes. Elle introduit une égalité de traitement entre les constructeurs de grosses cylindrées, qu'ils soient généralistes ou spécialistes⁶, et le prix atteint par ces droits sur le marché fournit au législateur une indication précise de l'effort demandé aux producteurs pour respecter la norme.

Les avantages des normes moyennes sur les subventions à la recherche

52. Les avantages de la norme moyenne sur les subventions publiques à la recherche ou à l'achat de véhicules "propres" (comme la juppette) sont tout aussi considérables. Cette approche ne grève pas les budgets publics et elle laisse aux constructeurs la responsabilité de déterminer l'opportunité et le montant de la subvention croisée. Mais surtout, en faisant supporter le coût de cette subvention aux constructeurs, elle les incite fortement à développer des modèles performants avant la concurrence pour éliminer la nécessité de subventionner leurs voitures propres en surfacturant leurs voitures qui ne respectent pas la norme.

L'intérêt des classes de véhicules propres

53. Si l'avantage de recourir à des normes moyennes est démontré, celui d'y ajouter la définition de classes de véhicules propres est moins clair. Pourquoi avoir défini des classes de véhicules propres au lieu de laisser les constructeurs choisir eux-mêmes les types de véhicules sur lesquels faire porter l'effort de recherche technique et l'effort de promotion des ventes de façon à atteindre la norme moyenne imposée ? Le système de classes de véhicules introduit par ailleurs une rigidité dans la mesure où il établit, au sein d'une même classe, un couplage fixe entre les émissions de polluants différents. Ce qui a pour effet de décourager les innovations techniques qui n'apporteraient d'amélioration que sur une partie des polluants. Pourquoi donc avoir défini des classes TLEV, LEV, ULEV, etc ?

54. On peut trouver deux raisons à cela. La première raison est de faciliter le calcul de la moyenne des émissions des véhicules vendus par un constructeur pour une année donnée. La seconde raison est de ne pas rendre trop complexe le contrôle technique périodique des véhicules en circulation.

55. Les classes de véhicules, facilitent grandement les calculs des moyennes et les procédures d'agrément. En fait elles sont indispensables dès lors que l'on veut introduire la flexibilité que permet un système de norme moyenne. On n'imagine mal en effet comment il serait possible de calculer pour chaque polluant la moyenne des émissions pour l'ensemble des véhicules vendus par un constructeur s'il fallait prendre en compte la valeur exacte des émissions de chacun des modèles et sous-modèles de la marque avec leurs différentes motorisations. L'homologation de chaque modèle ferait également l'objet de contestations car chaque milligramme de polluant aurait un effet sur la moyenne. Il est plus facile de vérifier qu'un modèle entre ou non dans une classe donnée, et de calculer ensuite la moyenne pondérée sur seulement trois ou quatre classes de véhicules.

56. La deuxième raison est d'éviter que le système de norme moyenne ne rende trop complexe le contrôle de pollution périodique et obligatoire des véhicules en circulation, le « Smog Check ».

57. Pour les véhicules produits avant 1993, le Smog Check consiste à comparer les émissions mesurées d'un véhicule à la norme en vigueur le jour de sa première mise en circulation⁷. Comme ces normes n'étaient actualisées qu'une ou deux fois par décennie, le contrôle ne se fait que par rapport à trois ou quatre normes de référence. Pour les modèles produits depuis, on exige de chaque véhicule qu'il respecte, non pas la norme moyenne de son année modèle, mais la norme de sa classe parmi les cinq classes définies : TLEV, LEV, ULEV, SULEV et ZEV, cette classe étant spécifiée sur la carte grise et sur le châssis du véhicule.

58. Un système de norme moyenne qui ne passerait pas par la définition de classes de véhicules rendrait la tâche impossible car il faudrait pour chaque véhicule contrôlé se référer à la norme de son année de mise en circulation pour son modèle spécifique, c'est-à-dire à une norme parmi un ensemble de norme aussi nombreuses qu'il y a d'années et de modèles.

L'intérêt d'un quota obligatoire de véhicules « Zéro pollution »

59. La composante du programme LEV qui a fait l'objet des controverses les plus vives (et des amendements les plus nombreux) est l'obligation faite aux principaux constructeurs

⁶ Le marché des crédits revient en fait à "externaliser" la possibilité de subventions croisées qu'auparavant seuls les constructeurs généralistes pouvaient pratiquer entre leurs grosses et leurs petites voitures.

⁷ Sur le contrôle technique et le "Smog Check" californien, voir Darbéra (1999a).

automobiles de mettre sur le marché un quota minimum de voitures « zéro pollution ». Du moment qu'une norme moyenne chaque année plus stricte est respectée, on peut en effet douter de l'intérêt pour la puissance publique de se mêler de choix technologiques.

