

LUTTE CONTRE LES NUISANCES AUTOMOBILES
ET ECONOMIES D'ENERGIE
tentative de typologie, recherche d'une problématique

Y. GEORGIADIS
*Institut de Recherche des Transports
Centre d'Evaluation et de Recherche des Nuisances
et de l'Energie*

La mise en place des mesures visant la réduction du bruit dû aux transports peut avoir des effets positifs ou négatifs sur d'autres objectifs, dont l'économie d'énergie ou la lutte contre la pollution. Parallèlement, l'adoption d'actions permettant de réduire la consommation de carburant, peut aussi avoir des effets secondaires, sur d'autres paramètres, qu'on s'efforce, par ailleurs de maîtriser.

Pour éviter les effets pervers, de toute mesure prise isolément pour servir tel ou tel objectif, il semble opportun, de définir une stratégie globale, capable d'intégrer et de servir, une multitude de dimensions. La politique pluridimensionnelle, est indiscutablement plus difficile à définir, à concevoir et à mettre en oeuvre, mais elle permet, par son ampleur, d'écarter les effets imprévus, néfastes sur tel ou tel paramètre. La définition de cette politique nécessite la concertation de toutes les parties concernées, les pouvoirs publics, les constructeurs automobiles, les associations de défense de l'environnement ou autres, les consommateurs-conducteurs.

Il paraît, a priori, difficile d'obtenir des résultats favorables pour tous les objectifs visés ; néanmoins, l'approche globale permettra la réalisation d'un compromis, entre la lutte pour la réduction du bruit, les économies d'énergie et la réduction des émissions de polluants.

Il s'agit ici, par le recensement (non exhaustif) et la présentation des diverses mesures, de révéler leurs conséquences sur les paramètres mentionnés ci-dessus. Les mesures choisies s'opèrent à des niveaux différents. Des interventions techniques à la source, on passera aux mesures réglementaires (limitation de vitesse), ensuite aux actions sur les infrastructures et enfin aux instruments de sensibilisation et d'information.

Toutes les parties concernées peuvent agir à un niveau ou à un autre et avec des effets plus ou moins importants.

L'objectif recherché consiste à dégager les convergences ou les conflits de ces mesures et de déterminer les actions qui seront les mieux placées en vue du meilleur compromis.

L'illustration graphique viendra appuyer une tentative de typologie. Il serait, en effet, enrichissant de pouvoir procéder à des regroupements des diverses actions, en fonction de leurs effets escomptés sur les trois dimensions qui nous intéressent.

I - ACTIONS TECHNIQUES A LA SOURCE

BREVE PRESENTATION DES PROCÉDES TECHNIQUES ET DES EFFETS EXPERIMENTES OU ESCOMPTES SUR LA CONSOMMATION DE CARBURANT, L'EMISSION SONORE ET LES EMISSIONS DE POLLUANTS

I.1 - Techniques de réduction du bruit par action directe sur les sources

Il s'agit d'intervenir au niveau du moteur, de la transmission, de l'admission et de l'échappement sans recourir à l'encapsulage.

Ces interventions ont un effet faible sur le poids et en général négligeable sur l'aérodynamique. Des résultats positifs sur le plan du bruit sont accompagnés par un effet négligeable, voire favorable sur la consommation de carburant.

I.2 - Encapsulage du moteur

L'utilisation de l'encapsulage comme procédé technique pour réduire le bruit entraîne une augmentation du poids. Pour les véhicules légers, les surpoids induits sont de l'ordre de 4 Kg par dB(A). Par ailleurs, il apparaît un important effet sur le comportement thermique du moteur avec amélioration de l'équilibre thermique et augmentation des besoins de refroidissement. D'autre part, on relève une amélioration du Cx.

La faiblesse des surpoids entraînée par l'encapsulage peut provoquer des réductions de la consommation de carburants. Ces économies apparaissent au niveau de départ à froid par échauffement plus rapide du moteur et à grande vitesse car la résistance à l'avancement est réduite. Un gain de 0,5 litre aux 100 Km sur SIMCA 1000 peut être réalisé.

En général, les effets de techniques de réduction du bruit par encapsulage sur la consommation énergétique peuvent se résumer comme suit :

- pour des poids lourds à moyens et forts tonnages sur lesquels les surcroûts et les modifications de contre-pression à l'échappement sont d'une incidence négligeable, la consommation est inchangée.

- la consommation de carburant est améliorée sur divers véhicules, comme :

- VW Golf à moteur encapsulé avec meilleur équilibre thermique (légère baisse de la consommation)
- sur la VW Golf à encapsulage sur carrosserie avec meilleur équi-

libre thermique et meilleure aérodynamique, la consommation est abaissée de 3 à 4 %

- sur le poids lourd MAGIRUS-DEUTZ M8 FL la consommation est réduite de 5 à 8 %
- cette consommation est en baisse de 3 à 4 % sur le poids lourd FREIGHTLINER.

Dans l'ensemble, le surpoids induit par l'encapsulage, utilisé pour réduire le bruit, paraît compatible avec une optimisation de la consommation. Des augmentations de consommation de 0,4 % par dB(A) gagné sur les automobiles et de 0,1 % par dB(A) sur les poids lourds, sont compensées par la diminution des départs à froid, l'amélioration de l'aérodynamique et le meilleur contrôle des températures de fonctionnement du moteur.

I.3 - Actions sur les caractéristiques de l'ensemble moteur - transmission

Ces actions visent à réduire l'émission sonore, en intervenant sur le bloc moteur - transmission.

Le rendement énergétique est amélioré car la consommation est réduite de 10 % sur les parcours interurbains grâce à une diminution des régimes moteurs.

Le cinquième rapport sur une boîte manuelle permet de diminuer les régimes moteurs moyens et en conséquence les niveaux de bruit et les consommations. Si les consommations conventionnelles⁽¹⁾ montrent l'apport bénéfique du cinquième rapport (ex. la R5 TL consomme 4,1 litres aux 100 km à 90 km/h et 5,6 litres/100 km à 121 Km/h équipée d'une boîte à cinq rapports contre 4,6 et 6,2 litres respectivement avec une boîte à quatre rapports sur autoroute. En zone urbaine ces consommations sont respectivement de 5,8 et 6,3 litres/100 km pour la boîte à cinq et à quatre rapports. On peut donc évaluer l'économie réalisée à environ 10 %). Les recherches en cours, sur parcours mixte, ont du mal à déceler une différence significative sur la consommation.

