



HAL
open science

Méthodologie de mesure des émissions réelles du parc automobile

Robert Joumard, Michel André, Jean-Pierre Crauser, François Badin, Laurent Paturel

► **To cite this version:**

Robert Joumard, Michel André, Jean-Pierre Crauser, François Badin, Laurent Paturel. Méthodologie de mesure des émissions réelles du parc automobile. INRETS. 31, pp.81, 1987, rapport INRETS, 2-85782-177-8. hal-01254312

HAL Id: hal-01254312

<https://hal.science/hal-01254312>

Submitted on 12 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**METHODOLOGIE DE MESURE
DES EMISSIONS REELLES DU PARC AUTOMOBILE**

RAPPORT INRETS n° 31

**METHODOLOGIE DE MESURE
DES EMISSIONS REELLES DU PARC AUTOMOBILE**

RAPPORT INRETS n° 31

Robert JOUMARD (LEN)
Michel ANDRE (LEN)
Jean-Pierre CRAUSER (LEN)
François BADIN (LEN)
Laurent PATUREL (LSM) *

Mars 1987

Avec la collaboration de : Evelyne COMBET *, Robert VIDON, Jean-Paul GUITTON et Michel MAURIN

(*Laboratoire de Spectroscopie Moléculaire-Université de Savoie)
BP 1104-73011 Chambéry cédex

LABORATOIRE ENERGIE-NUISANCES
109,Av.S.Allende-case 24-F 69675 BRON CEDEX- Tél:78.26.90.93

ISBN 2-85782-177-8

REFERENCE

JOUMARD R., M. ANDRE, J.P. CRAUSER, F. BADIN et L. PATUREL (1987) : méthodologie de mesure des émissions réelles du parc automobile, rapport INRETS-LEN, NNP 8702, Bron, France, 81 p.

RESUME

On explicite la méthodologie utilisée pour la mesure des émissions et de la consommation des véhicules du parc français. On définit 10 cycles de conduite nouveaux, comportant des cinématiques réelles de type urbain lent, urbain fluide, routier et autoroutier, et de manière aléatoire, des rapports de boîte adaptés à chaque véhicule, fonction du régime et de l'accélération. Les véhicules sont échantillonnés à l'aide d'une simulation du parc roulant effectuée à partir des statistiques fines d'immatriculation. Les systèmes de

MOTS CLEFS

cycles de
Méthodologie, mesure, émissions, consommation,
pollution, conduite, cinématique, rapports de boîte, HAP.

ABSTRACT

Methodology for measuring real exhaust gas emissions from the french motor vehicle fleet.

The methodology used for measuring exhaust gas emissions and fuel consumption of the French motor vehicle fleet is explained. 10 new driving cycles were defined including real cinematics of the slow urban traffic type, of urban free-flow traffic, on roads and motorways as well as random gear ratios adapted to each vehicle according to its engine speed and acceleration. Vehicle samples had been prepared by means of simulation of the number of vehicles in traffic made on the basis of fine statistical registration data. The systems of sampling (CVS) and of analysis of

Method, measurement, exhaust gas, fuel consumption, air pollution, driving cycle, cinematics, gear ratio, PAH.

S O M M A I R E

=====

	<u>PAGES</u>
Introduction	7
1 - <u>CYCLES CINEMATIQVES SUIVIS</u>	9
1.1. Base de données	10
1.2. Séquences cinématiques	11
1.3. Analyse des données	12
1.3.1. Principes	12
1.3.2. Mise en oeuvre	13
1.4. Résultats de l'analyse des données	14
1.4.1. Analyse en ACP sur l'ensemble des séquences ..	14
1.4.2. Classification sur l'ensemble des séquences ..	15
1.4.3. Etude des différentes classes	17
1.5. Cycles retenus	18
2 - <u>CHANGEMENTS DE RAPPORTS DE BOITE DE VITESSE</u>	21
2.1. Principes	21
2.1.1. Hypothèse de base	21
2.1.2. Distribution des rapports	22
2.1.3. Adimensionalisation des régimes et accélérationns	22
2.1.4. Choix aléatoire	23
2.2. Programme de calcul	24
2.2.1. Choix aléatoire	24
2.2.2. Respect de la surface d'occurrence	25
2.2.3. Rapports imposés	27
3 - <u>ECHANTILLONNAGE DES VEHICULES</u>	31
3.1. Données d'immatriculation	31
3.2. Coefficient de survie des véhicules	33
3.3. Coefficients d'utilisation	34
3.4. Structure du parc roulant	37
3.5. Echantillonnage final des véhicules	38

4 - <u>CARBURANTS</u>	39
4.1. Choix des carburants	39
4.2. Mesure de la consommation	40
5 - <u>PRELEVEMENT ET ANALYSES DES POLLUANTS NORMALISES</u>	41
5.1. Banc à rouleaux	41
5.2. Système CVS	41
5.3. Polluants gazeux	42
5.4. Particules	43
6 - <u>PRELEVEMENT ET ANALYSE DES HAP PAR SPECTROFLUORIMETRE</u> <u>SHPOL'SKII A 10° K</u>	45
6.1. Echantillonnage - protocole opératoire	45
6.1.1. Prélèvement	45
6.1.2. Procédures d'extraction et de purification	
6.2. Analyse qualitative, et quantitative	46
6.2.1. Appareillage	47
6.2.2. Aspects quantitatifs	47
<u>CONCLUSION</u>	49
<u>ANNEXES</u>	51
A1 : Arbre de classification des formes fortes des séquences (dendrogramme)	52
A2 : Description des 4 classes de séquences	53
A3 : Résultats des 4 ACP effectuées sur les classes assimilées à des types de circulation	55
A4 : Description sommaire des différents sous-groupes	64
A5 : Organigramme informatique de transfert et de traitement des cycles	65
A6 : Périodes légales d'application en France des normes européennes ECE 15 applicables aux véhicules de moins de 3,5 tonnes	67

A7 : Coefficient de survie des véhicules en fonction de l'âge	68
A8 : Structure en % du parc roulant des V.P. au 31.12.85 : pays d'origine, carburant	69
A9 : Structure du parc roulant : marques, carburant	70
A10 : Structure du parc roulant : motorisation, carburant ...	71
A11 : Structure du parc roulant : motorisation, réglementation, carburant	72
A12 : Structure du parc roulant : cylindrée, motorisation, carburant	73
A13 : Types de véhicules les plus fréquents	74
A14 : Tract d'appel pour disposer de véhicules privés	76
A15 : Eléments filtrants pour HAP	77
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	79

INTRODUCTION

C'est dans le cadre d'une étude aidée essentiellement par l'Agence pour la Qualité de l'Air, ainsi que par le Centre d'Etude des Transports Urbains et le Ministère chargé des Transports (SERT) , que l'INRETS-LEN a mis au point une méthode de mesure des émissions réelles du parc français.

