

Les Cahiers Scientifiques du Transport  
pp. 81-98 N° 28/1993

Laurent HIVERT  
Achat de voitures, diésélisation  
et kilométrages des ménages

## Achat de voitures, diésélisation et kilométrages des ménages

Laurent HIVERT

Département d'Economie et de Sociologie des Transports  
INRETS

*Quelles sont les raisons qui peuvent pousser les ménages à s'équiper d'une voiture supplémentaire, à remplacer leur voiture principale, ou inversement à se séparer d'une de leurs voitures ? Quels types de pratiques, niveaux de mobilité, peuvent les inciter à acquérir spécifiquement un véhicule à essence ou un diesel (qu'il s'agisse de leur voiture principale ou de tout autre voiture dont le ménage décide de se doter) ? Comment évolue le kilométrage (et sa part en ville) des véhicules nouvellement acquis ? Autant de questions pour lesquelles l'utilisation d'enquêtes en coupe instantanée ne fournit pas de résultats suffisamment précis. A l'opposé, la présence, dans plusieurs vagues successives d'une enquête de type panel, des ménages, et des automobiles dont ils disposent, permet d'obtenir par suivi dynamique des estimations fiables et comparatives des modifications de comportement induites par les acquisitions et choix de changement de carburant. Cette quantification fournit un cadrage utile pour mesurer les impacts de la diésélisation sur les consommations énergétiques et les émissions de gaz polluants.*

## I — ÉLÉMENTS DE MÉTHODE

### I.1 Données de Panel et Sources

Rappelons tout d'abord brièvement qu'un panel est constitué d'un groupe d'individus destinés à être interrogés à intervalles réguliers. La double dimension des observations d'un panel offre une grande richesse d'information : elle permet d'analyser d'importantes disparités inter-individuelles conjointement aux effets de variation temporelle, et donc d'estimer des relations dynamiques au niveau désagrégé ([Dormont, 1989], [Matyas, Sevestre, 1992]).

Les résultats présentés dans cet article portent sur les comparaisons des comportements d'usage des automobiles achetées entre 1985 et 1990 par les ménages français. L'intérêt est de conserver la logique de l'approche microéconomique de la demande, et non pas d'estimer a priori une fonction de demande au niveau agrégé.

La source d'observation utilisée est le panel "parc auto" (INRETS/SOFRES/ADEME, cf. encadré ci-contre). Il a été montré, sur plusieurs années consécutives, que cette technique d'enquête permet d'obtenir des estimations fiables des caractéristiques du parc et de son usage — l'absence de biais du kilométrage déclaré par les panélistes est notamment assurée par la confrontation aux relevés du compteur kilométrique depuis six ans. L'INRETS dispose de ces données répétitives d'enquête depuis la vague annuelle de 1983 et les organise sous forme de Base de Données (Ingres). Il est alors possible (cf. I.3) de suivre spécifiquement, sans appel à la mémoire des panélistes, certaines variables d'usage des véhicules permettant d'effectuer des comparaisons d'une année sur l'autre, comme c'est le cas pour l'estimation des kilométrages.

Ponctuellement, si le besoin s'en présente, ces résultats seront confrontés à ceux de deux autres grandes sources nationales sur le parc automobile : les enquêtes de conjoncture auprès des ménages de l'INSEE (que nous désignerons par la suite ECAM) et les estimations de parc du comité des constructeurs français d'automobiles (CCFA).

### I.2 Définitions, conventions et notations

#### I.2.1 Conventions liées à l'enquête

Il importe de préciser ici brièvement quelques définitions et conventions imposées par l'enquête :

- **ménages** : Il s'agit des ménages français, selon la définition de l'INSEE ; si chaque échantillon annuel est pondéré sur cinq critères pour être représentatif de la France entière, les systèmes de pondérations changent d'une année sur l'autre ; pour plus de simplicité, les résultats ci-dessous, fusionnant plusieurs vagues, seront présentés en valeurs brutes (non redressées au parc total)
- **automobiles** : il s'agit de l'ensemble des véhicules dont le foyer a la libre disposition (et non uniquement la possession) ; c'est-à-dire que cet ensemble comporte des voitures mises à disposition par une société ou un employeur ;
- **voiture principale et rang de la voiture** : en répondant au questionnaire, le chef de famille doit en premier lieu décrire "la voiture principale du foyer" ; ce statut de principal est laissé à sa propre interprétation ; il a en outre la liberté de décrire les suivantes dans l'ordre (rang) qu'il désire ;
- **type de carburant** : précisément renseigné par les panélistes, il est ici simplement utilisé pour distinguer les modèles **diesel** (ceux pour lesquels le carburant déclaré est le gazole, notés **D**) des autres, que nous désignerons modèles à **essence** (notés **E**). Les consommations (en litres/100 km) sont déclarées en clair.

### *Le Panel "PARC AUTO"*

*La SOFRES dispose de la plus grande base permanente de sondages en Europe : "Métascope". Recruté selon la méthode des quotas et mis à jour régulièrement, cet échantillon-maître de 20 000 ménages est représentatif de la France entière (redressé sur un ensemble de critères socio-démographiques : sexe, âge et profession du chef de famille, taille du foyer, région et catégorie d'agglomération). En fonction des demandes, des sous-échantillons de la base, décrivant en détail foyers individus et comportements, sont interrogés sur différents sujets, à différentes fréquences, par voie postale ou par téléphone.*

*Le panel "parc auto" (fortement financé par l'INRETS pour des travaux sur conventions avec l'ADEME et la DSCR) constitue une des interrogations majeures de cette base. Son échantillon représentatif de 10 000 ménages est renouvelé environ au taux d'un tiers par an. Au 31 décembre de chaque année, chaque chef de famille, interrogé par voie postale, répond à l'enquête "parc auto" en décrivant le parc automobile à disposition de son ménage (équipement, caractéristiques techniques et utilisation des différentes voitures détenues au cours de l'année écoulée). Les taux de participation (réponses postales) avoisinent généralement 80%.*