Par ailleurs, il faut noter l'effet néfaste de l'automatisation de la transmission, qui reste très pénalisante en ce qui concerne la consommation de carburant. Sur parcours interurbain, l'automatisation de la transmission entraîne une surconsommation de l'ordre de 10 %. Les consommations

(1) AFME "La consommation : un critère de choix" octobre 1984

conventionnelles de la Peugeot 305 GT à boîte manuelle (5 rapports) est de 5,4 litres/100 Km à 90 Km/h et 7,1 litres/100 Km à 120 Km/h alors que celles du même modèle à boîte automatique sont respectivement de 6 litres/100 Km et 7,8 litres/100 Km à 90 et 120 Km/h. Par contre, la boîte automatique semble apporter un gain sur la consommation énergétique en zone urbaine, par l'adaptation automatique du rapport à la charge nécessaire du moteur.

I.4 - Turboalimentation - Turbocompression

Elle permet de récupérer l'énergie perdue à l'échappement sous forme de chaleur, ce qui, en ville, représente environ 50 % de la valeur énergétique dépensée.

Pour les automobiles, la turboalimentation permet un gain de 5 à 10% en consommation de carburant et de 3 à 5 dB(A) du bruit du moteur.

Sur les poids lourds, par la diminution de la brutalité de la montée en pression des gaz en combustion dans les cylindres, elle entraîne une diminution de bruit émis par le moteur de 4 dB(A) et une économie de carburant.

I.5 - Moteur Diesel - Injection directe

Le moteur Diesel est très économe en carburant mais beaucoup plus bruyant qu'une voiture à essence. Pour un véhicule de bas de gamme l'économie moyenne de carburant est de 3 à 4 litres/100 Km. Le bruit émis par un moteur Diesel est supérieur de 5 à 8 dB(A) par rapport à un véhicule à essence. Il semblerait que l'encapsulage du moteur Diesel pourrait le rendre conforme à une norme de 77 dB(A).

Sur le plan de la pollution, le Diesel offre des avantages concernant les hydrocarbures (HC), le monoxyde de carbone (CO) et le plomb (Pb). Les émissions d'oxyde d'azote (NOx), point critique du Diesel, peuvent être réduites avec la suralimentation combinée à l'injection électronique. A cet inconvénient il faut ajouter l'émission de particules et d'une forte pollution sensible.

Le moteur Diesel est plus lourd qu'un moteur à essence et nécessite une batterie et un démarreur plus importants. Des recherches visent la mise au point d'un allumage assisté par une étincelle qui favoriserait un niveau de bruit plus faible et un allègement du moteur. Par ailleurs, cela permettra l'alimentation du moteur Diesel par une grande variété de gazoles différents (d'où une économie d'énergie).

L'exemple de la Golf Diesel illustre l'intérêt énergétique du moteur Diesel ainsi que celui de la suralimentation par turbocompression. D'après les résultats des expérimentations, la Golf consomme, en cycle urbain, pour 100 Km, 6,3 litres de gazole en version Diesel non suralimenté, au

lieu de 8,5 litres d'essence ordinaire en version essence. La suralimentation par turbocompression permettra de passer à 4,7 litres aux 100 Km à 90 Km/h.

I.6 - La cylindrée

Les constructeurs automobiles ont de plus en plus recours aux moteurs à 4 cylindres. La Régie Renault, par la R5, a opté pour la mise en place d'un moteur de plus grosse cylindrée sur véhicules de petite gamme.

Le tableau qui suit illustre l'efficacité sur le plan énergétique et sur celui du bruit de l'accroissement de la cylindrée (en cm³).

Type	Puissance CV	Cylindrée cm ³	Niveau de bruit ISO dBA	Consommation		Cycle urbain	Cycle combiné
				90 km/h	120 km/h		
R.5L	33 à 5 500 t/mn	782	79	6.3		8.1	
R.5TL	44	956	76	6.1	8.6	9.0	7.9
R.5GTL	42	1 100	74	4.9	7.1	8.7	6.9

(Tableau extrait "La lutte contre les nuisances de la circulation face à la crise de l'énergie" C. LAMURE).

I.7 - Automatisation et électronique

I.7.1 - Automatisation des boîtes de vitesse

Si l'automatisation de la transmission (voir I.3) est pénalisante pour la consommation de carburant sur parcours interurbains (+ 9 % à 90 km/h, + 10 % à 120 km/h), elle a, sur parcours urbain, un effet négligeable, voire favorable sur la consommation énergétique. Ainsi, son apport positif sur le plan du bruit s'accompagne, en zone urbaine, par une réduction de la consommation, au moins pour les conducteurs négligents.

I.7.2 - Régulateur de vitesse automatique Système de conduite électronique

Ces dispositifs seraient susceptibles de faire facilement économiser un à deux litres de carburant aux 100 Km sur une voiture moyenne. Leur adoption permettrait la suppression des à-coups de conduite et des accélérations, d'où l'économie d'énergie escomptée. Le coût de ce système est

estimé à 10 % du coût d'une automobile (1985) et à 15 % de ce même coût en 1990. La conduite électronique, paraît par ailleurs, très bénéfique pour son apport quant aux émissions sonores.

I.7.3 - Recours à l'automatisation pour les moteurs Diesel (Poids Lourds - autobus)

Pour les autobus, l'automatisation au niveau du pilotage de l'injection permet un gain de 5 % pour la consommation de carburant. L'automatisation des boîtes de vitesse, soit par boîte automatique avec convertisseur de couple, soit par boîte mécanique avec embrayage automatique, entraîne une réduction de la consommation énergétique. La RATP qui a expérimenté ce procédé sur la flotte de ses autobus, estime que l'économie atteint 5 % de la consommation.

Pour les poids lourds, l'automatisation de la transmission améliore le rendement énergétique. Les économies de carburant estimées seraient de l'ordre de 10 %.

