

Usages de l'automobile : 5 phases européennes de mesures sur véhicules avec du matériel embarqué

M. ANDRÉ, A.J. HICKMAN, D. HASSEL

INRETS-F, TRRL-G.B, TÜV-Rheinland Köln

INTRODUCTION

Dans le but d'acquérir une certaine connaissance des usages et conditions de fonctionnement des voitures, l'INRETS a entrepris en 1983 puis en 1989 deux études expérimentales (études Eurev¹ réf. 1 et 2), sur 35 et 20 voitures privées, équipées d'un matériel d'acquisition de données qui permettait de suivre à chaque seconde leur fonctionnement. Une expérience européenne s'appuyant sur la même méthode était menée en 1990 dans le cadre d'un programme de recherche de la CEE, le programme DRIVE² - *modem*³ (ref 3 et 4), dont l'objectif était la modélisation des émissions de polluants et de la consommation des voitures en circulation urbaine, en fonction des paramètres instantanés de fonctionnement. Cette étude a été menée conjointement par l'INRETS en France, le TÜV-Rheinland en Allemagne, et le TRRL en Grande-Bretagne.

1. METHODE

La méthode utilisée était sensiblement la même pour les 2 expérimentations françaises et l'étude européenne, le principe de base étant l'observation des conditions d'usages et de fonctionnement des véhicules conduits en situation habituelle par leur conducteur.

Pour cela des voitures privées étaient équipées de capteurs et de matériel d'acquisition de données autonome permettant d'enregistrer à chaque instant les principaux paramètres de fonctionnement du véhicule, et étaient utilisés ensuite normalement par leur propriétaire.

On notera cependant 2 différences au niveau du champ de l'étude: les 2 expérimentations françaises ont porté sur une répartition géographique assez large, les véhicules testés étant originaires de 8 zones différentes, incluant les 3 plus grandes agglomérations françaises, mais aussi des petites ou moyennes villes et des zones rurales. Le projet *modem* s'intéressant plus spécifiquement aux conditions urbaines, les véhicules étaient originaires de 6 villes européennes: Londres et Derby en Grande-Bretagne, Cologne et Krefeld en Allemagne, Marseille et Grenoble en France, villes retenues pour décrire une certaine variété des conditions urbaines, et comprenant de très grosses et moyennes agglomérations, des villes du nord, du sud et de montagne.

Une autre différence concerne les modèles des véhicules retenus. Dans le cas des études EUREV, les 9 modèles ont été choisis parmi ceux les plus vendus et représentant les gammes les plus répandues du parc automobile, les années-modèles étaient peu

¹ EUREV: étude expérimentale sur les usages réels des véhicules - INRETS - France

² DRIVE: Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe - programme de recherche de la CEE - DG XIII

³ *modem* : Modelling of Emissions and Fuel Consumption in Urban Areas - DRIVE Project V1053.- avec le participation de TRRL (UK), TÜV-Rheinland (FRG), CEDIA (B), INRETS (F)

réparties (Renault 5, Citroën AX et Visa pour les petits véhicules, et Renault 14, 18, 21, Peugeot 305, Citroën CX, Talbot Horizon, des années 1979-81 puis 1989-91). Les modèles de l'étude *DRIVE-modem* ont été choisis pour décrire au mieux les parcs de véhicules en circulation dans chacun des pays; les critères de sélection ont été leur popularité, l'âge des véhicules, le kilométrage, la technologie (cylindrée, puissance, motorisation essence, diesel, injection, catalyseur, etc...). 13 modèles ont ainsi été choisis: Citroën BX 19 Diesel, Renault 5, Ford Fiesta, Peugeot 205, Renault 21 en France, Vauxhall Cavalier, Austin Metro, Ford Granada/Sierra, Ford Escort/Fiesta Diesel, Peugeot 205, VW Golf GTI et Vauxhall Cavalier en Grande-Bretagne, et VW Golf, VW Golf Diesel, Opel Corsa, Renault 21 et Audi 100 en Allemagne. Les années-modèles étaient plus largement réparties (entre 1980 et 1989).