*L'INRETS dispose actuellement de neuf vagues annuelles d'interrogation (de 1983 à 1991) et oriente, au fil des ans, le questionnaire SOFRES en fonction de demandes extérieures et de ses propres besoins. Ce dispositif permanent d'enquête constitue une source importante d'observation du marché et des comportements des ménages français vis-à-vis de l'automobile, à la fois en coupe instantanée et en évolution dynamique.*

- **kilométrage automobile** : pour chaque voiture du foyer, le panéliste indique, de mémoire, le nombre de kilomètres qu'elle a effectués au cours des douze mois écoulés. Pour cette estimation, l'enquête admet un principe de transition (et de substitution) : si cette voiture a été acquise depuis moins d'un an, il convient d'ajouter les kilomètres parcourus avec la voiture précédente entre le 1er janvier et la date de l'acquisition. Dès lors, il faut observer avec circonspection ce kilométrage "hybride" de l'année d'achat.
- **parc roulant** : cette expression indique que seules les voitures ayant roulé dans l'année sont prises en compte, notamment dans le calcul des valeurs moyennes de kilométrages.
- **parts du kilométrage automobile** : depuis les deux vagues annuelles 1990 et 1991, les panélistes déclarent aussi, pour chaque véhicule, une répartition de leur kilométrage annuel sur différents réseaux (ville/route/autoroute) ; en se fiant à ces parts, dans le cas où elles sont précisément renseignées, il est alors possible de chiffrer le kilométrage en ville des automobiles. Même si elle paraît fragile, la méthode des déclarations est la seule méthode simple permettant d'obtenir ces parts ; les valeurs obtenues s'avèrent d'ailleurs comparables à celles d'autres sources (Panel SETRA ou Enquête de l'Assemblée plénière des Sociétés d'assurances Dommages [Fontaine, Gourlet, 1993])
- **kilométrage ménage** : le calcul de la somme des kilométrages des voitures du parc roulant du ménage constitue cet indicateur de sa mobilité ; il dépend bien sûr fortement du taux de motorisation du ménage.

## I.2.2 Méthode de comparaison des données et notations

Afin de cerner les évolutions de kilométrage liées aux acquisitions de nouveaux véhicules par les ménages, on centre ici l'analyse sur les achats d'automobiles au cours de la période 85-90. Même si l'on y perd un effet de variation temporelle du parc et de son usage, les résultats seront présentés regroupés sur ces six années, pour des raisons de représentativité statistique. Les notations sont données ci-dessous.

$t$  désignant l'année courante ( $t$  appartenant à l'intervalle [1985, 1990]), on cherche à évaluer et à comparer, dès lors que cela est possible :

- $KM(t-1)$ , la moyenne du kilométrage annuel effectué par le véhicule principal du foyer l'année précédent l'achat d'une nouvelle automobile ; cette valeur sert de point de référence du comportement de mobilité automobile "avant" ;
- $KM(t)$ , la moyenne du kilométrage annuel d'une automobile achetée en  $t$  ;
- $KM(t+1)$ , la moyenne du kilométrage annuel de cette même automobile (achetée en  $t$ ) l'année suivante, permettant de juger de l'évolution de comportement puisqu'il représente la mobilité automobile "après" ;

Afin de donner une idée de la précision de ces estimations de moyennes, on précisera la demi-amplitude de leur intervalle de confiance à 95% :

$IC95 = 1,96 * EC-TYPE / \sqrt{N}$ , en notant

$N$  l'effectif de l'échantillon considéré,

$MOY$  et  $EC-TYPE$  la moyenne et l'écart-type de la distribution observée (de sorte que l'intervalle de confiance de la moyenne est [ $MOY - IC95$ ,  $MOY + IC95$ ]).

Remarques :

— la valeur obtenue en  $t+1$  permet de mesurer une évolution stabilisée du kilométrage voiture, sans s'arrêter aux changements de comportement transitoires spécifiquement liés à l'événement ponctuel "achat en  $t$ "

— dans le cas où l'automobile achetée en  $t$  acquiert (et conserve), aux dires des panélistes, le statut de "principale", la comparaison des trois moyennes  $KM(t-1)$ ,  $KM(t)$  et  $KM(t+1)$  fournit en outre une image exacte de la variation de mobilité observée lors du remplacement de la voiture principale du foyer.

Autres notations utilisées :

**Cons** : désigne la consommation (en litres/100 km) d'une voiture décrite par le panéliste,

**D** : désigne un modèle diesel,

**E** : désigne un modèle "à essence",

**Prix** : désigne le prix de vente des carburants (E/D) à la pompe, moyenne France entière observée sur une période annuelle (ou pluriannuelle),

**PART-VILLE (t)** : désigne la part de  $KM(t)$  (en %) effectuée en ville.

## I.3 Principe et effectifs des appariements

### I.3.1 Pourquoi et comment appairer les observations

L'idée initiale d'appréhender la diésélisation par un suivi comparatif des voitures (appartenant à un même ménage) est due à J.L. Madre [Madre, 1991]. Dans cet article, il présentait, à partir des ECAM, "une analyse micro-économique du comportement des ménages 'passés au diesel' ou 'revenus à l'essence'" et en examinait des effets sur les

distributions de kilométrage afin de fournir des éléments d'évaluation des mécanismes de la diésélisation. Malheureusement, les données — appariement de deux points d'observation à un an d'intervalle — ne permettaient pas d'obtenir des informations détaillées sur la contribution du diesel à la croissance de la circulation, puisque "l'observation sur une seule année est trop courte pour observer des comportements non stabilisés à moyen terme". Il concluait alors sur la nécessité d'apparier, au moins sur trois ans, les questionnaires annuels remplis par le même ménage, appartenant à un panel.

C'est ce qu'autorise la source "parc auto" : les estimations des valeurs moyennes sont effectuées en fusionnant les échantillons annuels successifs.