Nous mettons l'accent sur la représentativité de ces mesures, que ce soit par la définition des cycles de conduite ou l'échantillonnage des véhicules. La qualité des instruments de mesure (prélèvement et analyse des polluants) est quant à elle assurée par des choix maintenant très classiques (CVS,...), mis à part le cas des hydrocarbures aromatiques polycycliques qu'il n'est pas fréquent de mesurer sur des échantillons de véhicules.

Ce rapport présente en détail le choix des cinématiques, le choix

I - CYCLES CINEMATIQUES SUIVIS

Les études sur la consommation ou les émissions de polluants des véhicules routiers reposent toutes sur des choix de cinématiques. Consommation et émissions sont soit mesurées sur route (classique pour la consommation, très rare pour les émissions : cf 15, soit après reproduction de cinématiques sur banc à rouleaux. Les cycles reproduits sont soit des cycles normatifs (cycles Europe, EPA,...) dont la mise en oeuvre est très rigoureuse et pour lesquels la simplicité est un avantage évident, soit des cycles de recherche souvent plus longs, plus complexes et plus proches des cinématiques réelles.

Les cycles sont de deux types :

- cycles reconstitués ne comportant que des accélérations constantes : cycles Europe (cf. fig 1), californiens, japonais (18), du TUV Rheinland (17), belges (16) ou suisses (13),

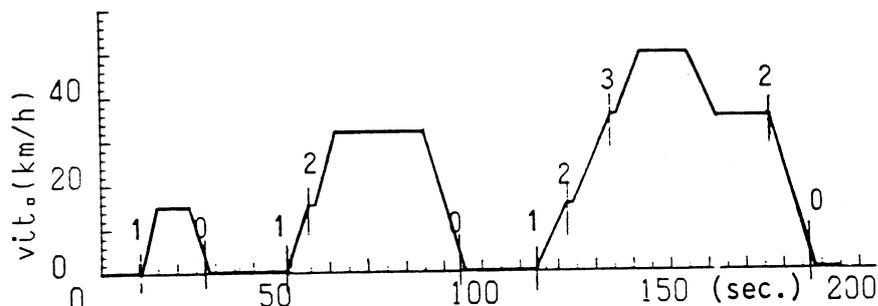


Figure 1 : Cycle Europe à parcourir 4 fois.

- cycles réels tels le cycle USEPA de 1975 et le cycle Klingenberg pour les sulfates (18), les cycles utilisés à Tokyo (22), ou ceux choisis par les Allemands pour évaluer récemment l'influence des limitations de vitesse sur autoroute (6,12).

Généralement, les cycles sont soit courts (près de 3 mn) et reproduits 4 fois, soit de 12 à 18 mn (cycles américains et japonais).

Quant à nous, nous devons retenir des séquences cinématiques représentatives de la circulation automobile française réelle. Elles doivent provenir de relevés de la cinématique des véhicules effectués dans les conditions de circulation les plus diverses. La typologie devra au minimum se conformer aux 3 modes les plus macroscopiques des statistiques de trafic : urbain, routier, autoroutier.

1.1. BASE DE DONNEES

De manière générale, les données précises sur l'utilisation réelle des véhicules sont peu nombreuses et lorsqu'elles existent, très partielles. Or des données cinématiques précises sont indispensables.

L'analyse des cinématiques des véhicules légers est possible grâce au nombre important de données recueillies au cours d'une vaste étude sur les conditions d'utilisation des véhicules en France (1-2) : l'étude EUREV (Enquête sur l'Utilisation Réelle des Véhicules) menée en trois phases de mai 1983 à octobre 1985 consiste en l'équipement d'automobiles privées, d'un matériel d'acquisition et d'enregistrement de paramètres de fonctionnement. Les véhicules sont utilisés par leurs propriétaires, dans les conditions habituelles.

Les sept modèles de véhicules testés (Renault 5 GTL, 14 TS et 18 GTS, Citroën CX Athéna ou Reflex et Visa Super E, Peugeot 305 SR ou GR, et enfin Talbot Horizon GLS) ont été fixés d'un commun accord entre l'INRETS et les deux constructeurs français. Le choix des 35 véhicules a été réalisé à partir d'un tirage dans le fichier des cartes grises suivi d'une enquête postale sollicitant la collaboration des propriétaires, en respectant une répartition correcte entre 6 régions françaises. Chaque véhicule est resté instrumenté pendant une durée de trois semaines en moyenne.

L'ensemble de l'expérimentation correspond à une durée de 580 heures de circulation pour une distance parcourue d'environ 23 000 kilomètres. Chaque véhicule était équipé d'un matériel d'acquisition permettant d'enregistrer toutes les secondes les informations suivantes (entre autres) :

- la vitesse instantanée,
- le régime de rotation du moteur,
- la consommation.

A partir de ces variables primaires, on déduit automatiquement à chaque instant :

- L'accélération, calculée à partir des vitesses instantanées sur quatre secondes.
- Le rapport de boîte utilisé, calculé à partir de la vitesse, du régime du moteur et des caractéristiques du véhicule.

On disposait à l'origine d'un ensemble de 3 968 trajets. A la suite d'un traitement préliminaire destiné à filtrer les valeurs aberrantes, on retient 3 071 trajets exploitables.

1.2. SEQUENCES CINEMATIQUES

Au cours d'un trajet, tout véhicule passe par une succession d'arrêts intermédiaires (feux rouges, encombrements, changements de direction...). Nous désignons par séquence toute partie de déplacement comprise entre deux arrêts consécutifs. C'est au cours de ces séquences que se réalisent les effets avals tels que les émissions de nuisances et la consommation. Tout déplacement apparaît alors comme une succession de séquences qui se définissent comme des composantes élémentaires privilégiées pour évaluer l'importance de ces effets (11).

Un trajet comprend plusieurs séquences successives. Les données instantanées recueillies sur chacun d'eux permettent de les décomposer en séquences de façon automatique. Au cours de leur évolution cinématique, on distingue deux phases :

- Le ralenti correspondant à la période pendant laquelle la vitesse est inférieure à 5 km/h.
- Le déplacement correspondant à des vitesses supérieures à ce seuil pendant au moins 5 secondes.

Un trajet est ainsi décomposé en un certain nombre de séquences. A partir de l'ensemble des données recueillies, l'algorithme de définition génère ainsi plus de 18 500 séquences.