Les véhicules à tester étaient finalement choisis à la suite d'un tirage aléatoire d'adresses de propriétaires des modèles retenus, dans les zones concernées, puis d'une sélection suivant certains critères de représentativité et de diversité: âge, sexe, situations professionnelle et familiale, usages du véhicule (kilométrage annuel). Pour l'Allemagne, la sélection s'est faite par le canal de l'Association des Automobilistes Allemands (ADAC).

Tableau 1 : champs des différentes études

Etudes	Nombre de véhicules	localisations		modèles années	
Eurev France			urbain / non-urbain		
1983-85	35	6	urbain	7	1979-81
1989-90	20	2	idem	2	1989-90
Ensemble	55	8	idem	9	
<i>Drive-modem</i>					
Allemagne	19	2	urbain	5	1982-89
France	21	2	urbain	5	1980-89
Grande-Bretagne	18	2	urbain	7	1981-89
Ensemble	58	6	urbain / 3 pays	13	

Les véhicules sélectionnés ont été équipés d'un matériel autonome d'acquisition de données, (enregistreur dans la malle arrière et capteurs sous le capot moteur), rendu aussi discret que possible, et ne nécessitant pas d'intervention du conducteur. Les véhicules étaient ensuite utilisés normalement par leur propriétaire, pour des périodes de 1 à 2 mois, avec seulement une visite tous les 10 à 15 jours dans le but de vérifier le bon fonctionnement des appareils et de transférer les informations déjà enregistrées. De 2 à 7 véhicules étaient testés simultanément, du fait du nombre limité d'équipements.

Les principaux paramètres de fonctionnement du véhicule étaient enregistrés à chaque seconde: date et heure, vitesse, régime de rotation du moteur, ouverture du papillon, consommation, températures du moteur et extérieure, utilisations de certains accessoires comme les essuie-glaces, l'éclairage, les freins, le starter. L'acquisition débutait à la mise sous contact du véhicule. De ce fait, une utilisation du véhicule, ou un trajet ne correspond pas strictement à la notion de déplacement lié à un motif, telle qu'on la trouve traditionnellement par enquête par exemple.

2. NATURE ET VOLUME DES RESULTATS DES MESURES

2.1 Nature des informations

Les données de base issues des expérimentations sont des données instantanées, c'est à dire mesurées à chaque seconde. Ces informations sont la base de la compréhension des mécanismes de consommation d'énergie et des émissions de polluants, par la prise en compte des conditions réelles d'usages et de fonctionnement des voitures, prenant en compte en particulier les comportements d'usage et de conduite du conducteur, la circulation, et plus généralement tout l'"environnement" du véhicule (conditions météorologiques, géographiques, infrastructure routière, etc...), dont les l'influence sur émissions et consommations n'est certainement pas négligeable..

L'intégration de ces données de la mise sous contact à l'arrêt nous permet d'analyser de manière très fine les trajets effectués (longueurs, durées, vitesses, mais aussi nombre d'arrêts aux intersections, vitesses maximales atteintes, accélérations, etc...). La connaissance de la date et de l'heure de ces trajets permet d'autre part d'observer la répartition temporelle de ces trajets.

L'intégration des données sur les journées entières nous renseigne sur les fréquences quotidiennes des usages (nombre d'usages, durées et distances journalières, etc...), et également sur la variation de ces usages selon les jours, etc...

La possibilité du retour permanent aux informations instantanées de base enrichit considérablement ces 2 dernières analyses plus macroscopiques.

Comme on le verra par la suite, on constate une grande variabilité des résultats, et en particulier entre les différentes phases de mesures (et donc les différents pays). En conséquence, les résultats présents sont considérés comme des tendances, des ordres de grandeur, confirmés par l'évolution souvent relativement similaire entre les phases, et dont la dispersion est illustrée par les différentes phases. On ne procédera pas à une comparaison stricte entre les différentes phases, celle-ci étant rendue hasardeuse par la taille des échantillons correspondants.

2.2 Volume des données

Au total, 113 voitures ont été testées avec succès, (55 et 58 voitures respectivement dans le cadre des études Eurev et Drive-modem). Ces mesures représentent 3500 journées de suivi de véhicules (respectivement 1930 et 1580).

18200 trajets ont été enregistrés correctement, et représentent 144 000 kilomètres parcourus, pour des durées de conduite ou de route de 3530 heures.