I.7.4 - Allumage électronique

Le remplacement de l'allumage électromécanique par un allumage électronique et sa combinaison avec l'automatisation des boîtes de vitesse, permettrait un gain de 16 à 32 % sur les consommations d'énergie.

De plus en plus de véhicules sont équipés d'un allumage électronique intégral. Pratiquement toute la gamme de véhicules de la Régie Renault est équipée de ce système, qui permet l'adaptation optimale de l'avance aux conditions de marche du moteur (en 1982, la société RENIX a fabriqué 720 000 exemplaires de ce système et équipé les R5 TS et Alpine, R9, R11, R18, R20 et Fuego, Supercinq et R 25).

La contribution de ce procédé, pour la lutte contre la pollution, paraît très importante. Ainsi, selon "les technologies de prévention de la pollution d'origine automobile"*, "les dernières améliorations techniques, portant sur l'asservissement de l'avance à l'allumage à la limite du cliquetis, entraînent, par l'augmentation de la durée de l'étincelle (de 1,5 à 3 ms), une diminution des émissions de NOx et permettent un fonctionnement à richesse plus faible donc avec un taux plus élevé de recirculation des gaz d'échappement".

* Référence bibliographique numéro 1

Version	Emissions de polluants (g/test)			Augmentation de consommation
	CO	HC	NOx	
Suédoise	73	8,9	5,1	19%
Européenne optimisée	50	7	5	4%
Limites réglementaires actuelles	76	6,5	8,5	0%

(extrait de "Les technologies de prévention de la pollution d'origine automobile").

Si l'émission de CO et NOx est nettement améliorée par l'allumage électronique intégral, les hydrocarbures émis sont très importants et dépassent la norme réglementaire actuelle. Par ailleurs, cette technique semble avoir des répercussions négatives sur la consommation énergétique.

Pour le groupe ERGA - Pollution de l'Air, l'optimisation de cette technique sur la base du cycle européen, permettrait des émissions des polluants inférieures aux limites actuelles et une surconsommation de carburant inférieure à 4 %.

I.8 - Système de distribution balistique

Il s'agit par le développement du matériel de régulation de permettre l'expansion du système de distribution balistique (commande de l'ouverture et de fermeture des systèmes d'admission et d'échappement). L'utilisation de ce type de matériel autorisant l'adoption de ce système entraînerait des gains, sur la consommation de carburant, de l'ordre de 15 %.

I.9 - Transmission à variation continue (T.V.C.)

La T.V.C. permet l'amélioration du système de transmission. Il s'agit de l'ajustement du rapport, de manière que, quelque soit la vitesse du véhicule, le moteur se trouve à son point de fonctionnement optimal (système variomatic VOLVO 343).

Le système "transmatic" apparu plus récemment adopte la traction par courroies métalliques au lieu de celles en caoutchouc. Des rapports de transmission de 5 à 1 pour les véhicules particuliers et de 7 à 1 pour les camions légers sont à l'expérimentation et permettraient des économies d'essence assez importantes (de 15 à 20 %).

I.10 - Recirculation des gaz d'échappement (R.G.E.)

Il s'agit de la réduction des émissions de NOx par l'abaissement des températures de combustion obtenu par dilution de la charge carburée avec un fluide ne contenant pas de l'oxygène.

Deux versions, concernant l'importance de l'efficacité de cette technique pour réduire l'émission de NOx, divergent sur le taux maximal de R.G.E. Pour les Américains ce taux serait de l'ordre de 15 % et permettrait des réductions des émissions de NOx de 50 %, alors que pour les constructeurs européens et plus particulièrement français, ces valeurs seraient de 5 à 8 % pour le taux maximal de R.G.E., alors que la proportion des émissions de NOx réduites serait beaucoup plus faibles que celle avancée par les américains.

Néanmoins, le R.G.E. reste très bénéfique sur le plan de la lutte contre l'émission de NOx. D'autre part, en raison des effets secondaires de réduction des pertes par pompage et des pertes thermiques, le R.G.E. n'a pas d'effet négatif sur la consommation. Au contraire, il peut avoir une influence globalement positive, dans le cas des chambres à vitesse de combustion élevée.

I.11 - Limitation du fonctionnement du ventilateur

Pour les poids lourds où le bruit de ventilation est très important, la limitation du fonctionnement du ventilateur en périodes utiles, permet la réalisation d'appréciables économies d'énergie et la suppression du bruit dû à la ventilation.

I.12 - Amélioration de l'aérodynamique

Une diminution de la consommation d'environ 3 à 4 % peut être obtenue par la réduction de 10 % de la résistance de l'air. C'est la raison pour laquelle tous les constructeurs automobiles accordent une grande importance à l'aérodynamique pour les nouveaux modèles qu'ils présentent.

Un coefficient de 0,45 peut entraîner, par rapport à un coefficient de 0,35 une surconsommation de 10 %. Il apparaît alors que la résistance aérodynamique C_x a une grande influence sur la consommation, aussi bien sur autoroute à vitesse élevée qu'en zone urbaine.

I.13 - Allègements (réduction du poids)

Les principaux facteurs de l'allègement des véhicules sont, la réduction de la taille des véhicules, l'utilisation de moteurs plus petits et l'emploi de matériaux légers.

L'abaissement du poids des automobiles (d'environ 350 Kg aux Etats-Unis) a comme objectif prioritaire, la réduction de la consommation de carburant. Ainsi chez Volkswagen, une réduction de 100 Kg a entraîné une réduction de la consommation de 5 % (modèle vW Rabbit). Mais l'allègement des véhicules, rend, très souvent, les moteurs moins bien isolés et par conséquent plus bruyants.

En France, le poids à vide (en Kg) de la voiture particulière française "moyenne" est passé de 913 en 1978 à 876 en 1982, alors qu'aux Etats-Unis, la part des "aciers ordinaires" dans la composition d'une voiture est passée de 58 % à 44 % et celle de "plastique" de 4,2 % à 10,5 % de 1975 à 1985 (estimation).

I.14 - Amélioration et développement des moteurs conventionnels

Ce type d'action concerne les interventions sur l'allumage, la carburation, le mélange et la distribution.