1.3. ANALYSE DES DONNEES

1.3.1. Principes

La grande diversité des séquences, notamment quant à leur durée et leur vitesse, nécessite une démarche statistique conduisant à un choix de plusieurs séquences représentatives de la base de données EUREV. Il n'existe en effet aucune séquence qui contienne tous les types de cinématiques rencontrés. D'autre part, le volume important de ces données impose un traitement automatisé, ce qui est le propre de l'analyse des données.

Dans un premier temps, nous avons choisi un certain nombre de variables descriptives de chacune des séquences, permettant de définir de la manière la plus exhaustive possible leur cinématique (durée, vitesse moyenne..., cf § suivant).

Puis nous avons mis en oeuvre une analyse en composantes principales (ACP), dans une optique de description (10), suivie par une classification automatique afin de distinguer différents comportements cinématiques homogènes. Nous obtenons ainsi une partition de l'ensemble des séquences en 4 classes homogènes, correspondant à des types de circulation.

Une étude précise des différentes classes de séquences est ensuite nécessaire avant de procéder à un choix de séquences types. Il s'agit de voir dans quelle mesure chacune de ces classes peut regrouper différents comportements plus fins. Nous avons donc appliqué la même méthodologie, à savoir une ACP suivie d'une classification, pour chaque classe : cela nous permet de couper chaque classe en quelques sous-classes, avant de choisir dans chaque sous-classe homogène des séquences représentatives.

1.3.2. Mise en oeuvre

En référence à différentes études (3,10) et après diverses tentatives sur des données plus réduites (8), nous avons retenu onze variables descriptives des séquences, soient :

- le temps de séquence,
- le temps de ralenti,
- la distance parcourue,
- la vitesse moyenne,
- la vitesse maximale,
- le nombre d'extrema sur l'ensemble de la séquence,
- le pourcentage du temps où la vitesse est relativement stable (accélération comprise entre $-0,15 \text{ ms}^{-2}$ et $0,15 \text{ m s}^{-2}$),
- le pourcentage du temps de séquence où la vitesse est comprise entre 0 et 15 km/h,
- le pourcentage du temps de séquence où la vitesse est comprise entre 15 et 45 km/h,
- le pourcentage du temps de séquence où la vitesse est comprise entre 45 et 75 km/h,
- le pourcentage du temps de séquence où la vitesse est supérieure à 75 km/h.

Le tableau croisant les séquences avec ces variables est soumis à une analyse en composantes principales (métrique diagonale de l'inverse des variances). Cela fournit la meilleure représentation du nuage des individus (les séquences) dans un espace de dimension réduite (dans le plan principal par exemple). Le logiciel SPAD permet alors d'enchaîner sur une classification des individus à partir de leurs coordonnées factorielles.

L'algorithme utilisé procède à une combinaison performante de différentes techniques de classification et permet d'apprécier ainsi les qualités propres à chacune d'elle. La méthodologie utilisée peut se décomposer de la façon suivante :

- **étape 1** : recherche de groupement stables d'individus appelés formes fortes résultant d'un algorithme d'agrégation autour des centres mobiles réitéré plusieurs fois à partir de choix initiaux de noyaux (individus à partir desquels débute l'agrégation) différents,
- **étape 2** : classification hiérarchique sur les formes fortes (distance de Ward entre les différents groupements) permettant d'obtenir une structure plus riche visualisée grâce au dendrogramme,
- **étape 3** : l'analyse du dendrogramme permet de choisir le nombre de classes qui paraît le mieux convenir au problème traité,
- **étape 4** : consolidation de la partition obtenue en réaffectant chaque individu à la classe dont il est le plus proche après coupure du dendrogramme.

Chaque classe est ensuite décrite à l'aide de quelques coefficients permettant d'interpréter les différentes classes résultant de l'analyse.

Cette même méthodologie est appliquée ensuite à chaque classe. On trouvera dans (4) une description détaillée de la méthode, ainsi que dans (5).

1.4. RESULTATS DE L'ANALYSE DE DONNEES

1.4.1. Analyse en composantes principales sur l'ensemble des séquences

L'examen de la matrice des corrélations met en évidence deux groupes de variables étroitement liés entre eux :

- les variables liées à l'importance de la séquence : temps de séquence et distance parcourue,

- les variables liées aux vitesses : vitesse moyenne et vitesse maximale.

Il est à noter également que le temps de ralenti n'est corrélé avec aucune autre variable et n'est donc pas lié à un type précis de déplacement.

L'analyse en composantes principales précise ces résultats. Le premier axe principal explique 42 % de l'inertie totale du nuage de points, le deuxième 18 %... La figure 2 représente la projection de l'ensemble des séquences sur le plan factoriel des deux premiers axes, qui peuvent s'interpréter de la façon suivante :

- le premier est caractéristique des vitesses,
- le second oppose les forts pourcentages de temps passé entre 15 et 45 km/h aux forts pourcentages de temps passé à moins de 15 km/h. Les séquences de coordonnée négative sur le premier axe se distinguent par un très fort pourcentage de temps passé à moins de 15 km/h sur de courtes distances. A l'opposé, les séquences sont caractérisées par des vitesses élevées sur de longs parcours.

Cette étape de description met en relief différents types de séquences. La typologie qui suit précise les comportements cinématiques.

1.4.2. Classification sur l'ensemble des séquences

L'étude du dendrogramme (Annexe 1) permet de partitionner de façon cohérente l'ensemble des données en quatre classes :

- **classe 1** : 3 998 séquences, soit 22 % des séquences et 1 % de la distance totale d'expérimentation,
- **classe 2** : 8 957 séquences, 48 % des séquences et 16 % de la distance totale,
- **classe 3** : 5 031 séquences, 27 % des séquences et 42 % de la distance totale,
- **classe 4** : 563 séquences, 3 % des séquences et 41 % de la distance totale.