Les champs des différents niveaux d'analyses peuvent être évalués comme suit:

- usages des voitures: on dispose de 3500 journées de suivi, soit de l'ordre de 30 journées par véhicule testé, sur un faible nombre de voitures (113),
- description des trajets: 18200 trajets, soit 160 trajets par voitures,
- conditions de fonctionnement instantanées: 144500 kilomètres et 3530 heures de route, décrites à chaque seconde, soit en moyenne 1200 kilomètres et 31 heures de route par voiture.

Malgré le nombre limité de voitures, ce recueil de données est considérable au niveau des conditions de fonctionnement, et intéressant par sa précision pour les autres niveaux.

Tableau 2 : bilans des différentes expérimentations

Etudes	nombre de véhicules	durée de suivi (jours)	nombre de trajets	durée de conduite (h)	distance (km)
Eurev France					
1983	35	750	3 329	580	23 300
1989	20	1 180	6 608	1 260	48 000
Ensemble	55	1 930	9 929	1 840	71 300
Drive-modem					
Allemagne	19	556	3 124	642	33 020
France	21	638	3 243	670	24 680
Grande-Bretagne	18	384	1 861	376	15 590
Ensemble	58	1 580	8 228	1 690	73 280
Eurev + Drive	113	3 510	18 165	3 530	144 580

3. USAGES DES VEHICULES

L'analyse des journées de suivi des véhicules nous renseigne sur les fréquences, durées et distances journalières. On doit noter que les différentes phases d'expérimentations conduisent à des valeurs moyennes relativement homogènes, mais que les mesures effectuées en Allemagne traduisent des usages journaliers plus fréquents et surtout plus longs.

La fréquence moyenne quotidienne des usages est de l'ordre de 5, pour des durées de l'ordre de 1 heure, et 43 kilomètres parcourus. Les variations entre les différentes phases sont données dans le tableau 3.

Malgré leur relative homogénéité, les valeurs moyennes sont significativement différentes entre les phases de mesure. Lorsqu'on les compare par pair, on observe cependant que les 3 phases de mesures françaises et la phase Drive Grande-Bretagne ne sont pas significativement différentes (pour 2 ou 3 des variables: nombres d'usages, durées, distances).

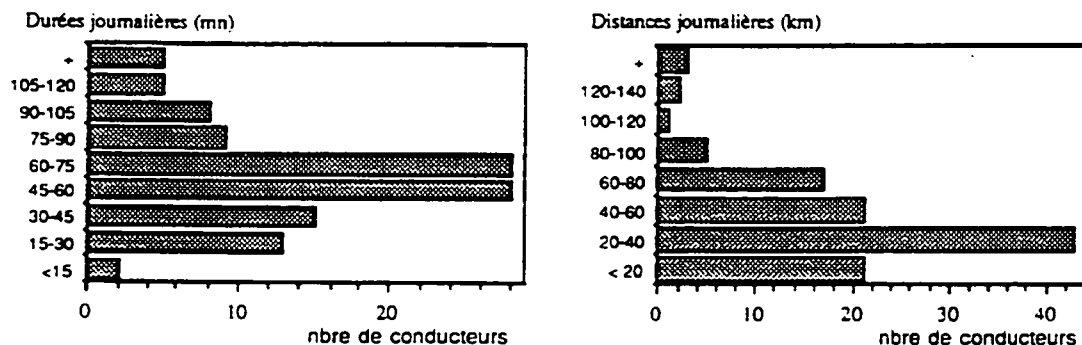
Les distances journalières mesurées conduisent aux kilométrages annuels suivants: 13400 et 13500 kilomètres pour les phases Eurev 1983-85 et Drive France, ce qui est proche des statistiques observées, 15300 pour la phase Eurev 1989-90, pour laquelle les véhicules étaient des modèles récents et jeunes au moment des tests, 14900 km et 24000 pour les phases anglaises et allemandes. Cependant, les expérimentations n'intègrent pas un suivi homogène sur des années complètes.

La figure 1 illustre les variations importantes observées entre les différents conducteurs: 50% des conducteurs ont conduit en moyenne entre 45 minutes et 1 heure 15 par jour, tandis que 15% dépassaient 1 heure 30 (pour 5 conducteurs, représentant globalement 92 journées de suivi, la durée journalière était supérieure à 2 heures en moyenne). 75% des conducteurs ont parcourus moins de 60 kilomètres par jour en moyenne (dont 38% entre 20 et 40 km), tandis que 25% dépassaient 60 kilomètres, et 10% parcouraient plus de 80 kilomètres par jour.