L'appariement consiste en un suivi *individualisé* des véhicules au sein des ménages. Schématiquement, les contraintes d'appariement portent sur :

- l'identification et la présence du ménage sur les trois vagues ( $t-1$ ,  $t$ ,  $t+1$ ) ;
- l'achat d'un véhicule par ce ménage au cours de la vague centrale (année d'achat  $t$ , renseignée précisément) ;
- l'identification et la présence dans la vague terminale ( $t+1$ ) de ce même véhicule aussi précisément renseigné ;
- le recueil précis, pour ce véhicule, du type de carburant et des valeurs des kilométrages  $KM(t)$  et  $KM(t+1)$ , ainsi que le recueil précis, s'il y a lieu (i.e. si le ménage était déjà motorisé), de la valeur  $KM(t-1)$  du kilométrage du véhicule principal l'année précédente (les kilométrages sont contraints à être strictement positifs, de sorte que les moyennes sont calculées sur des **parcs roulants**).

### I.3.2 Effectifs des différents appariements

#### a) Appariement des ménages

Les ménages étant identifiés de façon unique (à partir de leur numéro de panéliste SOFRES), les échantillons de ménages présents dans trois vagues successives sur la période ont les effectifs indiqués ci-dessous (Tableau 1).

t PÉRIODE : [ t-1 , t+1 ]	1985 84-86	1986 85-87	1987 86-88	1988 87-89	1989 88-90	1990 89-91
	MÉNAGES PRÉSENTS sur [ t-1 , t+1 ]					
TOTAL	4887	5281	4514	4083	3520	3654
Dont motorisation (t+1/t) inchangée	4329	4718	4075	3648	3142	3315
• Dont motorisation (t/t-1) inchangée	3989	4345	3715	3369	2892	3040
• Dont motorisation (t/t-1) augmente	185	176	192	131	121	147
• Dont motorisation (t/t-1) baisse	155	197	168	148	129	128

Tableau 1 : Appariement des ménages restant dans le panel trois années de suite

Remarque : la petite taille des échantillons dont la motorisation change (annuellement entre 3,6% et 4,7% des ménages ne rachèteront pas de voiture en  $t+1$ , soit moins de 200 ménages à chaque fois) conduirait dans le cas d'exploitations annuelles à des intervalles de confiance inacceptables (généralement entre 3 à 5000 km) ; ceci justifie pleinement le regroupement des différentes années de la période pour le calcul des moyennes.

## b) Appariement des voitures

Les voitures qui nous intéressent (i.e. les nouvelles acquisitions) sont identifiées, quant à elles, par ce même numéro de panéliste (ménage d'appartenance), par leur année d'achat ( $t$  dans les vagues  $t$  et  $t+1$ ), ainsi que par leur type de carburant et leur puissance fiscale (contraints à être correctement renseignés et identiques dans les vagues  $t$  et  $t+1$ ). Initialement, ces estimations étaient conduites uniquement pour mesurer l'effet sur le kilométrage de l'acquisition d'une voiture diesel ; il nous a cependant ultérieurement paru utile et nécessaire d'effectuer en parallèle les mêmes calculs dans le cas de l'acquisition d'une voiture à essence, ainsi que de fournir la moyenne dans le cas général (quel que soit le type de carburant du véhicule acheté).

Les effectifs des échantillons (achats de voitures regroupés sur cinq ans) sur lesquels les calculs de kilométrages moyens sont effectués seront indiqués ultérieurement dans les tableaux de résultats.

Pour fixer les ordres de grandeur cependant, le Tableau 2 ci-après indique les effectifs bruts d'achats de voitures diesel observés annuellement.

$t$ PÉRIODE : [ $t-1$ , $t+1$ ]	1985 84-86	1986 85-87	1987 86-88	1988 87-89	1989 88-90	1990 89-91
	VÉHICULES DIESEL					
• Achetés l'année $t$	197	221	266	310	429	483
• Dont appariables en $t+1$	75	50	104	126	214	199

Tableau 2 : Effectifs pour les achats de voitures diesel

Ici encore, on peut aisément constater la petite taille des échantillons impliqués et la nécessité du regroupement.

La forte croissance qu'on peut y noter rappelle également la progression incessante de la pénétration du diesel dans le parc. Ainsi sur la période, la part de véhicules diesel détenus dans le parc a évolué de 7,6% en 1985 à 16% en 1990, elle atteint 19,6% en 1991 [Hivert, 1993] ; de même en 1991, alors que le marché total de l'automobile reculait de 12%, le diesel voyait encore sa demande croître de 2,4% par rapport à l'année précédente, [CCFA, 1992].

## II — RÉSULTATS : KILOMÉTRAGES ISSUS DES APPARIEMENTS

### II.1 Rappel de valeurs en coupe instantanée

A titre purement indicatif, nous rappelons ici le type de résultats obtenus pour ces kilométrages en coupe instantanée. L'exemple de cadrage fourni ci-dessous (Tableau 3) est celui de la dernière vague exploitée, "parc auto 91" [Hivert, 1993].

- Ce tableau montre la particularité du statut de "voiture principale" : son kilométrage est beaucoup plus élevé, et la différence est encore plus nette lorsqu'il s'agit de la première voiture d'un ménage multi-équipé.

ANNEE	1991 KM PARC ROULANT
<b>PARC TOTAL</b>	13 126
• VOITURE UNIQUE	13 213
• VOITURE PRINCIPALE	16 023
• AUTRE VOITURE	10 336
• VOITURE ACHETEE EN 1990	15 737
• VOITURE ACHETEE EN 1991	13 554
• VOITURE A ESSENCE	11 329
• VOITURE DIESEL	20 712
dont en Ville	26,60%

Tableau 3 : Valeurs de comparaison des kilométrages obtenus en coupe instantanée

- On y note également l'importance des kilométrages des voitures achetées récemment (même si, à cause des effets de transition ou d'équipement en première voiture, le kilométrage de la voiture achetée dans l'année est plus faible que celui d'une voiture achetée l'année précédente).

- Enfin, la différence d'usage entre véhicules à essence et véhicules diesel est très remarquable. A titre de comparaison, selon la source ECAM, les kilométrages s'établissent comme suit pour le parc de voitures particulières 1991 : environ 11 900 km pour les voitures à essence et autour de 20 300 km pour les voitures diesel.

## II.2 Premiers appariements : le phénomène "achat"

### II.2.1 Quel que soit l'équipement antérieur du foyer

Ces premiers résultats (Tableau 4) sont ceux des valeurs moyennes de kilométrages de véhicules appariés, dans le cas de l'achat d'une voiture quelconque, puis distinguées suivant qu'elle est à essence ou diesel.