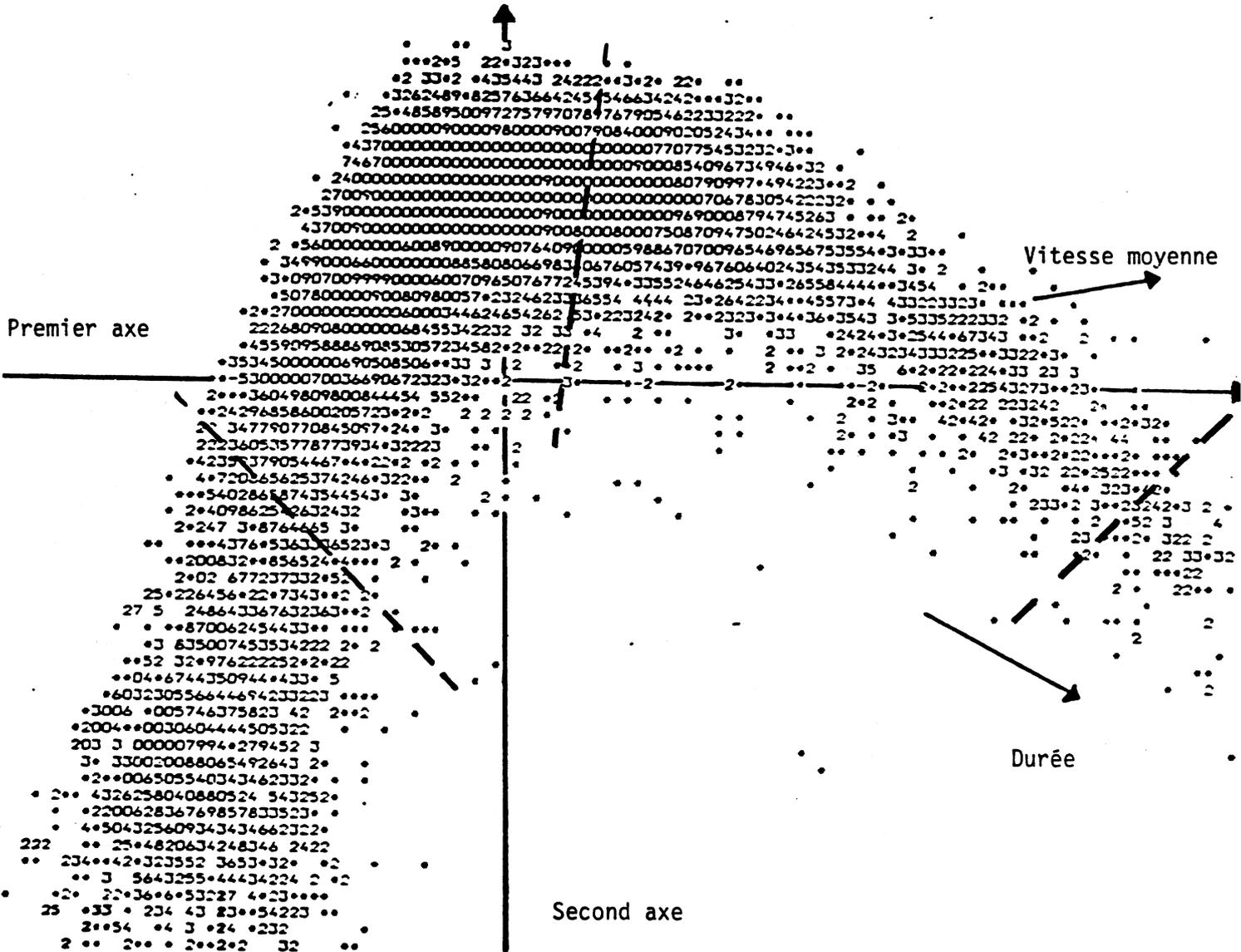


FIGURE 2 : Représentation des individus-séquences dans le premier plan factoriel

Les séparations des classes sont indiquées fig. 2 en pointillés. Les aides à l'interprétation des classes permettent d'assimiler les différentes classes à des types de circulation de la façon suivante :

- **classe 1** : séquences de type urbain lent,
- **classe 2** : séquences de type urbain fluide,
- **classe 3** : séquences de type routier,
- **classe 4** : séquences de type autoroutier.

Une description sommaire de ces différentes classes est donnée en annexe 2.

1.4.3. Etude des différentes classes

Dans les 4 ACP effectuées sur les 4 classes, les vitesses contribuent toujours pour une part importante à la construction du premier axe. Le deuxième s'explique tantôt avec le temps de déplacement tantôt avec le temps de ralenti. La projection des séquences de type urbain lent sur le premier plan factoriel détermine de façon très nette deux groupes d'individus, l'un d'eux étant formé de séquences très courtes où aucune vitesse instantanée n'est supérieure à 15 km/h. Les résultats complets des quatre ACP et les représentations graphiques sont donnés en annexe 3.

Le choix du nombre de sous-groupes provient de l'examen de l'arbre de classification. Les différentes classes ont été scindées de la façon suivante :

- classe urbain lent en 2 sous-groupes,
- classe urbain fluide en 3 sous-groupes,
- classe route en 4 sous-groupes,
- classe autoroute en 2 sous-groupes.

Les sous-groupes de chaque type de circulation se caractérisent notamment par des répartitions différentes de vitesses. On trouvera en annexe 4, une description sommaire des différents sous-groupes.

1.5. LES CYCLES RETENUS

L'objectif final est de retenir un certain nombre de séquences représentatives de chacun des 11 sous-groupes. Nous choisissons pour cela un éventail de séquences proches ou non du centre de gravité destiné à mettre en évidence les dispersions autour de celui-ci. On vérifie pour chaque choix que les moyennes des principales variables (celles qui décrivent le mieux le sous-groupe) sont proches des moyennes du sous-groupe correspondant.

Une contrainte extérieure importante est la durée globale de chaque choix (ou cycle constitué d'un ensemble de séquences appartenant au même sous-groupe et destinées à des mesures spécifiques) : nous estimons qu'elle ne doit pas être inférieure à 800 s, ce qui permet de prélever un volume suffisant de polluants pour l'analyse (cf § 5). Ceci nous amène à confondre les troisième et quatrième sous-groupes de la classe route, car nous voulons que la pondération des cycles représentatifs des sous-groupes à l'intérieur de chaque classe soit la plus proche possible de la pondération des sous-groupes eux-mêmes, quant à la distance parcourue, de manière à ce que l'addition de l'ensemble des séquences représentant une classe soit représentative de la classe.