60. En fait l'argument avancé par le CARB pour justifier cette politique ne tient pas à la qualité des voitures neuves au moment de leur mise sur la route, mais à la difficulté de conserver cette qualité dans les conditions réelles de leur utilisation (Friedman et al., 1998, p.3). En vieillissant, les moteurs à combustion s'usent et les équipements qui maîtrisent de la pollution qu'ils émettent se dégradent. En conséquence les émissions de polluants augmentent. Pour le CARB, les normes d'usure et de garantie imposées aux constructeurs ne suffiront jamais à empêcher cette évolution. Elle a en effet plusieurs causes dont : le vieillissement et l'empoisonnement des catalyseurs, les pannes des systèmes de contrôle embarqués, le bidouillage volontaire des mécaniques par leur propriétaire, et l'indifférence des automobilistes aux alertes des systèmes de diagnostic embarqués (obligatoires depuis 1996). Les contrôles techniques périodiques obligatoires de même que les contrôles sur le bord des routes se sont montrés très inefficaces pour empêcher cette évolution (Lave, 1993 ; Glazer *et al.*, 1995). Pour le CARB, seules les voitures électriques échappent à cette dégradation environnementale.

61. Le CARB avance également comme justification les bénéfices indirects du programme ZEV comme la création d'activités de haute technologie en Californie, les retombées technologiques telles que le développement des véhicules électriques non-routiers ou celui des deux-roues électriques, les avancées dans le domaine du stockage de l'énergie, etc. En fait, une étude réalisée à la demande du CARB par des universitaires (Burke et al., 2000) montre que ces bénéfices sont surtout potentiels tant que les voitures électriques ne seront pas rentables. D'après les auteurs de l'étude, c'est paradoxalement dans les technologies mise en œuvre dans les SULEV (voitures hybrides, piles à combustibles, etc.) que réside le principal bénéfice indirect des efforts vainement (?) réalisés pour la mise au point des ZEV.

CONCLUSION

62. Avec le programme LEV, la Californie joue à nouveau un rôle précurseur en matière de lutte pour réduire la pollution atmosphérique automobile. Elle le fait cette fois en innovant sur les instruments de politique en proposant le système de normes multiples associées à des quotas pour permettre aux constructeurs d'atteindre un objectif moyen sur l'ensemble de leur gamme.

63. Les avantages de ce système par rapport aux normes universelles telles qu'on les pratique en Europe (et, pour l'instant, dans le reste des États-Unis) est qu'il introduit une grande flexibilité pour permettre aux constructeurs automobiles d'atteindre des normes moyennes plus strictes au moindre coût. Cette flexibilité favorise aussi le développement de nouvelles techniques.

64. Les constructeurs japonais ne s'y sont pas trompés qui se sont précipités pour être les premiers à produire des modèles commercialisables qui répondent à ces nouvelles normes. Il est probable que sans les normes californiennes, aucun industriel ne se serait lancé dans les recherches sur les piles à combustibles.

65. Comme toute aventure pionnière, l'expérience Californienne des normes moyennes a connu quelques balbutiements comme la volonté prématurée d'introduire des véhicules électriques. Mais le système a bien fonctionné puisque sans ralentir le rythme de sévérisation de la norme moyenne, des aménagements ont été faits qui ont permis de substituer d'autres solutions techniques plus économiques.

RÉFÉRENCES

- Austin, Thomas C. et al. (1994), "Cost Effectiveness of Further Regulating Mobile Source Emission", *Sierra Research, Inc. Report no. SR-940203*, February 1994
- Burke, A.F., K.S. Kurani and E.J. Kenney (2000) Study of the Secondary Benefits of the ZEV Mandate, Report Prepared for the California Air Resources Board Research Division (Contract 99-328), Institute of Transportation Studies, University of California-Davis, August 2000, 100 p. <http://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/2000review/zevben.pdf>
- CARB (1994) "ARB Certifies First Ultra Low Emission Vehicle", News Release 94-1, California Air Resources Board, Jan. 6, 1994.
- CARB (1996a) "ARB Auto Pollution Reduction Program Proves Cost-Effective", News Release 96-29, California Air Resources Board, Nov. 21, 1996.
- CARB (1996b) *Final regulation order - Board Hearing: September 28, 1995 - Version as amended 4/24/96*, California Air Resources Board, 1996.