Il est possible de réaliser des économies de carburant et de réduire les émissions de polluants par l'amélioration des dispositifs d'allumage. Ainsi, une réduction de trois polluants (CO, HC, NOx) peut être obtenue en même temps qu'une économie de carburant de l'ordre de 7 %. Pour arriver à des résultats plus importants sur les émissions de polluants, il semble nécessaire de recourir à des procédés de post-traitement ou de recirculation des gaz d'échappement. Ces efforts risquent d'être pénalisants sur le plan de la consommation énergétique, alors qu'un surcoût de l'ordre de 10 % viendrait se greffer aux autres coûts de fabrication.

I.14.1 - Mélange plus pauvre

Dans le cadre de la lutte contre la pollution, il est possible d'agir sur le mélange air - essence. Par l'augmentation de la proportion d'air dans ce mélange, on peut facilement réduire l'émission d'hydrocarbures imbrûlés (HC) et le niveau de monoxyde de carbone (CO). Mais ce type de mélange en favorisant une meilleure combustion, produit une température plus élevée, qui facilite la formation des oxydes d'azote (NOx). En général, une combustion plus complète est économique en carburant.

Pour éviter l'accroissement des émissions de NO et réduire encore plus les HC, il faut procéder à la diminution de l'avance à l'allumage. Ce dernier est néfaste du point de vue énergétique.

Le conflit entre la réduction de NO et l'accroissement de la consommation de carburant a amené, les chercheurs britanniques (Advisory Council on Energy Conservation) de surveiller vivement le freinage des limites sur l'émission de NOx à cause de mauvais résultats sur les économies d'énergie.

D'autre part, il faut remarquer que le recours à des mélanges plus riches pour limiter l'émission de NOx, provoque des émissions plus élevées de CO et de HC. C'est le cas des Etats-Unis, ou, pour faire face à la gravité de ces émissions, on a fait appel aux catalyseurs de post-combustion.

I.14.2 - Taux de compression

Par l'abaissement du taux de compression, est réalisée une réduction des émissions des HC par la diminution du rapport surface-volume. Parallèlement on peut obtenir une réduction des émissions des oxydes d'azote à cause de la diminution de la pression, donc de la température. Par ailleurs l'abaissement du taux de compression facilite l'utilisation des catalyseurs tri-fonctionnels, car il réduit l'exigence en octane du véhicule et permet l'usage de l'essence sans plomb (indice d'octane 90 à 93).

I.14.3 - Moteurs à taux de compression élevé et à mélange pauvre

Il s'agit d'associer un taux de compression élevé (13 à 1) et une richesse inférieure à 0,8. La combinaison du très bon rendement du moteur avec le mélange pauvre entraîne une augmentation des émissions des HC et une forte réduction de CO. Les émissions de NOx peuvent être aussi réduites, soit parce que le mélange est assez pauvre soit par la recirculation des gaz d'échappement (R.G.E.). Cette dernière est alors moins pénalisante au niveau de la consommation que lorsqu'elle est associée au moteur conventionnel.

Le moteur à taux de compression élevé et à mélange pauvre (High Compression Lean Burn/HCLB) est très bénéfique pour les économies d'énergie. Une réduction de la consommation de l'ordre de 15 à 20 % peut être facilement réalisée. Ce qui peut compromettre l'utilisation de ce moteur, consiste en ses besoins de très haut indice d'octane. Alors, au moment de la suppression du plomb de l'essence et l'abaissement relatif de l'indice d'octane, on peut penser aux faibles chances de développement de ce moteur.

Néanmoins, il reste efficace pour la lutte contre la pollution et les économies d'énergie (exemple : Porsche 924 TOP équipé d'un moteur HCLB).

I.15 - Moteur Stirling

Par rapport à un moteur à combustion interne, le prix d'achat du moteur Stirling reste supérieur d'environ 50 %. Cet inconvénient semble largement compensé par l'apport positif de ce moteur aussi bien sur le front énergétique que sur celui de la pollution.

Ainsi, sur le plan de la consommation de carburant, le moteur stirling peut utiliser toute forme de combustible, solide, liquide, gazeux, solaire ou nucléaire. Par sa caractéristique, de moteur polycarburant, à rendement élevé à charge complète ou partielle, il présente un faible taux de rejets et un niveau de bruit et de vibrations très bas (pas de soupapes internes, de système d'allumage, ni de distribution). Les économies de carburant sont estimées à 30 % par rapport à un moteur classique, alors que l'émission de polluants est très faible.

On peut penser que le prix élevé de son achat sera compensé par les économies de carburant réalisées en quelques années.

I.16 - Moteurs à charge stratifiée

Il s'agit de moteurs à mélange pauvre utilisant deux zones de combustion. La première brûle le mélange riche à proximité immédiate du point d'allumage, pour engager le processus de production. La seconde zone brûle un mélange très pauvre, ce qui aboutit finalement à la combustion d'un mélange global pauvre dans des conditions d'efficacité satisfaisantes. Le moteur à charge stratifiée, en toutes ses versions (moteur à préchambre dont à trois soupapes et à injection directe, moteur à chambre ouverte et moteur à chambre divisée), est très bénéfique pour les émissions de polluants et les économies de carburant.

Les tests sur des véhicules à charge stratifiée comme le HONDA CVCC (Compound Vortex Controlled Combustion) et le VW PASSAT, ont prouvé l'efficacité de cette technologie, au niveau de la lutte contre les nuisances et de la consommation de carburant (économie estimée de carburant à environ 10 à 16 %).

Malgré ses résultats intéressants, le moteur à charge stratifiée a été abandonné, même par HONDA, au profit des catalyseurs.

I.17 - Post-combustion catalytique

I.17.1 - Catalyseurs d'oxydation

Ils permettent la réduction de CO et HC par l'oxygène résiduel à l'échappement ou via une injection d'air frais. Le moteur fonctionne alors en mélange pauvre, ce qui va dans le sens de la réduction de la consommation. L'essence qu'utilisent les catalyseurs d'oxydation peut être plombée ce qui va, aussi, dans le sens des économies d'énergie. Les réductions espérées de la consommation et des émissions de polluants sont de l'ordre de 5 à 20 %.