Tableau 3: usages journaliers moyens des véhicules au travers des différentes expérimentations

Etudes	nbre de trajets par jour	durées journalières (min.)	distances journalières (km)
Eurev France			
1983-1985	5.0	54	37
1989-1990	5.6	66	42
Ensemble	5.4	62	40.5
Drive-modem			
Allemagne	5.8	75	66.0
France	4.8	60	36.8
Grande-Bretagne	4.7	58	41.0
Ensemble	5.1	64	46.4
Eurev + Drive	5.2	63	43.1

Figure 1: distributions des conducteurs selon les durées et distances journalières moyennes effectuées



Les journées de suivi se répartissent comme suit: 15% n'ont pas donné lieu à utilisation de la voiture, 42% des journées comptaient de 1 à 5 utilisations, 32% de 6 à 10, et enfin 10% des journées ont comptées plus de 10 utilisations de la voiture.

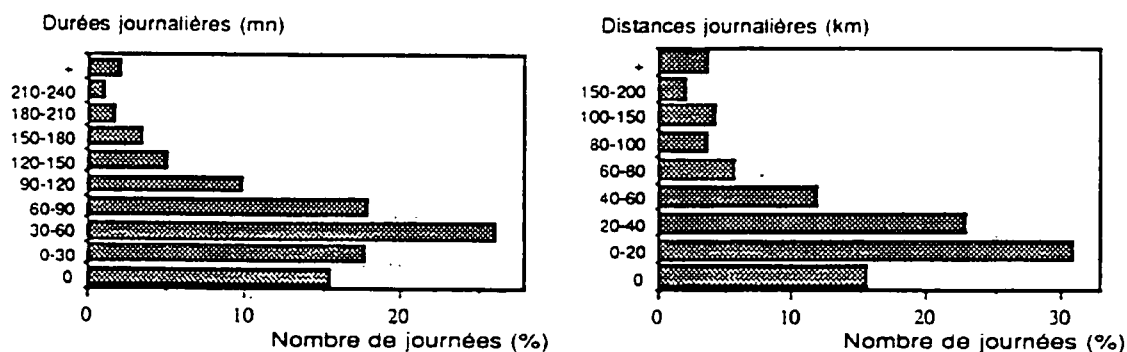
Les durées journalières étaient nulles sur 15% des journées, inférieures à 1 heure pour 44%, comprises entre 1 et 2 heures pour 28% des journées, et elles étaient supérieures à 2 heures sur 13% des journées (cf fig. 2).

Les distances journalières étaient inférieures à 30 kilomètres (mais non nulles) pour 43% des journées, elles étaient comprises entre 30 et 60 km pour 22%, et supérieures à 60 km pour 19%. Les distances journalières de plus de 100 km concernaient 10% des journées.

Ces éléments nous montrent qu'un véhicule à autonomie réduite (véhicule électrique par exemple) pourrait satisfaire environ 50% des journées avec utilisation de la voiture, si son autonomie était de 30 kilomètres, 60% si elle est de 40 kilomètres, et 75% si elle est de 60 kilomètres. De la même manière, si l'on considère la distribution des conducteurs,

en fonction des distances journalières moyennes (fig. 1), on constate que, pour un usage courant, une autonomie de 40 kilomètres aurait pu satisfaire plus de 50% des conducteurs, et 60 km auraient suffi pour près de 75%.

Figure 2: distributions des journées selon les durées et les distances journalières



Enfin, on peut observer des différences d'usages selon les jours de la semaine: le Dimanche est l'occasion de moins de trajets, pour de plus grandes distances: la fréquence de non-utilisation est plus élevée (22% des dimanches sans utilisation). Le Samedi voit une augmentation du nombre d'usages. Les durées journalières moyennes varient peu cependant. Les véhicules issus des grandes agglomérations sont l'objet de moins d'usages pour de plus courtes distances, mais des durées équivalentes. Les petits véhicules effectuent de plus courtes distances journalières.