Le tableau suggère les observations suivantes :

- on enregistre une stagnation, voire le plus souvent un creux, dans la valeur transitoire du kilométrage au cours de l'année d'achat, qui peut avoir plusieurs raisons (cf. II.1). Cette caractéristique semble générale (on la retrouve dans la plupart des tableaux ci-dessous).

Ainsi que le notait [Madre, 1991] :

**le kilométrage observé au cours de l'année d'achat ne semble pas fournir une image fiable de l'usage de la nouvelle voiture** ; il faut attendre l'année t+1 pour observer une nouvelle évolution ("stabilisée" ?) — d'où le flou des résultats obtenus sur seulement deux périodes par les ECAM.

	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
ACHAT VOITURE QUELCONQUE (achats 85-90 ; Effectif : 2108)			
MOY.	14154	12930	14831
IC95	(383)	(389)	(382)

  

	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
ACHAT VOITURE DIESEL (achats 85-90 ; Effectif : 434)			
MOY.	18294	18823	21548
IC95	(974)	(1080)	(989)

	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
ACHAT VOITURE ESSENCE (achats 85-90 ; Effectif : 1739)			
MOY.	13303	11677	13362
IC95	(404)	(379)	(368)

Tableau 4 : Valeurs des kilométrages en t et t+1 pour un véhicule quelconque (Essence ou Diesel), rapportées au kilométrage de la voiture principale en t-1

- Dans le cas général, que la voiture nouvellement acquise devienne principale ou non, la comparaison "avant/après" indique que : **l'achat induit une augmentation du kilométrage annuel : un an plus tard, le nouveau véhicule acquis est d'un usage plus intensif que l'ancien véhicule principal** ; dans le cas d'un véhicule diesel, cette augmentation est de 3 250 km (au minimum de 1 300 km, en fonction des intervalles de confiance des deux estimateurs) ; dans le cas de l'achat d'un véhicule à essence toutefois, cette augmentation n'est pas significative. Ce résultat recouvre un phénomène plus ample que le simple effet "*voiture neuve*", puisque les moyennes ne tiennent pas compte de l'état à l'achat (neuve/occasion).
- Dans le cas de l'acquisition d'une voiture diesel, il faut noter l'importance relative du kilométrage "avant" (en t-1) : **en moyenne, l'acquisition d'un diesel est liée à un usage déjà intensif de l'automobile**. L'objet du paragraphe suivant est d'essayer de nuancer cette observation en fonction du type de carburant utilisé avant l'achat.

## II.2.2 En fonction du type de carburant de la voiture principale de l'année précédente

Dans le cas de l'achat d'un diesel, l'importance de la moyenne du kilométrage avant n'est-elle le fait que des ménages qui possédaient déjà des diesels ? Ou bien peut-on affirmer que nombre de ménages, anciennement équipés de véhicules à essence, se tournent résolument vers le diesel — et l'économie substantielle qu'il représente — parce que leur mobilité antérieure était devenue trop coûteuse car trop importante ?

Les valeurs vues en II.2.a peuvent être affinées en fonction du type de carburant de l'ancien véhicule principal du foyer : l'achat et le choix du type de carburant de la nouvelle voiture n'a pas du tout la même incidence si le ménage était déjà ou non "diésélisé". Les résultats que l'on obtient pour l'ensemble de ces transitions (E/D vers E/D) figurent dans le Tableau 5 ci-dessous.



	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)		KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
TRANSITION ESSENCE PPAL -> ACHAT DIESEL (achats 85-90 ; Effectif : 257)				TRANSITION ESSENCE PPAL -> ACHAT ESSENCE (achats 85-90 ; Effectif : 1465)			
MOY.	17707	18134	21863	MOY.	13374	11885	13465
IC95	(1232)	(1385)	(1336)	IC95	(411)	(404)	(391)
TRANSITION DIESEL PPAL -> ACHAT DIESEL (achats 85-90 ; Effectif : 139)				TRANSITION DIESEL PPAL -> ACHAT ESSENCE (achats 85-90 ; Effectif : 101)			
MOY.	21374	21235	21518	MOY.	19790	11904	12765
IC95	(1675)	(1946)	(1673)	IC95	(2133)	(1929)	(1701)

Tableau 5 : Valeurs des kilométrages pour un véhicule (Essence ou Diesel), rapportées au kilométrage de la voiture principale "avant" (Essence ou Diesel)

Ces résultats appellent les commentaires suivants.

- Les effectifs montrent que le diesel représente en moyenne 20,2% des achats sur la période. Cette part de marché est en pleine évolution (dépassant 40% en 1993, selon le CCFA).
- Lorsque le ménage était déjà équipé d'un diesel, l'achat d'une nouvelle voiture diesel se traduit par une grande stabilité "avant/après" à un niveau élevé (au-dessus de 21 000 km/an).
- Lorsque le véhicule principal du ménage était à essence, deux phénomènes se conjuguent :
  - C'est un très fort kilométrage avant (près de 18 000 km/an) qui fait opter le ménage pour un diesel ;
  - Cette nouvelle acquisition se traduit en plus par une très forte augmentation "avant/après" du kilométrage (de l'ordre de + 4 000 km, soit près de 25 %, sur 2 ans).
 (la valeur exacte est de : + 4 156 km ( $\pm$  IC95 = 1 650 km)).
- Lorsque le ménage était déjà équipé d'un diesel, l'achat d'une nouvelle voiture à essence conduit, un an après, à une forte baisse, le kilométrage retrouvant une valeur proche de celle de la moyenne du parc. Deux cas de figure peuvent se présenter pour cette nouvelle voiture à essence:
  - c'est une voiture supplémentaire du ménage n'acquérant pas le statut de "principale" (et la valeur obtenue n'est pas surprenante);
  - c'est le substitut de l'ancienne voiture "principale" qui subit un abaissement brutal du kilométrage.

Comment statuer entre ces deux cas de figure ?

L'hypothèse de la baisse liée à l'abandon du diesel sera abordée au paragraphe II.4, spécifiquement consacré aux voitures principales.