I.17.2 - Catalyseurs à trois voies

Ces catalyseurs, dits aussi tri-fonctionnels sont favorables simultanément pour la réduction des émissions de NO, de CO et de HC.

Concernant la consommation énergétique, les appréciations divergent quant à l'importance de son accroissement. Cet accroissement sera de 4 % si l'indice d'octane est de 94 ou 95 au lieu de 97-98 aujourd'hui. Pour d'autres, cette surconsommation sera de l'ordre de 10 à 12 %.

L'expérience américaine de l'utilisation des pots catalytiques et de l'essence sans plomb, n'a pas suffi pour mettre tous les experts en accord, concernant les répercussions sur la consommation de carburant. Ainsi pour Michaël WALSH, l'introduction de l'essence sans plomb et de pots catalytiques en 1975 a coïncidé avec un gain substantiel en économie d'essence. Pour d'autres, les catalyseurs et l'essence sans plomb par leur utilisation ont entraîné des surconsommations (aux Etats-Unis et au Japon) de l'ordre de 6 %.

A noter par ailleurs, que les catalyseurs ne paraissent pas pouvoir tenir au-delà de 80 000 km, dans le meilleur des cas.

En ce qui concerne les surcoûts, dûs aux pots catalytiques, la régie Renault estime que :

- pour le catalyseur d'oxydation entre 3 000 et 3 700 francs,
- pour le catalyseur trois voies entre 3 800 et 6 100 francs.

Ces ordres de grandeur représenteraient alors 8 % du prix des voitures de haut de gamme et 15 % pour les véhicules de bas de gamme.

A noter d'autre part, que l'utilisation de l'essence exempte de plomb, nécessitera des investissements importants tant au niveau des véhicules qu'au niveau des opérations de raffinage. L'accroissement de la consommation, à la fois des véhicules et des raffineries est estimé à environ 1 million de T.E.P. par an en cas de suppression totale du plomb.

I.18 - Actions sur les pneumatiques

Il est possible de réduire le niveau de bruit de 1 à 1,5 dB(A) et réaliser une économie de carburant par l'utilisation de pneumatiques fabriqués à l'aide de matériaux à faible hystérésis. Cette action, tout en semblant bénéfique, est relativement compromise par l'état des chaussées et la faiblesse de la durée de vie de ces pneumatiques.

II - ACTIONS VISANT A AMELIORER LES CONDITIONS DE CIRCULATION ET LA GESTION DES INFRASTRUCTURES

II.1 - Limitation de vitesse

Il y a une étroite corrélation entre l'accroissement de la consommation et du bruit émis lorsque la vitesse moyenne croît. Ainsi sur autoroute, rouler à 80 km/h au lieu de 60 km/h entraîne 4 dB(A) de plus

et 10 à 25 % de surconsommation.

En zone urbaine, la limitation de vitesse est bénéfique pour la réduction d'émission de bruit et de consommation de carburant. Mais la prise en compte des conditions de circulation et des problèmes d'encombrement est prépondérante. On estime de 0,7 à 2 dB(A) la réduction de bruit par litre économisé aux 100 km en zone urbaine.

II.2 - Transferts modaux

Favoriser les modes de transports comme la marche à pied, les deux roues et les transports collectifs, cela peut avoir un apport positif pour les économies d'énergie, l'émission sonore et celle de polluants.

Néanmoins, il faut remarquer que la marche à pied, très bénéfique sur ces trois niveaux, ne peut se substituer à la voiture particulière, que sur les petits déplacements et à condition que certaines dispositions viennent accompagner l'abandon de la voiture (rues piétonnes, trottoirs, etc...).

Le transfert modal, de la voiture particulière aux transports en commun, peut être intéressant sur le plan énergétique. Un transfert massif vers des modes peu bruyants comme les autobus insonorisés ou les trolley bus, le tramway et le métro, associé par une limitation de l'usage de la voiture peut être particulièrement satisfaisant aussi bien pour la lutte contre le bruit, l'émission de polluants et les économies d'énergie.

Concernant les économies de carburant, le report de 5 % du trafic automobile sur les modes collectifs conduirait, dans la région Rhône-Alpes, à une diminution de 100 Millions de francs de la facture pétrolière, les taux de remplissage actuels permettant un transfert à offre constante.

II.3 - Création et gestion des voies routières

Des voies de désenclavement, des déviations, permettant de contourner des centres d'agglomération, peuvent, en facilitant la circulation être positives pour l'économie de carburant, la pollution. Pour éviter des effets pervers ou le déplacement des problèmes d'encombrement, il est nécessaire que la longueur des nouveaux trajets ne soit pas supérieure d'une fois et demie pour les voitures, et de deux fois pour les poids lourds, que celle des itinéraires anciens.

Sur le plan de la gestion, on signale l'effet positif de la régularisation et du ralentissement du trafic sur autoroute et VRU, concernant le bruit, l'émission de polluants et l'économie de carburant. Sur les voies urbaines, les actions visant à réduire la fréquence d'arrêts et à renforcer le respect des limitations de vitesse sont efficaces pour les

trois paramètres qui nous intéressent.

III - ACTIONS DE SENSIBILISATION DU PUBLIC

III.1 - La conduite des véhicules

La conduite a un impact sur le bruit émis, ainsi que sur la consommation de carburant et les émissions de polluants.

En zone urbaine où la circulation est difficile le type de conduite est caractérisé par les niveaux d'accélération atteints et l'utilisation des rapports de vitesses. Pour une vitesse moyenne de 25 km/h, deux conduites différentes, peuvent entraîner des différences de niveau de crête de bruit de 4 à 6 dB(A) et des différences de consommation de 20 %. (cas de conduite sportive).

Les accélérations et décélérations brutales, l'utilisation des rapports de boîte, le ronflement du moteur à l'arrêt agissent négativement sur la consommation et les nuisances automobiles.

Sur autoroute ou périphérique c'est la vitesse de croisière qui est déterminante. Rouler à 130 km/h au lieu de 110 km/h la différence de consommation est + 26 %. (9,2 litres/100 km à 110 km, 11,6 litres/100 km à 130 km).