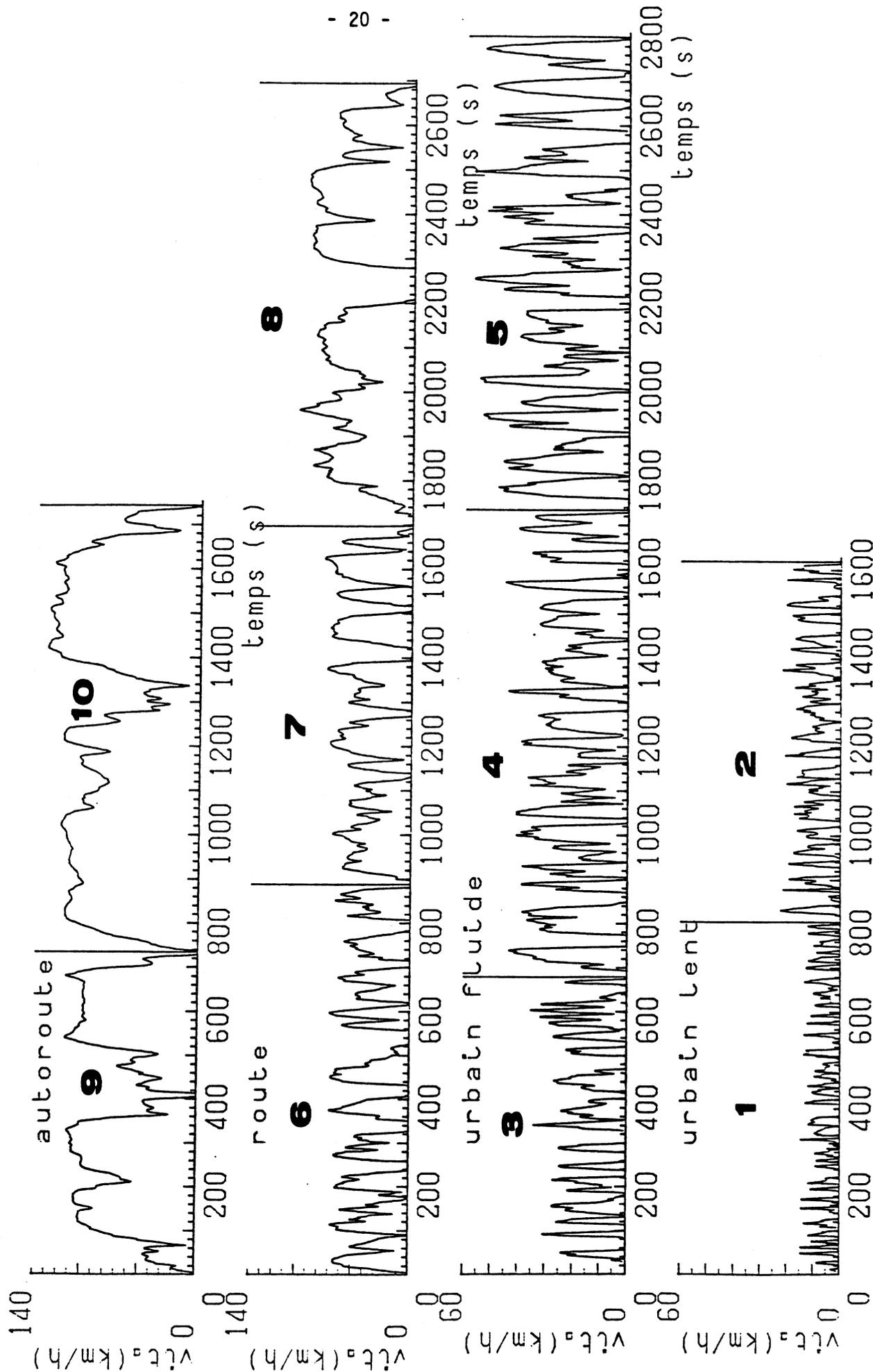
Par contre, l'ensemble des séquences choisies n'est pas représentatif de la base de données EUREV ; il faudrait pour cela pondérer chaque classe : notons toutefois que la base de données elle-même n'est sans doute pas représentative de l'ensemble du trafic ; elle l'est sans doute localement, c'est-à-dire pour tel ou tel type de circulation.

On obtient ainsi 10 cycles cinématiques décrits tableau 1 et figure 3. On trouvera en annexe 5 l'organisation informatique des fichiers et programmes permettant de transférer et traiter les différents cycles choisis.

TABEAU 1 : DESCRIPTION DES 10 CYCLES CINEMATIQUES CHOISIS

NUMERO	TYPE DE CYCLE	NOMBRE DE SEQUENCESDUREES..... TOTALE RA- DEPLA- LEN- CEMENT TI (s)	DISTANCE (km/h)	VITESSE MOYENNE SEQUENCE DEPLA CEMENT (km/h)	VITESSE MAXI (km/h)	Σ TEMPS DE DEPLACEMENT....	
							acc. 0	vitesse 0....15....45....75....
1	Urbain lent 1	34	805 281 524	0,82	3,7 5,6	14,7	31	100 0 0 0
2	Urbain lent 2	20	811 203 611	1,66	7,3 9,8	22,5	29	82 18 0 0
	Urbain lent (1 + 2)	54	1 619 484 1 135	2,48	5,5 7,9	22,5	30	91 9 0 0
3	Urbain fluide 1	14	680 219 461	1,89	10,0 14,8	35,1	19	48 52 0 0
4	Urbain fluide 2	15	1 054 174 880	5,61	19,2 23,0	45,2	21	23 77 0 0
5	Urbain fluide 3	12	1 067 149 918	7,24	24,4 28,4	57,9	17	19 67 14 0
	Urbain fluide (1 + 2 + 3)	41	2 801 542 2 259	14,74	18,9 23,5	57,9	19	28 67 6 0
6	Route 1	10	888 154 734	7,82	31,7 38,4	70,1	11	14 46 40 0
7	Route 2	5	809 74 735	9,26	41,2 45,4	77,6	20	11 31 57 1
8	Route 3	2	996 100 896	15,69	56,7 63,0	101,7	36	5 16 39 39
	Route (1 + 2 + 3)	17	2 693 328 2 365	32,77	43,8 49,9	101,7	23	10 30 45 15
9	Autoroute 1	2	734 18 716	15,12	74,2 76,0	113,9	41	2 23 16 59
10	Autoroute 2	1	1 009 5 1 004	26,49	94,5 95,0	131,5	49	1 9 10 79
	Autoroute (1 + 2)	3	1 743 23 1 720	41,61	85,9 87,1	131,5	46	2 15 13 71

FIGURE 3 : TRACE DES 10 CYCLES CINEMATIQVES CHOISIS, REGROUPEES EN 4 CLASSES ; ECHELLES DES ORDONNEES : 0 - 60 et 0 - 140 km/h



II - CHANGEMENTS DE RAPPORTS DE BOITE DE VITESSE

La cinématique ne définit pas entièrement un cycle de conduite qui peut être suivi pour un même véhicule à des régimes plus ou moins élevés selon le choix des rapports de boîte. Dans la plupart des cycles normatifs ou de recherche, les rapports sont imposés de la même manière pour tous les véhicules à des moments précis, parfois laissés à l'appréciation du conducteur. Ces 2 méthodes nous semblent criticables :

- Les rapports imposés à tous les véhicules favorisent sans aucun doute certains véhicules en fonction de l'étagement de leurs rapports ; il paraît peu naturel de conduire de la même manière un véhicule de bas de gamme, peu puissant, un petit véhicule sportif et une grosse limousine très puissante. Enfin, cette méthode interdit d'utiliser quand il existe le cinquième rapport.
- Le libre choix laissé au conducteur ne permet pas d'amalgamer ou de comparer des résultats recueillis sur des véhicules différents conduits par des conducteurs différents, chacun ayant son style de conduite propre. Cette méthode fait l'impasse sur l'extrême variété des styles de conduite et tend à considérer comme proche d'une norme le style des conducteurs professionnels spécialistes des problèmes de l'automobile. La seule solution serait de faire conduire chaque véhicule testé par un échantillon de conducteurs : il est cependant impossible de suivre une cinématique sur banc à rouleaux sans avoir une solide expérience de ce type de conduite ou l'impression de vitesse est inexistante.