### II.3 Evolution du kilométrage du ménage consécutive à l'achat d'une voiture

La seule connaissance de l'évolution du kilométrage de la voiture achetée en fonction de la voiture principale précédemment détenue pourrait théoriquement conduire à des conclusions partiellement erronées, par exemple si les kilométrages de tous les autres véhicules détenus par le ménage diminuaient fortement.

En réalité, on sait déjà qu'au niveau global, la diésélisation accrue du parc s'accompagne d'une augmentation de son kilométrage, comme l'ont mis en évidence [Gallez, Madre, 1993] en raisonnant à structure de parc constante.

La méthode "panel", quant à elle, nous permet de suivre au niveau désagrégé l'évolution de la mobilité automobile totale de chaque ménage, par sommation des kilométrages de ses voitures. Les appariements s'en trouvent sensiblement alourdis, et les effectifs à nouveau réduits (contrainte supplémentaire portant sur le renseignement correct du kilométrage de toutes les voitures du ménage).

Les résultats sont fournis dans le Tableau 6 de la page suivante. Il importe naturellement de présenter cette évolution en fonction de la variation du taux de motorisation : les moyennes sont très différenciées, selon que l'achat est un remplacement, diminue ou augmente le parc du ménage. L'effectif total ("voiture quelconque") tient compte des achats "essence" et "diesel" ainsi que d'autres achats (carburant "imprécis"). L'écart de kilométrage est fourni en valeur absolue et en valeur relative par rapport à  $t-1$ .

Plusieurs conclusions y sont notables :

- L'achat d'une voiture quelconque (quel que soit son état à l'achat et quel que soit le nouveau taux de motorisation du ménage) se traduit par une augmentation de mobilité de + 2 350 km ( $\pm IC95 = 664$  km) ; il existe une augmentation de mobilité même dans le cas où la motorisation reste constante.
- L'augmentation apparaît sensiblement différenciée selon le choix de carburant de la voiture achetée (+ 2 055 km pour l'essence contre + 3 756 km pour le diesel). Le type de carburant du nouvel achat à une influence considérable :
  - on retrouve, au niveau du ménage, que "ceux qui passent au diesel" avaient déjà une forte mobilité automobile "avant";
  - l'achat d'une voiture diesel accroît la mobilité automobile du ménage ; dans tous les cas de figure de variation du taux de motorisation, le choix d'un diesel conduit à une mobilité accrue par rapport au choix de l'essence ;
  - dans le cas de la baisse de motorisation du ménage, la baisse de mobilité apparaît peu élevée (-18% contre -36% pour l'essence), et largement inférieure au kilométrage moyen d'une voiture quelconque ;
  - dans le cas où la motorisation reste constante, la variation pour le ménage (environ 3 000 km  $\pm IC95 = 1 351$  km), rapportée aux nouveaux 4 000 km de la voiture achetée (cf. II.2.2 et II.4 pour le remplacement du véhicule principal) indique que la baisse de kilométrage des autres voitures du ménage est de l'ordre de 1 000 km et n'est pas significative.

L'hypothèse évoquée en début de paragraphe est donc fautive : **schématiquement, l'achat d'un diesel accroît la mobilité automobile du ménage de près de 4 000 km ; cette variation est imputable au nouveau véhicule, l'usage des autres automobile ne baissant pas significativement.**

Effectif	$\sum$ KM (t-1) vp du ménage	$\sum$ KM (t) vp du ménage	$\sum$ KM(t+1) vp du ménage	$\Delta$ KM soit $\tau$ (%)
----------	---------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

MÉNAGES ACHETANT UNE VOITURE QUELCONQUE					
TOTAL	2044	18 980 (560)	19 415 (588)	21 330 (726)	+ 2 350 (+12%) (664)
• dont motorisation (t+1/t-1) en baisse	103	28 128 (3232)	23 020 (2998)	19 648 (2416)	- 8 480 (-30%) (2603)
• dont motorisation (t+1/t-1) constante	1591	18 201 (611)	18 181 (629)	19 524 (622)	+ 1 323 (+7%) (553)
• dont motorisation (t+1/t-1) en hausse	350	19 830 (1343)	23 967 (1587)	30 036 (2914)	+ 10 206 (+51%) (2655)

MÉNAGES ACHETANT UNE VOITURE A ESSENCE					
TOTAL	1487	18 001 (665)	18 252 (687)	20 056 (885)	+ 2 055 (+11%) (823)
• dont motorisation (t+1/t-1) en baisse	63	24 455 (3684)	20 078 (3591)	15 569 (2478)	- 8 886 (-36%) (3330)
• dont motorisation (t+1/t-1) constante	1170	17 246 (729)	17 114 (733)	18 220 (704)	+ 974 (+6%) (661)
• dont motorisation (t+1/t-1) en hausse	254	19 879 (1677)	23 041 (1880)	29 624 (3784)	+ 9 745 (+49%) (3453)

MÉNAGES ACHETANT UNE VOITURE DIESEL					
TOTAL	361	23 585 (1319)	24 684 (1450)	27 340 (1501)	+ 3 755 (+16%) (1385)
• dont motorisation (t+1/t-1) en baisse	29	35 623 (7026)	30 602 (6104)	29 342 (4623)	- 6 281 (-18%) (4859)
• dont motorisation (t+1/t-1) constante	270	22 816 (1411)	23 203 (1577)	25 830 (1577)	+ 3 014 (+13%) (1351)
• dont motorisation (t+1/t-1) en hausse	62	21 301 (2492)	28 365 (3746)	32 980 (4725)	+ 11 679 (+55%) (4334)

Tableau 6 - Variation (t+1/t-1) du kilométrage total du ménage :  
valeurs moyennes (et IC95) en fonction du type de voiture acheté en t

#### II.4 Le remplacement du véhicule principal du foyer

Si la voiture achetée est déclarée de rang = 1 par le panéliste, en t et en t+1, c'est qu'elle acquiert au sein du ménage le statut de "voiture principale".