Tableau 4: variations des usages journaliers moyens

Usages journaliers moyens:	nbre de trajets	durées (min.)	distances (km)
Semaine	5,4	62	40
Samedi	6,0	68	49
Dimanche	4,0	60	49
Grandes agglomérations	4,8	64	40
Autres	5,8	61	46
Petits Véhicules	5,0	57	36
Autres	5,5	68	49

4. DESCRIPTION DES TRAJETS

Le tableau 5 illustre les caractéristiques moyennes des trajets enregistrés au cours des différentes études (ref. 4 et 5). Les 3 phases de mesures françaises sont relativement homogènes, mais on note une vitesse moyenne inférieure et une fréquence des arrêts (arrêts intermédiaires aux intersections, encombrements) plus élevée, due à la sélection urbaine privilégiée des véhicules du programme *Drive-modem*.

On observe des conditions d'usages assez différentes entre les 3 pays: longueurs moyennes des trajets variant entre 7 et 10.6 km, durées comprises entre 10 et 12 minutes.

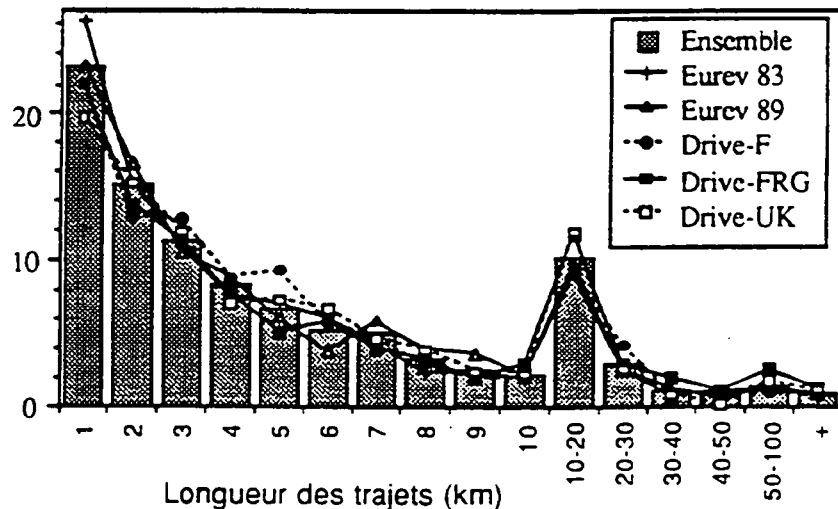
Les vitesses moyennes observées sont de 37 à 42 km/h pour les phases françaises et anglaises, et 51 km/h en Allemagne.

Tableau 5: caractéristiques moyennes des trajets au travers des différentes expérimentations

Etudes	longueur moyenne (km)	durée moyenne (mn)	vitesse moyenne (km/h)	fréquence d'arrêt (arrêts/km)
France 1983	7.0	10.5	39.9	0.66
France 1989	7.3	11.5	38.1	0.77
Ensemble	7.2	11.0	38.7	0.74
DRIVE				
Allemagne	10.6	12.3	51.4	0.47
France	7.6	12.4	36.8	0.84
Grande-Bretagne	8.4	12.1	41.5	0.59
Ensemble	8.9	12.3	43.4	0.62
Eurev + Drive	8.0	11.7	40.9	0.68

Figure 3: distributions des longueurs de trajets et comparaison entre les différentes phases de mesures

Nombre de trajets (%)



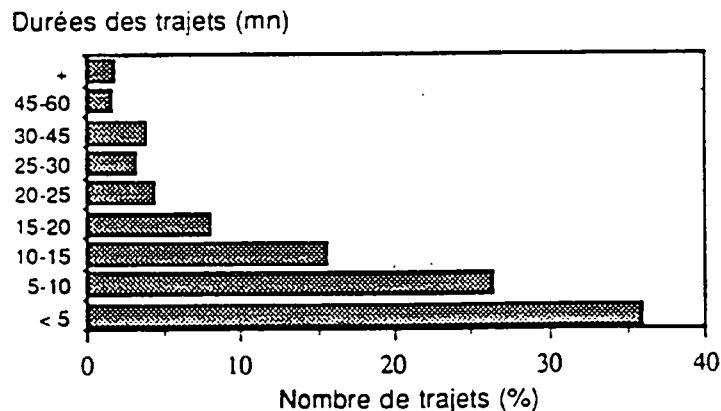
Malgré ces différences au niveau des caractéristiques moyennes des trajets, on observe une grande similitude des distributions des longueurs des trajets, comme l'illustre la figure 3. Ce qui est particulièrement remarquable c'est le nombre important de très courtes utilisations des voitures. Ainsi, selon les différentes phases de mesures, 10 à 15% des trajets ne dépassaient pas 500 mètres, et 20 à 26% n'ont pas dépassé 1 kilomètre. Globalement, 1 trajet sur 2 (47 à 52%) n'excédait pas 3 kilomètres.