Nous optons donc pour une détermination automatique des rapports de boîte, adaptés à chaque véhicule, mais selon une méthode unique pour tous.

2.1. PRINCIPES

2.1.1. Hypothèse de base

On fait l'hypothèse que le rapport de boîte est en grande partie déterminé par le régime moteur et la demande d'accélération. Cela nous amène à considérer qu'à chaque instant, étant donné un rapport initial, le nouveau

rapport potentiel est entièrement décrit par le régime moteur initial, la demande d'accélération et la probabilité de passage sur chacun des autres rapports de boîte. La distribution de ces 5 ou 6 rapports (le point mort plus les 4 ou 5 rapports de boîte) reflète la variété des styles de conduite.

Notre méthode cherchera donc à respecter cette distribution et plus généralement l'ensemble des distributions, chacune d'elles étant spécifique d'un rapport initial, d'un régime et d'une accélération. Pour cela, il nous faut :

- déterminer les distributions,
- les appliquer.

2.1.2. Distributions des rapports de boîte

Les distributions de rapports de boîte sont issues de l'Enquête instrumentée sur l'Utilisation Réelle des Véhicules (EUREV - cf § 11) au cours de laquelle on dispose seconde par seconde du régime moteur, de l'accélération et du rapport de boîte pour différents types de véhicules, sur près de 23 000 kilomètres de parcours de tous types. Le traitement de ces mesures nous fournit un tableau d'occurrence fonction du régime, de l'accélération et des rapports initial et final, seconde par seconde, d'une part pour les véhicules à 4 rapports, d'autre part pour les véhicules à 5 rapports.

2.1.3. Adimensionalisation des régime et accélération

Il n'est cependant pas possible d'amalgamer pour des types de véhicules différents, les accélérations ou les régimes bruts (en ms^{-2} ou t.mn^{-1}). Nous adimensionalisons donc ces variables de la manière suivante :

$$\text{régime adimensionalisé} = \frac{\text{régime}}{\text{régime à puissance maximale}}$$

$$\text{accélération adimensionalisée} = \frac{\text{accélération}}{\text{puissance massique}}$$

On divise en fait régime et accélération par leur maxima : le régime à puissance maximale est de fait très proche du régime maximal, l'accélération maximale et la puissance massique sont très fortement corrélées.

Ces adimensionalisations sont générales, que ce soit pour la mise au point à partir d'EUREV des distributions de rapports, ou lors de l'application de la méthode à chaque véhicule.

On appellera dorénavant régime, le régime adimensionalisé, et accélération, l'accélération adimensionalisée.

Ces adimensionalisations sont effectuées à l'aide des caractéristiques de chaque véhicule : cela permet d'obtenir des rapports de boîte spécifiques à chaque type de véhicule.

2.1.4. Choix aléatoire

Chaque seconde, les conditions initiales imposent une distribution des rapports finaux potentiels, distribution que l'on cherche à respecter. Le choix concret du rapport final est fait de manière aléatoire à l'intérieur de la distribution considérée. Ceci introduit une seconde fois la spécificité de chaque véhicule. Cependant ce caractère aléatoire est uniquement local car on cherche à parcourir plusieurs fois chaque distribution de rapport au cours des différents cycles cinématiques (la distribution finale calculée en fin de cycles sera donc très proche de la distribution mesurée par l'enquête EUREV) ; de plus, comme on le verra plus loin, de nombreux rapports de boîte seront imposés par les conditions cinématiques locales. Ces 2 aspects limitent fortement le caractère aléatoire du choix des rapports de boîte.

Le choix des cinématiques et le choix des rapports de boîte collent donc très fortement à la réalité, dans sa plus grande diversité, la méthodologie restant cependant unique, quel que soit le véhicule.

2.2. PROGRAMME DE CALCUL

Le programme de calcul est extrêmement complexe - il comporte plus de 2 000 instructions fortran - car il est pratiquement nécessaire d'effectuer une reconnaissance de forme des cinématiques, ce qui permet de tenir partiellement compte à chaque instant de la conduite passée et de la cinématique future. Nous n'en présentons ci-dessous que les éléments essentiels. On peut trouver figure 4, l'organisation générale du choix des rapports de boîte.

2.2.1. Choix aléatoire

Régime et accélération sont discrétisés de manière à avoir des distributions de rapports qui soient relativement homogènes : les intervalles sont donc inégaux, larges dans les situations rares, étroits dans les situations fréquentes. Les bornes des 13 intervalles de régime adimensionalisé sont les suivantes : 0, 5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70 %.

Les bornes des 8 intervalles d'accélération adimensionalisée sont les suivantes : -15, -9, -3, 3, 9, 15, 21 $\text{m.s}^{-2} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{kg}$.

Pour chaque classe de régime et d'accélération, pour chaque rapport initial on dispose d'un tableau initial d'occurrence du rapport final. Le tableau est d'abord simplifié et ramené à un nombre entier de cas appelé période du tableau. En principe, les périodes des différents tableaux sont proportionnelles au nombre d'occurrence total du tableau initial. En fait, la période est d'abord limitée par un maximum de 100 correspondant au tableau le plus fréquent, puis par un minimum de 25 correspondant au tableau le moins fréquent tout en étant d'occurrence non nulle. Entre ces 2 extrêmes, la période varie linéairement avec l'occurrence totale du tableau initial. Le maximum sert à assurer un certain nombre de balayages du tableau au cours de calcul sur l'ensemble des cycles ; le minimum est le gage d'une certaine précision des tableaux.

Le programme de calcul cherche à reproduire ces tableaux de distribution non pas sur un cycle mais sur l'ensemble des cycles à la fois. Pour cela, le calcul est effectué par plage de 20 secondes en moyenne sur un cycle avant de continuer sur le cycle suivant. La durée de ces plages est proportionnelle à la durée des cycles ce qui assure un découpage des cycles en un nombre semblable de plages. Ainsi, le cycle 2 est suivi pendant 18 s, puis le cycle 3 pendant 15 s,... puis le cycle 10 pendant 22 s, puis le cycle 1 pendant 18 s,...