III.2 - Règlage du moteur - Campagne pour le réglage du moteur

L'utilisation, l'état et l'âge du véhicule sont déterminants pour l'émission des polluants et la consommation de carburant. Le réglage du moteur peut réduire à la fois la consommation et l'émission de CO et HC. Par contre les émissions des oxydes d'azote augmentent légèrement.

Les vérifications périodiques indiquées par les constructeurs en fonction du kilométrage réalisé, permettent de limiter les effets de l'âge et de l'usure du moteur sur la consommation et les émissions. Ainsi, les campagnes de réglage de moteur sont rentables si on les compare aux autres moyens de réduction de la consommation énergétique et présentent aussi un intérêt pour la lutte anti-pollution.

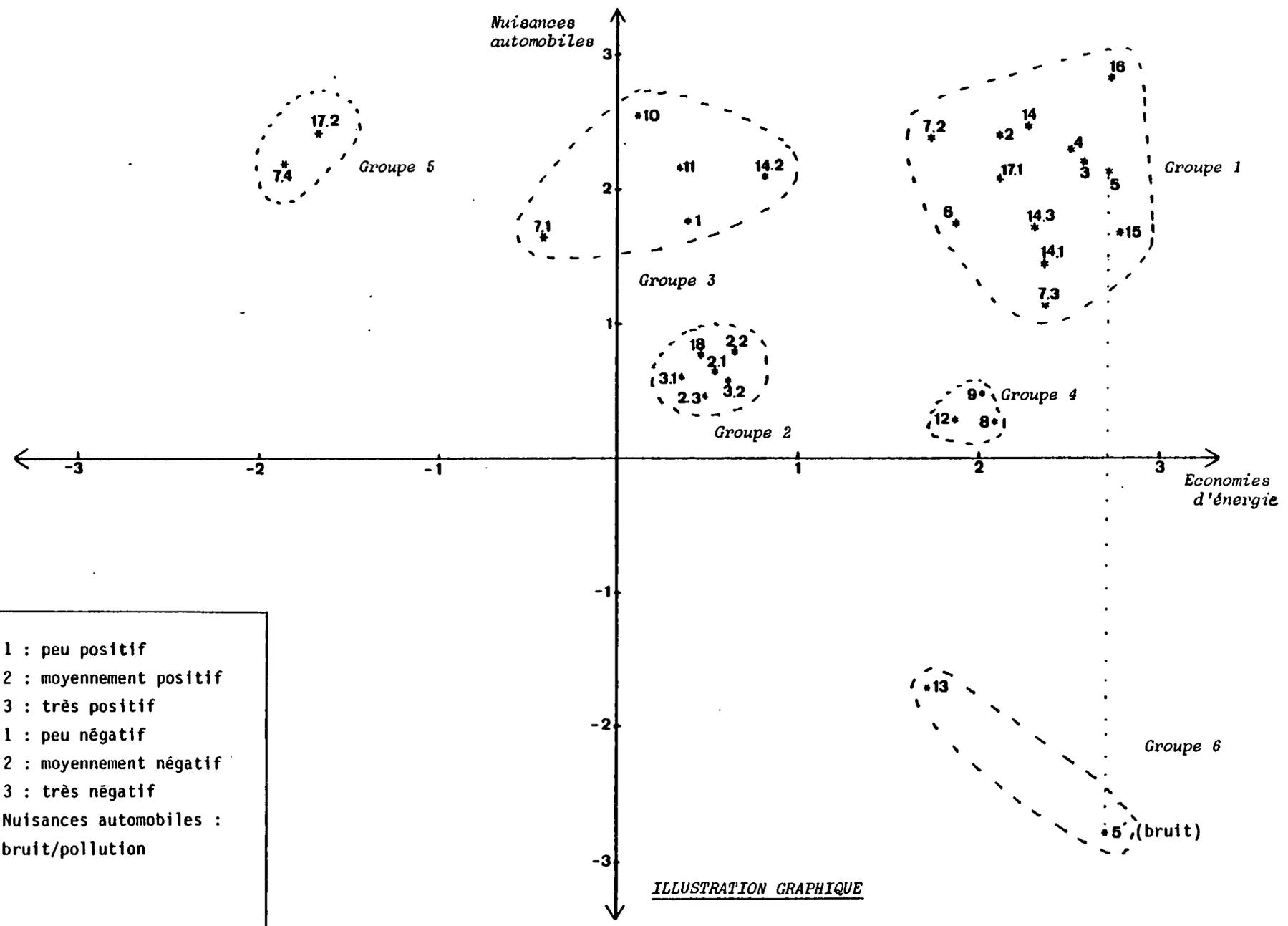
CONCLUSION

L'illustration graphique présentée est entachée de manque d'exactitude quant aux informations et d'approximation quant à sa construction.

Un investissement supplémentaire dans la recherche de données est nécessaire pour rendre ce graphique plus riche et plus cohérent.

IV - TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFETS, DES ACTIONS DEVELOPPEES,
SUR LA CONSOMMATION DE CARBURANT, L'EMISSION DES POLLUANTS
ET LE BRUIT