Les trajets de plus de 10 kilomètres représentaient 15 à 20% du nombre total; 2 à 5% dépassaient les 30 kilomètres, et 1% des trajets dépassaient 100 kilomètres.

Les trajets de moins de 10 kilomètres représentent 28 à 35% du kilométrage (ceux de moins de 3 kilomètres ne représentent que 7 à 8% du kilométrage total). Les trajets de 10 à 50 kilomètres concernent 35 à 36% de la distance totale parcourue, et ceux supérieurs à 50 kilomètres couvrent 30 à 37% des distances. Les trajets de plus de 100 kilomètres représentaient respectivement 17 à 18% du kilométrage pour toutes les mesures françaises, 20 et 27% des kilométrages pour les phases anglaises et allemandes.

La figure 4 illustre la répartition des trajets selon leur durée. Globalement, 60% des trajets n'excédaient pas 10 minutes, et 90% ne dépassaient pas 30 minutes.

Figure 4: distributions des durées des trajets



4. VITESSES DES VEHICULES

La figure 2 illustre les distributions en pourcentage de la durée de route des vitesses instantanées pratiquées par les véhicules. Les distributions obtenues pour les 3 phases de mesures françaises sont quasiment superposées, alors que celles établies pour chacun des 3 pays diffèrent assez nettement. Les vitesses observées en Allemagne apparaissent significativement plus élevées.

Les distributions se résument approximativement comme suit:

- à l'arrêt : 13 à 20% de la durée selon les phases,
- à vitesse inférieure à:
 - 30 km/h: 42-50% de la durée, 10-12% de la distance (37 et 7% pour l'Allemagne),
 - 60 km/h: 73-78% de la durée, 41-47% de la distance (65 et 32% pour l'Allemagne),
- à vitesse supérieure à:
 - 90 km/h: 9-11% de la durée, 29% de la distance (20 et 46% pour l'Allemagne),
 - 130km/h: 1-2% de la durée, 3-6% de la distance (7 et 19% pour l'Allemagne).

24% des conducteurs ont enregistré une vitesse moyenne inférieure à 30 km/h, 39% une vitesse comprise entre 30 et 40 km/h; pour 20%, la vitesse moyenne était comprise entre 40 et 50 km/h, et pour 16% elle est supérieure à 50 km/h. Cette répartition varie sensiblement entre les différents pays (voir fig 6): entre 12 et 19% des véhicules français et anglais enregistraient une vitesse moyenne supérieure à 50 km/h, tandis que ce taux augmente à 37% pour les véhicules allemands.

Figure 5: distributions des vitesses instantanées en fonction de la durée de route