La comparaison à la situation de référence constitue alors en fait l'analyse exacte de ce qui se produit dans le cas de la substitution de cette voiture principale du foyer : quel que soit le cas de figure (E/D avant et E/D après), le différentiel kilométrique observé est directement et uniquement imputable à la voiture qui joue ce rôle particulier de **principale** au sein du ménage. Les valeurs trouvées lors de ce remplacement sont données (directement éclatées en fonction du type de carburant) dans le Tableau 7.

	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)		KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
TRANSITION ESSENCE PPAL -> DIESEL PPAL (achats 85-90 ; Effectif : 216)				TRANSITION ESSENCE PPAL -> ESSENCE PPAL (achats 85-90 ; Effectif : 1149)			
km	17687	18247	21733	km	13153	12656	13775
ic95	(1230)	(1485)	(1432)	ic95	(461)	(461)	(431)
TRANSITION DIESEL PPAL -> DIESEL PPAL (achats 85-90 ; Effectif : 118)				TRANSITION DIESEL PPAL -> ESSENCE PPAL (achats 85-90 ; Effectif : 45)			
km	21677	21585	21937	km	19831	15176	15629
ic95	(1904)	(2090)	(1697)	ic95	(3088)	(3565)	(2620)

Tableau 7 : Valeurs des kilométrages pour un véhicule devenant principal rapportées au kilométrage de la voiture principale "avant" (Essence ou Diesel)

- On y remarque toujours la forte stabilité du kilométrage lors du remplacement d'un diesel par un diesel ;
- Pour le cas du passage d'essence à diesel dans le remplacement du véhicule principal, les mêmes remarques qu'au paragraphe précédent s'appliquent :
  - **importance du kilométrage "avant"**
  - **forte hausse du kilométrage "après" (hausse de 23% sur 2 ans)**
 La valeur exacte de l'écart "avant/après" est ici de : + 4 045 km ( $\pm$  IC95 = 1 578 km).
- Lors du remplacement d'une voiture diesel par une voiture à essence, le kilométrage redescend en fait jusqu'à une valeur tout à fait analogue à celles que l'on trouve en coupe instantanée pour l'ensemble des voitures principales à essence de moins de deux ans.

Il semble donc qu'on n'observe pas *a priori* d'effet retour (ou cliquet) : en quittant le "clan des diésélisés", le ménage ou le conducteur paraît retrouver le comportement qui est celui de ceux qui n'ont jamais eu de diesel. Cette observation — ainsi que celle du passage inverse de l'essence au diesel — semble également corroborer un résultat de [Hivert, 1993] : le **raisonnement des ménages à budget constant**. En effet, on note depuis deux ans (parcs 1990 et 1991) que les budgets consacrés par les ménages à la consommation annuelle de carburant sont quasiment identiques sur le parc Essence et sur le parc Diesel. Si les ménages raisonnent à budget constant, ils rentabilisent leur achat de diesel en roulant plus.

Mais il importe de remarquer que l'ensemble de ceux qui quittent le diesel pour l'essence représente un courant minoritaire (pas du tout "dans l'air du temps"). Le fait qu'ils soient peu nombreux conduit à nuancer le résultat précédent, à cause de l'amplitude des intervalles de confiance : la baisse exacte du kilométrage est de 4 202 km ( $\pm$  IC95 = 3 956 km), de sorte que la conclusion obtenue ne paraît pas fiable.

Il resterait à étudier si l'abandon du diesel est motivé par des causes inverses de celles qui suscitent son achat (forte baisse de la mobilité, induite par des ruptures notables dans le cycle de vie, localisation résidentielle ou passage à la retraite par exemple).

## II.5 Un exemple de séparation des années

Enfin, pour mémoire, nous montrons ci-dessous un exemple où les six années ne sont plus regroupées en une, mais en deux périodes (de trois ans) : les substitutions de voitures principales (de l'essence vers le diesel) sont ici observées sur deux groupes d'années d'achat.

	KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)		KM (t-1)	KM (t)	KM (t+1)
t	85, 86, 87			t	88, 89, 90		
Effect.	Effectif : 60				Effectif : 156		
km	16498	17895	24336	km	18145	18382	20732
ic95	(2496)	(3501)	(3471)	ic95	(1405)	(1562)	(1445)

Tableau 8 : Substitutions (E -> D) de voitures principales séparées sur deux périodes triennales

La petite taille de l'échantillon [85-87] conduit, comme on peut le constater, à une explosion des intervalles de confiance.

## II.6 Effets d'offre du diesel : conséquences sur la consommation annuelle de carburant, les émissions de polluants et les parts de kilométrages en ville

### II.6.1 Consommations et émissions

Les moyennes observées, France entière sur la période, pour les consommations des voitures [Hivert, 1993] et les prix des carburants à la pompe [ARGUS & CPDP, 1992] sont les suivantes :

Cons (E) = 7,88 litres/100 km    Prix (E) = 502,42 F/100 litres  
 Cons (D) = 6,86 litres/100 km    Prix (D) = 350,15 F/100 litres

De même, l'effet de serre (ES, en kg d'équivalent CO<sub>2</sub> pour 100 km) comparé des deux types de carburant est, selon [Delsey, Dobias, 1991], donné par :

Si Cons (E) = 9 litres,    ES (E) = 37 kg (hyp. IPCC, resp. 26 kg, hyp. révisée)  
 Si Cons (D) = 8 litres,    ES (D) = 31 kg (hyp. IPCC, resp. 22 kg, hyp. révisée)

(On se reportera à la référence pour le détail des hypothèses).

Ces données permettent de calculer l'effet propre de l'achat d'un diesel en termes de consommation énergétique et d'effet de serre (qui ne rend compte, bien sûr, que d'une partie de la pollution). Il serait tout à fait possible d'apparier les véhicules en tenant compte "individuellement" de leurs consommations déclarées ; toutefois, la multiplication des imprécisions et valeurs aberrantes (en t-1 et/ou en t+1) sur une cette variable quantitative supplémentaire conduirait de nouveau à réduire les échantillons fusionnés et la précision sur les estimateurs.

C'est pourquoi le calcul ne sera effectué qu'avec les valeurs moyennes citées au début du paragraphe. Il est bien entendu très grossier (masse estimée à l'année, en équivalent CO<sub>2</sub>, sans tenir compte de conditions ponctuelles d'usage (fluidité du trafic, départs à froid, autres), sur une base annuelle : moyenne de kilométrages et de consommations, sans tenir compte sur la période de l'apparition des tout premiers catalyseurs).