	TYPE D'ACTION	EFFETS	OBSERVATIONS
I	Actions à la source		
	I.1 Techniques de réduction du bruit par action directe sur les sources	Favorable à la réduction du bruit Sans effet ou favorable aux éco. d'énergie	Sans encasement
	I.2 Encasement du moteur	Favorable à la réduction du bruit Favorable aux économies d'énergie	Compatibilité des économies d'énergie et de la lutte contre le bruit
	I.3 Actions sur les caractéristiques de l'ensemble moteur-transmission	Favorable à la réduction du bruit Favorable aux économies d'énergie	Exception : l'automatisation de la transmission pénalise la consommation
	I.4 Turboalimélation - Turcocompression	Effet positif pour la réduction de la consommation et la lutte anti-bruit	
	I.5 Moteur Diesel - Injection directe	Bénéfique sur le plan énergétique. Emission de bruit plus importante que le véhicule à essence. Favorable à la lutte contre la pollution sauf pour les NOx.	5 à 8 dB(A) de plus. [Injection électronique et suralimentation associées peuvent ramener aux émissions de NOx
	I.6 La cylindrée	Favorable à la baisse de la consommation de carburant. Positif pour la lutte contre le bruit.	Accroissement du nombre des cylindres.
	I.7 Automatisation et électronique		
	- Automatisation des boîtes de vitesses	Effet positif à la réduction du bruit Influence négligeable ou favorable pour réduire la consommation.	Sur parcours urbains.
	- Régulateur de vitesse automatique	Bénéfique sur le plan énergétique et favorable pour la réduction des émissions sonores	Système de conduite électronique
	- Automatisation des moteurs Diesel	Favorable à la réduction de la consommation	Poids-lourds - Autobus
	- Allumage électronique	Favorable pour la réduction des émissions de CO et NOx, mais agit négativement sur l'émission de HC. Effet négatif sur la consommation de carburant.	Il est très souvent associé avec l'automatisation des boîtes de vitesses. Surconsommation de l'ordre de 4%.
	I.8 Système de distribution balistique	Bénéfique sur le plan énergétique	Gain de l'ordre de 15%
	I.9 Transmission à variation continue	Economies d'essence importantes	De 15 à 20%
	I.10 Recirculation des gaz d'échappement	Importante réduction des émissions de NOx. Effet négligeable sur la consommation.	Il peut être favorable à la réduction de la consommation.
	I.11 Limitation du fonctionnement du ventilateur	Favorable à la réduction du bruit	Poids lourds
	I.12 Amélioration de l'aérodynamisme	Positif pour la diminution de la consommation	
	I.13 Allègement	Effet favorable à la réduction de la consommation. Emission sonore accrue	Réduction du poids
	I.14 Amélioration et développement des moteurs conventionnels	Positif pour la lutte contre la pollution. Bénéfique aux économies d'énergie.	Actions sur l'allumage, la carburation, le mélange, la distribution.
	I.14.1. Mélange plus pauvre	Favorable à la réduction des émissions de HC et CO. Economie en consommation de carburant.	Accroissement des émissions de NOx
	I.14.2. Taux de compression	Effet positif pour la réduction des émissions de HC et NOx	Réduction du taux de compression
	I.14.3. Moteurs à taux de compression élevé et à mélange pauvre	Efficace pour la lutte contre la pollution et les économies d'énergie	Accroissement des émissions de HC
	I.15. Moteur Scirling	Positif pour les économies d'énergie et la limitation des émissions de polluants.	Coût très élevé
	I.16 Moteurs à charge stratifiée	Très bénéfique pour la lutte contre les nuisances et pour les économies d'énergie.	Technique abandonnée
	I.17 Post-combustion catalytique		
	I.17.1. Catalyseurs d'oxydation	Positif pour la réduction des émissions de CO et HC et pour les économies d'énergie	Utilisation de l'essence plomée
	I.17.2 Catalyseurs à trois voies	Favorable à la lutte contre la pollution. Défavorable à la consommation de carburant	Nécessité d'essence sans plomb. Coût assez élevé.
	I.18 Action sur les pneumatiques	Bénéfique pour la réduction des émissions sonores. Possibilité d'économies d'énergie	Utilisation des matériaux à faible hystérésis.
II	Actions visant à améliorer les conditions de circulation et la gestion des infrastructures		
	II.1 Limitation de vitesse	Favorable à la lutte anti-bruit et à la réalisation d'économies d'énergie	En zone urbaine et sur autoroute.
	II.2. Transports massés	Effet positif pour les économies d'énergie, la lutte anti-bruit et contre la pollution.	Favoriser les transports collectifs ou la marche à pied. A tenir compte de l'importance du transfert.
	II.3. Création et gestion des voies routières	Apport faible mais positif pour économiser l'énergie, réduire le bruit et la pollution.	Déviations, contournement des centres, régulariser le trafic
III	Actions de sensibilisation du public		
	III.1. Conduite des véhicules	Effet positif pour la réduction de la consommation et les émissions sonores et polluantes	Incitation à la conduite calme
	III.2. Réglage de moteur-Campagne pour le réglage de moteur	Favorable à la réduction de la consommation et la limitation des émissions de CO et HC.	Augmentation des émissions de NOx.



Néanmoins, les informations que nous possédons, reflétées par cette présentation, permettent l'entreprise d'une typologie des diverses actions recensées.

Six groupes semblent se dégager avec les caractéristiques suivantes :

- 1er groupe : il rassemble les actions à effet très positif pour la lutte contre les nuisances et pour les économies d'énergie. C'est un groupe de forte convergence où on trouve, entre autres, les moteurs à charge stratifiée, la turboalimentation, les actions sur l'ensemble moteur-transmission, sur la cylindrée et les moteurs à taux de compression élevé et à mélange pauvre.
- 2ème groupe : il réunit les instruments qui ont des effets favorables, mais faibles, aussi bien pour les économies d'énergie que la lutte contre les nuisances. On trouve dans ce groupe, les actions de sensibilisation de l'opinion publique, de gestion des infrastructures et de transferts modaux. On peut définir ce groupe comme celui des actions à "faible convergence", concernant les répercussions sur les nuisances et sur les économies d'énergie.
- 3ème groupe : il regroupe les actions qui sont moyennement bénéfiques sur le plan des nuisances automobiles et avec des répercussions négligeables, faiblement positives ou négatives sur la consommation de carburant.
- 4ème groupe : il rassemble les mesures moyennement positives sur le plan énergétique mais à effet inconnu ou très faible sur la lutte contre les nuisances.
- 5ème groupe : il réunit les actions qui sont négatives quant à leurs effets sur les économies d'énergie, mais très positives concernant la lutte anti-nuisances.
- 6ème groupe : il représente, contrairement au groupe 5, les mesures à effet énergétique positif et à répercussion négative sur les émissions polluantes ou sonores.

Ce sont les groupes numéros cinq et six qui illustrent les conséquences conflictuelles de certaines actions quant aux effets sur la consommation de carburant d'un véhicule et quant au niveau de ses émissions polluantes et/ou sonores.