- CARB (1997a) "ARB Adopts New Test Procedure to Reflect Real-World Driving Conditions", News Release 97-21, California Air Resources Board, July 24,1997.
- CARB (1998a) "Mazda Certifies Ultra Low Emission Protégé ", News Release 98-42, California Air Resources Board, July 17,1998.
- CARB (1998b) "Two Automakers Meet Air Board's Most Stringent Emissions Standards", News Release 98-42, California Air Resources Board, July 17,1998.
- CARB (2001) California Exhaust Emission Standards and Test Procedures For 2001 and Subsequent Model Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles, California Environmental Protection Agency Air Resources Board. <http://arbis.arb.ca.gov/msprog/levprog/cleandoc/LDTPRev2.doc>
- Darbéra, Richard (1999a) "Une expérience américaine des contrôles techniques: le Smog Check californien" Contribution au Groupe de travail ARC ECODIF du CNRS, LATTIS - École Nationale des Ponts & Chaussées, Décembre 1999, 15 p.
- Darbéra, Richard (1999b), "CAFE: L'expérience américaine des normes de consommation appliquées aux voitures particulières", Contribution au Groupe de travail ARC ECODIF du CNRS, LATTIS-ENPC, Paris, juillet 1999, 30 p.
- Davis, Stacy C. (1999) Transportation Energy Data Book 19, Oak Ridge National Laboratory, September 1999, Table 4.25 http://www.cta.ornl.gov/data/tebd19/Full_Doc_tedb19.pdf
- de Neufville, Richard, Connors, Stephen R. Field, Frank R III. Marks, David. *et al.* (1996) "The electric car unplugged". *Technology Review*. 99(1): 30-36. 1996 Jan.
- Friedman, David., John Wright, Daniel Sperling, Andrew Burke, and Robert Moore (1998) "Partial ZEV Credits An Analysis of the California Air Resources Board LEV II Proposal to Allow Non-ZEV's to Earn Credit Toward the 10 % ZEV Requirement of 2003" UCD-ITS-RR-98-5, Institute of Transportation Studies, University of California Davis, March 1998 <http://its.ucdavis.edu/publications/rr-98-5-ocr.pdf>
- Glazer, Amihai, Daniel B. Klein and Charles Lave (1995) "Clean on Paper, Dirty on the Road : Troubles with California's Smog Check", *Journal of Transport Economics and Policy*, January, pp. 85-92.
- Jones, K. H. and Jonathan Adler (1995) " Time to reopen the clean air act: clearing away the regulatory smog", *Policy Analysis* No. 233 July 11, 1995. <http://www.cato.org/pubs/pas/pa-233.html>
- Lave, Charles (1993) "Clean for the Day — California Versus the EPA's Smog Check Mandates", *Access* No. 3, Fall 1993, University of California Transportation Center (UCTC), Berkeley, pp.3-7.
- Sanger, R.P. (Chairman) (1997) Motor vehicle emission regulations and fuel specifications - Part 2 Detailed information and historic review (1970-1996), Concawe, Brussels, March 1997, 228 p.
- Small, Kenneth A. and Camilla Kazimi, [1995], "On the Costs of Air Pollution from Motor Vehicles", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.29 n°1, January 1995, pp.7-32.
- Szakaly, Kristin (1997) *An Analysis of the Low-emission Vehicle Tax Credit Program*, The Legislative Analyst's Office, Sacramento CA, 1997, <http://www.lao.ca.gov>

ANNEXE: RÉPONSES (NON PUBLIÉES) AUX QUESTIONS DES ÉVALUATEURS

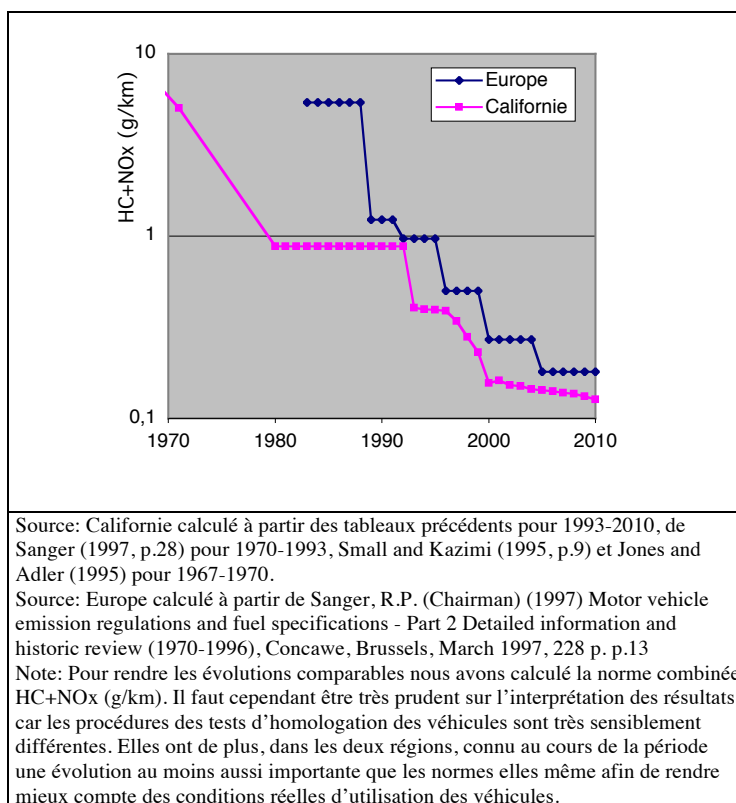
1/ Sur le plan économique est-il démontré que cette approche permet de réduire la pollution au moindre coût (comparativement à la norme dite universelle) ?