Appliquées aux valeurs de kilométrages trouvées précédemment (II.2.1 et II.4), ces valeurs de prix, consommation et émission indiquent que :

**Pour un ménage précédemment équipé d'une voiture principale à essence, l'achat d'une voiture diesel (qui deviendra probablement principale) se traduit l'année suivante par ce raccourci saisissant :**

- une augmentation du kilométrage annuel de l'automobile de + 4 100 km (soit 23%) ;
- une baisse du budget annuel alloué à la consommation de carburant de 1750 F (soit précisément 25%)
- une augmentation de l'effet de serre produit (en kg d'équivalent CO<sub>2</sub> par an) proche de + 200 kg (comprise entre 3,5% et 4,5% de l'effet de serre "avant" selon l'hypothèse retenue).

### II.6.2 Kilométrage en ville

L'appariement des vagues 1990-1991 permet de juger (sur un trop faible échantillon de 142 observations, et sur seulement deux périodes, donc pour des comportements non encore stabilisés) de l'évolution de la part du kilométrage en ville, pour les voitures diesel achetées en 1990.

Alors que sur le parc global (vague de 1991), la part du kilométrage en ville s'établit à 26,6% pour les voitures diesel (contre 36,5% pour les voitures à essence), les parts obtenues pour les diesel nouvellement acquis s'établissent comme suit :

**PART-VILLE (90) = 30,15 % (± IC95 = 2,73 %) de KM (90)**  
**PART-VILLE (91) = 30,06 % (± IC95 = 3,02 %) de KM (91)**

- Les diesel acquis en 1990, présentent une circulation en ville sensiblement plus importante que le parc diesel dans son ensemble. Certains "petits diesel" récents (nouvel effet d'offre) sont des voitures plus polyvalentes que les anciens diesel, grands rouleurs routiers, comme le montrent les analyses récentes des usages par motifs ([Gallez, 1993], [Hivert, 1993]).

Avec une part en ville de 30,1% pour un kilométrage des "nouveaux diesel" de 21 739 km, contre 36,5% et 17 687 km pour les véhicules à essence remplacés, on obtient des kilométrages en ville de 6 543 km et 6 456 km respectivement, dont la différence n'est pas significative. Comme les émissions des véhicules diesel à vitesse faible sont beaucoup plus faibles que celles des véhicules à essence, il en résulte une amélioration en ce qui concerne les pollutions urbaines.

Ces résultats méritent toutefois d'être validés sur de plus gros échantillons.

## III — CONCLUSIONS

### • La technique Panel

Les résultats présentés dans cet article ont montré l'avantage que l'on peut tirer de l'exploitation de données panélistées. L'utilisation de cette technique autorise un suivi longitudinal des observations désagrégées au niveau des ménages et des automobiles. Elle permet donc de mettre en lumière et de chiffrer différents effets de modification des comportements au cours du temps, là où le recours à des questions historiques directes s'avérerait lourd, probablement biaisé, voire impossible (ou nécessiterait une

toute autre approche, fondée sur des entretiens en profondeur sur de plus faibles échantillons).

• **Résultat sur l'achat d'une nouvelle voiture**

Il peut souvent aboutir à une rupture importante dans le comportement d'usage de l'automobile. Le suivi sur au moins deux vagues a montré que l'année d'achat représente une phase de transition au cours de laquelle le kilométrage observé ne s'est pas encore stabilisé ; il augmentera l'année suivante. Un autre sujet intéressant consisterait à observer si (et à quel rythme) la valeur obtenue décroît à nouveau avec le vieillissement du véhicule.

Le choix du type de carburant des nouveaux achats ne constitue bien entendu pas la cause unique de variation des kilométrages : différentes ruptures modifiant les besoins de déplacements peuvent intervenir dans le cycle de vie.

• **Résultats sur le passage au diesel**

Dans les années récentes, malgré le recul du marché, on peut observer simultanément la poursuite de la croissance du parc total et la baisse sensible du nombre de véhicules à essence en valeur absolue. C'est dire si le recours au diesel s'intensifie.

Or, les résultats précédents ont mis en évidence à ce sujet deux faits principaux :

— comme on pouvait s'y attendre et comme le supputaient les constructeurs, les ménages qui "passent au diesel" avaient précédemment un usage très intense de leur automobile (kilométrage plus d'un tiers au dessus de la moyenne). Il serait probablement intéressant de ventiler cet usage suivant plusieurs motifs afin de comprendre à quels besoins correspond cette forte demande. Dans l'avenir, ce phénomène pourrait avoir tendance à s'estomper dans la mesure où le surcoût à l'achat du diesel décroît.

— Mais en outre, et cela paraît moins trivial, leur choix de diésélisation pour satisfaire cette demande s'accompagne (ou induit ?) d'une nouvelle augmentation (près d'un quart de kilométrage en plus pour l'auto, plus de 15 % pour le ménage) de leur mobilité automobile. Le diesel est et reste l'espace des grands rouleurs : on y accède pour faire des économies, mais "moins c'est cher et plus on roule" ; la fiscalité conduit au réflexe de rentabilisation.

Cette forte augmentation d'usage a des conséquences négatives en termes de consommation de carburant et d'effet de serre. En revanche la relative stabilité des circulations en ville amène plutôt à une amélioration de la situation des émissions en ville, du moins tant que les véhicules catalysés ne sont pas majoritaires.

La taxation actuelle des carburants, favorisant fortement le développement du diesel, comme souligné par exemple dans [Martin, 1992] et [Orfeuil, 1993], incite les ménages à rouler (et donc à encombrer, à polluer) plus en dépensant nettement moins. Si cette fiscalité est maintenue, dans une conjoncture où les ménages ressentent un besoin accru d'économies, la part du diesel sur le marché automobile ne peut que se maintenir, voire augmenter. La structure du parc automobile s'en trouve donc progressivement et durablement déformée, et les impacts, ici mis en évidence sur les distributions de kilométrages, consommations et émissions ne peuvent que s'amplifier.