Si cette présentation montre bien qu'entre les diverses actions techniques recensées, les unes ont des résultats convergents, les autres conflictuels, sur la consommation énergétique et sur la lutte anti-pollu-

tion, son intérêt consiste en son apport pour déterminer et définir le champ et l'orientation de la suite de la recherche. En effet, plusieurs choix peuvent être opérés. Le choix à réaliser peut être déterminé par des paramètres divers, comme les priorités politiques (politique énergétique, politique d'environnement, industrie automobile), le degré d'intérêt et d'opportunité accordé à telle ou telle technique, le degré de convergence ou de divergence d'une action ou d'une autre.

Enfin, il faut remarquer, que, si dans cette note, le paramètre "coût économique" n'a pas été intégré, sa prise en compte, pour la définition du choix, est fortement nécessaire.

Nous venons ainsi de formuler une approche technique de la question de la convergence ou de la divergence des objectifs de réduction des nuisances automobiles (pollution et bruit) et des économies d'énergie. Elle constitue la première étape d'une recherche, dont la réalisation est échelonnée sur une période de deux ans.

Lors de cette recherche nous tenterons d'apporter quelques éléments de réponse concernant la question d'interrelation, de conflit et de convergence des objectifs ci-dessus mentionnés. Les préoccupations énergétiques, qui ont constitué pendant la décennie 70 le cheval de bataille des constructeurs d'automobiles sous l'impulsion des Pouvoirs Publics, ne seront-elles pas incompatibles avec celles de l'amélioration de l'environnement (bruit, pollution) ? Comment réagiront les différentes parties concernées (Pouvoirs Publics, constructeurs, associations, consommateurs) ? De quelle manière s'opèrera l'arbitrage entre les divers objectifs ? Quelle hiérarchisation sera retenue ; quel type de compromis ? Voilà un ensemble de questions que nous tâcherons d'éclaircir en apportant une réflexion globale, prenant en compte l'ensemble des dimensions, le contexte politique, économique et social, et de manière à envisager une politique cohérente intégrant la protection de l'environnement, l'industrie nationale et le développement économique.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1 - Agence pour la Qualité de l'Air
"Les technologies de prévention de la pollution d'origine automobile"
Paris, février 1984, 37 p.
- 2 - J.M. BEAUVAIS
"Crise de l'énergie et part de marché du transport collectif"
in "Transports" n° 249, janvier 1980.
- 3 - J. BODELLE, G. NICOLAS
"Les économies d'énergie dans les transports aux Etats-Unis"
in "Transports" n° 272, avril 1982.
- 4 - G. BOULADON
"Perspectives d'avenir de l'automobile en fonction des politiques énergétiques et d'environnement"
in "Transports" n° 230, février 1978.
- 5 - CEMT
"Transports et Energie"
Table Ronde n° 52, Paris, 1981, 144 p.
- 6 - CETE LYON, LET, IRT/CERNE
"Proposition pour un plan régional transport de maîtrise de l'énergie"
Janvier 1983, 23 p.
- 7 - J. FARENC
"Dossier dépollution - essence sans plomb"
in "Le Journal Automobile" (plusieurs dates).
- 8 - J. FARENC
"Anti-pollution - essence sans plomb - La facture"
in "Le Journal Automobile"
- 9 - M. FRYBOURG, R. PRUD'HOMME
"L'avenir d'une centenaire"
Lyon, PUL, 1984, 150 p.
- 10 - J. GOGER
"L'industrie automobile française. Ses résultats, ses perspectives face au défi énergétique"
in "Transports" n° 256, octobre 1980, pp. 367-374.

- 11 - IRT/CERNE - J.P. ROUMEGOUX, J. DELSEY, J. LAMBERT
"Consommation d'énergie par la circulation routière"
Note d'information n° 14, mai 1979, 119 p.
- 12 - IRT/CERNE - J. LAMBERT, M. MAURIN
"Préétude des effets des transferts modaux urbains sur les nuisances"
Juillet 1980, 63 p.
- 13 - IRT/CERNE - J. LAMBERT
"Perspectives de réduction du bruit des véhicules routiers, pour 1985-2000, compte tenu des possibilités techniques, de la consommation énergétique et du coût"
Janvier 1982
- 14 - IRT/CERNE - J. DELSEY
"La pollution due aux moyens de transport"
Note d'information n° 13, mars 1979, 56 p.
- 15 - IRT/CERNE - J.P. ROUMEGOUX, P. DREYER, J. LAMBERT
"Consommation d'énergie par les véhicules routiers"
Note d'information n° 8, novembre 1976, 79 p.
- 16 - IRT/CERNE - J. LAMBERT
"Eléments pour évaluer l'impact des réglementations d'environnement sur l'innovation technologique dans le domaine de l'automobile"
mai 1982, 70 p. + annexes.
- 17 - B. JACHIMIAK, D. MERE
"L'impact énergétique de la régulation du trafic en milieu urbain"
in "Transports" n° 290, janvier 1984, pp 31-33.
- 18 - C. LAMURE
"La lutte contre les nuisances de la circulation face à la crise de l'énergie"
in TEC n° 41, juillet-août 1980, pp 12-18.
- 19 - E.C. MATSOUKIS
"An assessment of vehicle restraint measures"
in "Transportation Quarterly" vol. 39, n° 1
january 1985, pp 125-133.
- 20 - OCDE, Direction de l'Environnement
"Stratégies énergétiques sauvegardant l'environnement et mise en oeuvre de ces stratégies"
Paris, décembre 1984, 69 p.

- 21 - OCTEL, R.J. LARBÉY
"Tendances dans la réduction des émissions à l'échappement des voitures européennes et américaines"
Paris, janvier 1979, 31 p.
- 22 - J.P. ORFEUIL
"La promotion des transports collectifs urbains dans le contexte énergétique actuel"
in "Transports" n° 252, avril 1980.
- 23 - Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Qualité de la Vie
"Le bruit en l'an 2 000. Prospective pour un meilleur environnement sonore"
Paris, 1983, 32 p.
- 24 - V. SEIFFERT, P. WALZER
"Development trends for future passenger cars"
in International Journal of Vehicle Design
vol. 3, n° 1, february 1982, pp. 3-20.
- 25 - M. WALSH
"Les avantages à utiliser de l'essence sans plomb et des pots catalytiques pour contrôler la pollution automobile"
Virginia, octobre 1983, 37 p.