Chaque seconde, le choix du rapport final est fait aléatoirement à l'intérieur de la distribution, en tenant compte évidemment des choix effectués antérieurement dans les mêmes conditions initiales, c'est-à-dire selon la même distribution.

2.2.2. Respect de la surface d'occurrence

L'ensemble des tableaux d'occurrence initiaux forme une surface d'occurrence relative initiale à 4 dimensions qui sont l'accélération et le régime adimensionalisés, les rapports initial et final. Lors du calcul, on dispose à chaque instant de la surface correspondante calculée jusqu'alors (la surface d'occurrence relative calculée). Cette dernière surface est calculée à partir des rapports calculés pondérés par le poids du cycle correspondant dans les statistiques de cinématiques d'EUREV (cf. annexe 4). On considère que ces 2 surfaces doivent correspondre, c'est-à-dire que la surface calculée doit être très proche de la surface initiale. On n'admet qu'un nombre fixe de dépassements, en deça ou au delà. Ce nombre de dépassements est pris légèrement décroissant au cours de calcul (50 au début pour aller à un peu plus de 30 à la fin) : la correspondance des 2 surfaces doit s'améliorer au cours du calcul.

En cas de trop fort dépassement de la surface initiale, le programme recalcule les rapports de boîte des 10 secondes précédentes jusqu'à obtenir une surface calculée correcte (cela revient à chercher un choix aléatoire différent du choix aléatoire initial). Si au bout de 20 tentatives la situation ne s'est pas améliorée, le choix des rapports de boîte des 10 secondes précédentes est fait manuellement par l'opérateur. Il faut préciser que ce choix manuel est extrêmement rare.

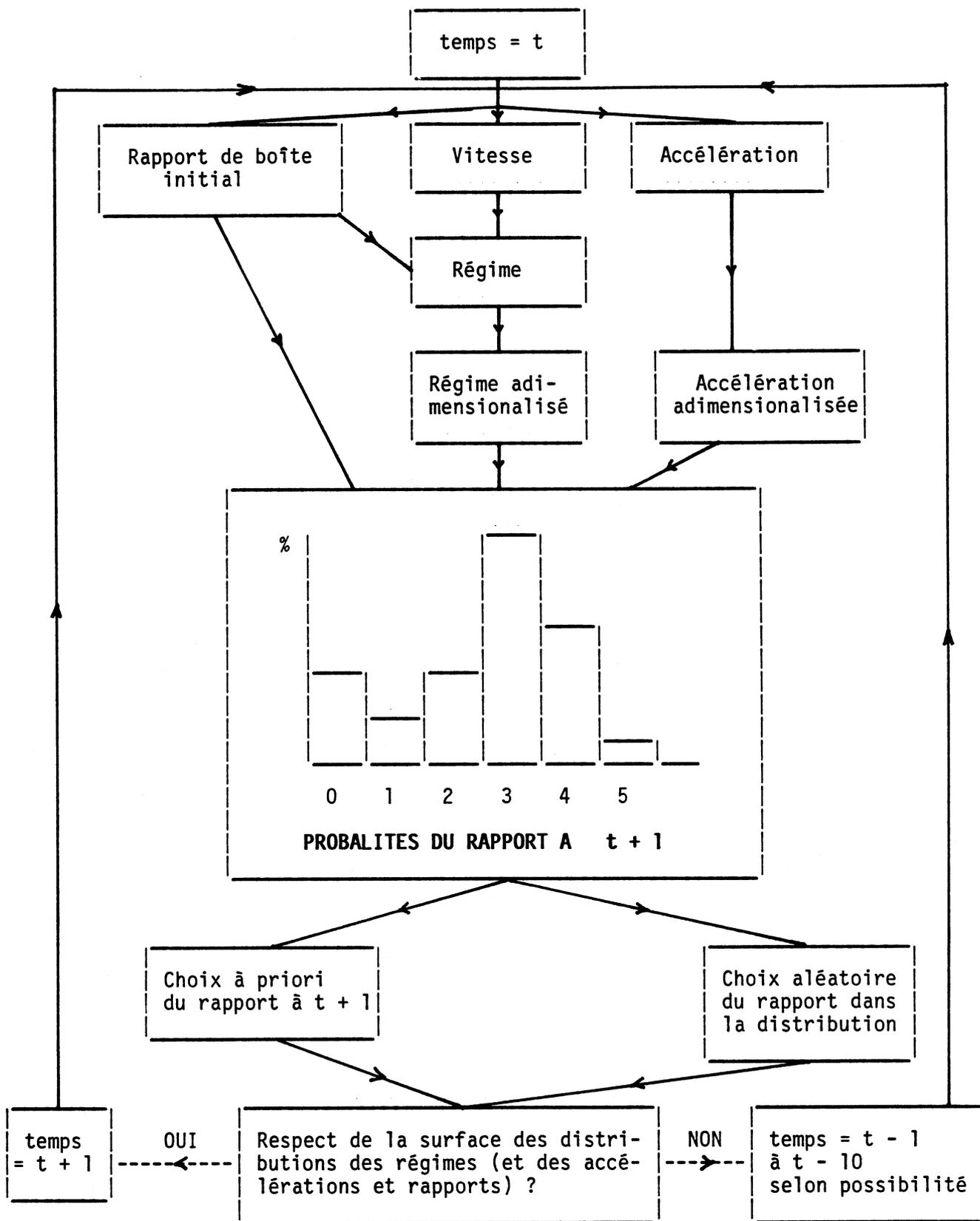


FIGURE 4 : SCHEMA DE PRINCIPE DU CHOIX DES RAPPORTS DE BOITE

On s'aperçoit rapidement que l'on peut diminuer le nombre de paramètres des surfaces d'occurrence relative : respecter une surface à 2 dimensions (le régime et le rapport de boîte final) donne les mêmes résultats que respecter la surface initiale à 4 dimensions, tout en réduisant le temps de calcul.

2.2.3. Rapports imposés

Le choix aléatoire du rapport de boîte, présenté § 2.2.1. n'est pas mis en oeuvre lorsque les conditions cinématiques locales imposent un rapport de boîte défini à priori. Il s'agit essentiellement des cas suivants :

- Lors du débrayage après un changement de rapport, le rapport ne peut être de nouveau modifié. Notons que les temps de débrayage sont calculés à partir des données de l'enquête instrumentée EUREV et qu'ils sont le plus souvent d'une seconde. Les statistiques du rapport de boîte (surfaces d'occurrence,...) ne prennent pas en compte les temps de débrayage, qu'il s'agisse des statistiques initiales ou calculées.
- Lorsque le rapport initial est le point mort, le rapport final est identique sauf en cas de vitesse positive non décroissante.
- En cas d'arrêt, le point mort est passé légèrement avant, ce laps de temps variant aléatoirement entre 1 et 11 secondes.