66. La seule démonstration ne peut être que théorique, comme celle qui est présentée dans le texte. Il est en effet pratiquement impossible de donner le coût économique des normes anti-pollution pour des raisons méthodologiques et pour des problèmes d'accès aux données. C'est le problème qui se pose à l'Insee pour mesurer l'évolution du prix des voitures « à qualité constante » la méthode utilisée par l'Insee est une recette secrète que je n'ai jamais réussi à obtenir malgré de nombreux courriers et appels téléphoniques. Ce qui laisse planer un soupçon de cuisine.

2/ Les résultats sur les émissions des véhicules sont bien sûrs spectaculaires (fig.1). Mais les évolutions du parc européen ne sont elles pas similaires, ou tout au moins ne parviennent-elles pas aux mêmes niveaux d'émissions ?

67. La comparaison en termes de qualité environnementale des véhicules à partir de la seule lecture des normes est très risquée parce que les cycles de circulation d'homologation sont très différents. Ils le sont en partie parce que les conditions d'usage des véhicules sont différentes en Europe et en Californie. Je crois cependant que l'effet des normes californiennes est beaucoup plus fort que celui de normes européennes puisque c'est sur le marché californien qu'apparaissent les motorisations les plus innovantes. Je m'étais cependant posé la question, et au prix de quelques calculs audacieux, j'avais produit le graphique ci-dessous. Mais je ne l'ai pas mis dans l'article car je crois que la question est trop complexe pour être traitée aussi rapidement. Elle devrait faire l'objet d'une recherche spécifique qui soumettrait des véhicules américains aux tests européens et inversement.

Figure 4 - Comparaison l'évolution des normes Euro en Europe et Ulev en Californie, pour les voitures particulières selon l'année modèle



3/ Enfin, dernier point, la politique présentée ici est explicitement et uniquement tournée vers une réponse technologique. Il existe bien évidemment beaucoup d'autres solutions envisageables, touchant aux modes de vie, à l'organisation des villes et/ou de leur système de transport. L'auteur les ignore complètement. Ne pourrait-il pas les évoquer pour resituer le type de mesure qu'il présente, quitte, si c'est son point de vue, à souligner qu'elles lui apparaissent moins pertinentes ?

68. Dans la section « Les avantages des normes moyennes californiennes », avant la sous-section « Les avantages des normes moyennes sur les normes universelles » j'aurais pu mettre une sous-section « Les avantages des normes universelles sur les politiques visant à réduire la mobilité ou à favoriser le transfert modal, ou à changer la vie ». Toutes ces politiques ont beaucoup d'intérêt, mais en matière de pollution atmosphérique locale, leurs résultats sont sans commune mesure avec le coût économique des moyens employés, quand ces résultats ne sont pas négatifs.

69. Si on prend les plans de déplacements urbains (PDU), avec par exemple celui de l'Ile de France, si j'ai bonne mémoire, on espère au mieux réduire de 5% la demande de déplacements en voiture dans dix ans, non pas par rapport à la demande d'aujourd'hui, mais par rapport à la demande dans dix ans si rien n'était fait. En clair ça veut dire que le PDU ne va pas inverser mais seulement un peu ralentir la croissance de la demande de déplacements automobiles. Si dans le même temps on choisit de ne pas investir dans des infrastructures routières pour suivre cette demande, l'augmentation de la congestion qui s'ensuivra ne pourra qu'augmenter la pollution. Mais heureusement, sur la même période, sous l'effet du renouvellement du parc avec des voitures satisfaisant aux nouvelles normes, l'ensemble de la circulation, malgré son augmentation, émettra globalement deux fois moins de polluants.

Je peux produire quelques paragraphes documentés sur cette question, mais je crains que cela nous éloigne de l'objet de l'article qui, pour moi, était centré sur le principe des normes moyennes, ses modalités de mise en œuvre et sa supériorité sur les autres politiques visant à transformer les voitures. Si vous y tenez, dites-le moi vite que je puisse vous envoyer une nouvelle version dans la semaine.