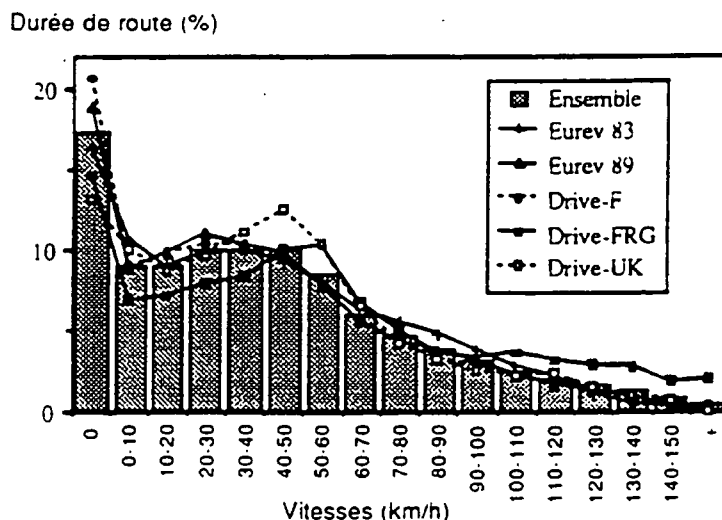
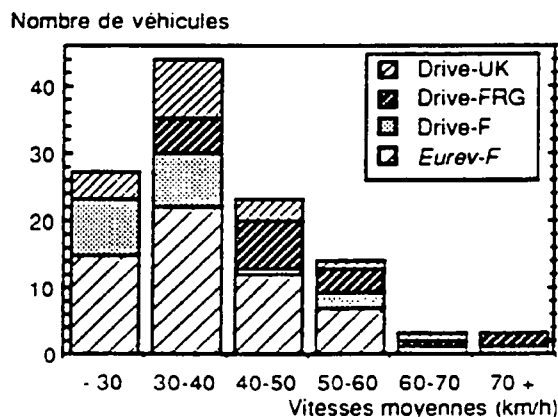


Figure 3 : répartition des conducteurs selon les vitesses moyennes enregistrées



5. TYPOLOGIE DES CINEMATIQUES

Un des résultats majeurs de ces études a été le développement de cycles de conduite -et plus généralement de méthodes d'essais- réalistes et représentatifs de conditions de circulation variées. Ces travaux passent par la caractérisation des profils cinématiques des véhicules (vitesses, accélérations, etc...) observés en circulation réelle, et s'appuient sur des études menées antérieurement à l'INRETS (réf. 6).

La méthode appliquée aux données *DRIVE-modem*, consiste à analyser la courbe vitesse du véhicule en fonction du temps, et à mettre en évidence les caractères typiques de cette courbe en fonction des conditions de la circulation. Dans ce but, on considère les "séquences cinématiques" délimitées par 2 arrêts successifs de la voiture (début ou fin du trajet, arrêts intermédiaires, etc...) et décrites par leur longueur, la durée de l'arrêt et la durée de route, les vitesses et accélérations pratiquées et leur distribution, etc...

Une classification (par nuées dynamiques) permet d'identifier 4 classes de cinématiques bien différenciées (Cf. tableau 7). Environ 1% du nombre total de séquences (classe 4) correspondent à des conditions de circulation typiquement autoroutières (ou sur grandes routes); ce sont des séquences longues (6 à 460 kilomètres, 58 km en moyenne) à vitesses élevées (93 km/h de moyenne), et elles représentent 33% du kilométrage total. 18% des séquences représentant 50% du kilométrage correspondent à des conditions de circulation interurbaine ou routière (longueur moyenne 4.2 kilomètres, vitesse moyenne 51 km/h).

Enfin, un grand nombre de séquences (81%) correspondent à des conditions de circulation urbaine : séquences courtes, vitesses faibles. La classe 1 (35% des séquences et 2% du kilométrage, longueur moyenne 90 mètres, 8 km/h) est caractéristique d'une circulation très encombrée, tandis que la classe 2 (46% des séquences, 16% du kilométrage, longueur 500 m, 23 km/h) correspond à une circulation urbaine plus fluide. On notera les consommations moyennes établies pour chacune des classes. Les classes urbaines ne représentent que 18% du kilométrage, mais 42% de la durée de route, et 31% de la consommation de carburant.

Tableau 7: description des 4 classes de séquences cinématiques obtenues par classification

/ Classes des séquences:	1 - urbaine congestionnée	2- urbaine fluide	3 - routière	4 - autoroutière	total
nbre de séquences (%)	35	46	18	1	43783 sequ.
% du kilométrage	2.2	15.7	49.6	32.6	66463km
longueur (km)	0.09	0.5	4.2	57.7	1.5
durée (min)	0.8	1.4	5.0	37.4	2.1
vitesse moyenne (km/h)	8	23	51	93	43
consommation l/100km	25.1	12.0	7.1	6.4	7.7