• **Le passage inverse : retour du diesel à l'essence**

Si c'est une forte demande kilométrique qui conduit les ménages à opter pour le diesel, inversement les ménages qui se séparent de leur diesel (principal) ne restent pas apparemment aussi grands rouleurs. Le phénomène est probablement lié à une

importante rupture dans le rythme de vie de ces ménages (changement de localisation résidentielle, passage à la retraite ou autre). Nous nous garderons cependant de conclure définitivement sur l'existence ou l'absence d'effet-retour, à cause de l'imprécision du résultat due à la faible taille de l'échantillon.

• **Points divers, améliorations et autres pistes**

L'étude présentée ici pourrait vraisemblablement être améliorée à plusieurs points de vue, notamment en tenant mieux compte de disparités qui peuvent exister parmi les ménages (et parmi les automobiles qu'ils décident d'acquérir), par exemple :

- en détaillant les résultats selon d'autres caractéristiques techniques des véhicules (gamme, puissance et surtout état à l'achat) ;
- en distinguant des cas de figures variés, tenant spécifiquement compte du taux d'équipement "avant" des ménages (non motorisés, monomotorisés, ou déjà multimotorisés).

La limite de taille des échantillons (et de significativité des résultats), cependant, ne permet sans doute pas d'aller beaucoup plus loin dans la multiplication des cas étudiés ou dans l'allongement de la période d'observation au delà de trois ans.

L'approche présentée ici était centrée sur les voitures. La lourdeur des appariements, la complexité des cas à envisager et les tailles d'échantillons ne nous ont pas permis de développer plus avant l'analyse centrée sur les ménages en fonction de leur taux de motorisation.

Enfin la méthode que nous avons utilisée pour chiffrer des évolutions de kilométrage pourrait l'être également pour mesurer l'évolution d'autres paramètres caractéristiques des voitures, notamment d'usure. Ainsi, par exemple, si les déclarations de consommation des panélistes fournissent déjà une information concrète et précieuse par rapport aux affichages de consommations conventionnelles, il serait bon de pouvoir confirmer ou infirmer une hypothèse de dérive temporelle de ces consommations, telles qu'observées par les utilisateurs eux-mêmes, en distinguant bien entendu les voitures suivant leur état à l'achat (neuf/occasion).

En première approche et à titre d'exemple, on peut citer les chiffres ci-dessous découlant d'un premier appariement, portant sur 589 observations d'automobiles (t+1 / t sur la période 1985-1990).

Les moyennes des consommations des voitures achetées en 1990 s'établissent comme suit :

CONS (t) = 7,39 litres ( $\pm$  IC95 = 2,08 litres)

CONS (t+1) = 7,50 litres ( $\pm$  IC95 = 1,99 litres)

CONS (t+1) - CONS (t) = 0,11 litres ( $\pm$  IC95 = 0,67 litres).

Le différentiel de consommation entre la première et la deuxième année semble *a priori* non significatif. Le résultat demanderait bien sûr à être confirmé sur plusieurs années et en fonction de l'état à l'achat. Pour commenter ce résultat, notons également que, sans doute à cause des phénomènes d'arrondi, les écarts de consommations (déclarées en décilitres/100 km) ne semblent jamais significatifs dans les exploitations "parc auto", même si on les observe sur des périodes de quelques années.

*Que Caroline Gallez, doctorante, Jean-Loup Madre et Jean-Pierre Orfeuil, directeurs de recherche à l'INRETS-DEST soient ici remerciés pour leurs nombreuses suggestions, remarques et relectures au cours de ce travail.*



**BIBLIOGRAPHIE**

- ARGUS de l'automobile et des locomotions, Sept.-Oct. 1992, **Hors série spécial salon**, Numéro incluant les statistiques automobiles 1991, avec les prix de vente des carburants auto en France.
- CCFA, 1992, **L'industrie automobile en France — 1991, Analyse et statistiques**, brochure du comité des constructeurs français d'automobiles
- CPDP, 1990, **Bulletins mensuels du Comité Professionnel du Pétrole**, prix de vente des produits pétroliers, cité par l'ARGUS et l'OEST.
- CPDP, Mai 1992, **Pétrole 91, éléments statistiques**, Comité professionnel du pétrole.
- DELSEY J., DOBIAS G., décembre 1991, **Les transports routiers et l'effet de serre, bilan et propositions**, Revue Recherche Transports Sécurité, N° 32, pp. 101-110.
- DORMONT B., 1989, **Introduction à l'économétrie des données de panel**, théorie et applications à des échantillons d'entreprises, monographies d'économétrie, éditions du CNRS.
- FONTAINE H. et GOURLET Y., Fév. 1993, **Mobilité et accidents, Année 1991**, Rapport de Convention INRETS/DSCR.
- GALLEZ C., Avril 1993, **Les effets de la diésélisation du parc automobile sur le kilométrage moyen par véhicule**, Note de synthèse, INRETS, 19 p.
- GALLEZ C. et MADRE J.L., Juin 1993, **Démêler les facteurs structurels et économiques : la dynamique de l'usage de l'automobile**, Communication aux Xèmes journées de Microéconomie appliquée, Sfax, 13 p. .
- HIVERT L., Fév. 1991, Fév. 1992 et Mars 1993, **Le Parc automobile des ménages français, Description du parc en décembre 1989 et évolutions principales depuis 1983, Etude en fin d'année 1990, Etude en fin d'année 91**, Rapports annuels de Convention INRETS/ADEME.
- MADRE J.L., Novembre 1991, **Diffusion du diesel et croissance de la circulation**, Les Cahiers Scientifiques du Transport N° 24, 2ème semestre 1991, pp.53-60.
- MARTIN Y., Août 1992, **Fiscalité spécifique sur les usagers de la route et effet de serre**, Ministère de l'Environnement, Note de la mission interministérielle de l'effet de serre.
- MATYAS L. et SEVESTRE P., 1992, **The Econometrics of Panel Data, Handbook of Theory and Applications**, Kluwer Academic Publishers.
- ORFEUIL J.P., Mars 1993, **Eléments pour une prospective Transport Energie Environnement en Europe à horizon de 20 ans**, Rapport, INRETS.