Tableau 8: comparaison des groupes de trajets obtenus par classification

/ trajets :	1 - urbains	2 - routiers	3 - autoroutiers	total
nombre de trajets (%)	61	35	3.4	7672
kilométrage (%)	31	39	30	66463 km
longueur (km)	4.4	9.6	75.8	8.7
durée (mn)	9.0	13.1	56.7	12.1
vitesse moyenne (km/h)	29.3	44.0	80.2	43.1
Nombre de séquences				
classe 1	2.62	0.91	1.69	1.99
classe 2	3.18	1.81	1.96	2.66
classe 3	0.47	1.92	1.50	1.01
classe 4	0.01	0.003	1.21	0.05
total	7.06	5.4	7.1	6.5

L'analyse des règles de succession de ces 4 classes de séquences cinématiques à l'intérieur d'un même trajet permet ensuite d'identifier 3 familles types de trajets décrits dans le tableau 8: les trajets à dominante urbaine, comptant un grand nombre de séquences des classes 1 et 2 (séquences urbaines), les trajets extra-urbains (ou routiers) et

les trajets à dominante autoroutière comptant principalement des séquences de classe 4 (autoroutière). Les trajets urbains représentent 60% du nombre total et 31% du kilométrage; les trajets routiers représentent 35% en nombre et 39% en distance: les trajets autoroutiers (3,4% du nombre) couvrent 30% de la distance.

Cette classification a permis la construction de cycles d'essais représentatifs de la conduite en ville, à partir des trajets à dominante urbaine, par sélection aléatoire de séquences respectant d'une part les statistiques observées au niveau des séquences, d'autre part les règles de successions des différentes classes au sein du groupe des trajets urbains, enfin les statistiques de durées et longueur de ces trajets (ref. 4).

CONCLUSIONS

Les données enregistrées en usages réels au cours des différentes études ont permis d'apporter un certain nombre d'éclairages sur les usages et conditions de fonctionnement des véhicules, et de quantifier certains paramètres: nombre d'usages, distances, vitesses, etc... L'importante variabilité des usages montre les limites d'essais de laboratoire en conditions contrôlées, et la nécessité de se rapprocher des conditions réelles.

Ces études auront permis enfin la mise au point de cycles d'essais réalistes et représentatifs des conditions de circulation observées, reproduits sur banc à rouleaux pour la mesure des émissions de polluants et de la consommation des voitures.

En raison du nombre limité de véhicules, la base de données ne constitue cependant qu'une image réelle mais ponctuelle des usages, remarquable par son niveau de précision.

REMERCIEMENTS: Les études EUREV ont été menées à l'INRETS, avec le concours financier de la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière (D.S.C.R), de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (A.F.M.E) et du groupement GIE Peugeot SA - Régie Renault. Le programme européen de recherche DRIVE-modem a été mené conjointement par le TRRL en Grande-Bretagne, le TÜV-Rheinland en Allemagne et l'INRETS en France, avec le support financier de la CEE, Direction Générale XIII..

REFERENCES

- [1] M. André, J.P. Roumégoux & Coll. Etude expérimentale sur les utilisations réelles des véhicules (EUREV), Sept. 1987, Rapport Inrets N° 48. Bron, France. 125p.
- [2] M. André. In Actual Use Car Testing: 70.000 Kilometers and 10.000 Trips by 55 French Cars under Real Conditions. SAE. Techn. Paper Ser. N°910039, 10p., 1991.
- [3] M. André, A.J. Hickman, T.J. Barlow, D. Hassel and R. Joumard, DRIVE-modem, Modelling of emissions and consumption in urban areas: Measurements of the Driving Behaviour and the Vehicle Operations in Actual Uses - Method, Dec. 1989, INRETS report, NNE 8905, 129 p., Bron, France.
- [4] M. André, R. Joumard, A.J. Hickman, D. Hassel, DRIVE-modem, Modelling of emissions and consumption in urban areas: Realistic Driving Cycles for passenger cars, September 1991, INRETS report: Len9105, 29 p., Bron, France.
- [5] M. André, Usages de l'automobile: mesures sur véhicules avec un matériel d'acquisition embarqué, 6ème Conférence Internationale sur les Comportements de Déplacements, IATB, Québec Canada, mai 1991, Actes pp 445-459
- [6] M. Maurin, J.P. Crauser, The kinematic sequences, an atomistic approach to automobile travel and the effects of traffic, Rech. Transp. Sécurité, Revue de l'INRETS, English Issue N° 5, June 1990, Arcueil, France.