D'autre part, le choix aléatoire est remis en cause, outre en cas de non respect de la surface d'occurrence (cf § précédent), dans un certain nombre de cas :

- si cela amène à une impossibilité dans le futur,
- si le régime devient trop faible ou trop élevé, c'est-à-dire se situe en dehors de la fourchette d'occurrence relative 2,5 - 97,5 %. En imposant alors un rapport optimal, on cherche à éviter d'une part que le véhicule cale sur banc à rouleaux, d'autre part qu'il atteigne des régimes effectivement relevés dans l'enquête EUREV mais auxquels tous les véhicules ne sont pas habitués,

- en cas de 2 changements de rapports inverses dans les 10 secondes, on reste si possible au rapport initial.

Le programme de calcul gère d'autres cas de choix imposés et surtout des cas de conflits entre les différents choix imposés possibles. En cas de conflit non résolu, le dernier recours reste l'opérateur qui est amené à choisir manuellement les rapports de boîte, cas d'ailleurs très rare.

Cependant, quelque soit le mode de calcul du rapport de boîte (aléatoire ou imposé, mais non en cas de débrayage) le nouveau rapport est comptabilisé pour les choix aléatoires futurs (tableau d'occurrence) et le programme cherche à respecter la surface d'occurrence comme indiqué au § précédent.

2.2.4. Résultat

Les rapports de boîte ainsi calculés ont été testés sur banc à rouleaux pour un certain nombre de véhicules et apparaissent tout à fait opérationnels. Les conducteurs ont noté une certaine hétérogénéité de la conduite qui peut être sportive à un moment et très souple 10 secondes plus tard. Cette hétérogénéité rend compte d'une part de la mémoire limitée qu'a le programme de la cinématique et des rapports de boîte passés - la prise en compte du passé et du futur est beaucoup moins évoluée que celle très complexe d'un conducteur réel -, et d'autre part, de l'hétérogénéité réelle des conduites qui varient dans le temps, dans l'espace et selon les conducteurs.

On dispose de 2 indicateurs objectifs de la qualité de la conduite :

- la distribution des régimes adimensionnés sur l'ensemble des cycles qu'il sera utile de comparer pour chaque véhicule et pour l'ensemble à la distribution relevée sur route (EUREV),
- la fréquence des changements de rapport de boîte qu'il sera aussi utile de comparer à la réalité.

Nous présentons ci-après un exemple de calcul des rapports de boîte (fig. 5).

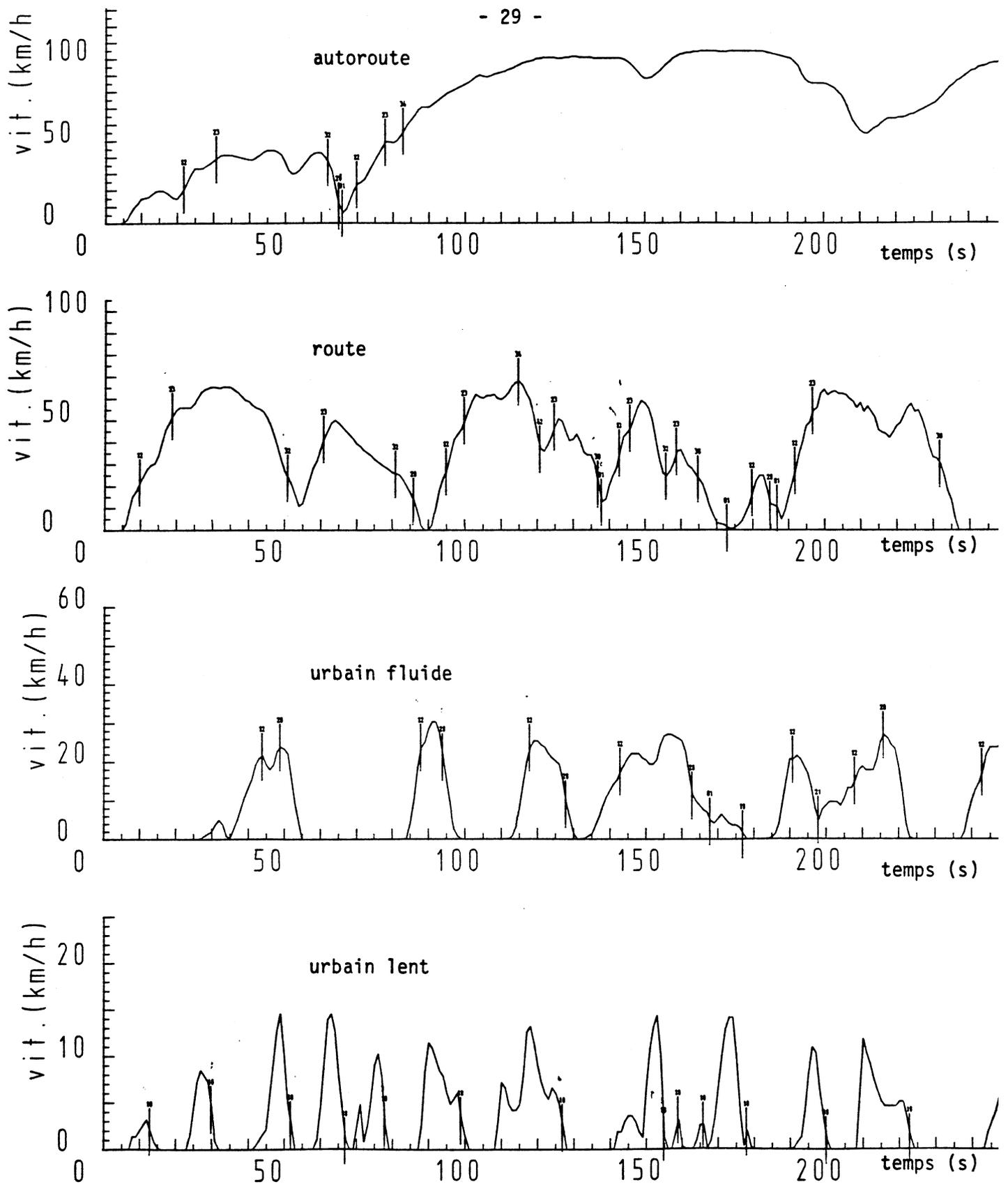


FIGURE 5 : RAPPORTS DE BOITE CALCULES, POUR UNE PEUGEOT 205 GR A 4 RAPPORTS EN DEBUT DES CYCLES N° 1, 3, 6 et 9.

Les démarrages en première ne sont pas indiqués. Les changements de rapport sont indiqués par 2 chiffres, indiquant les rapports initiaux et finaux.

III - ECHANTILLONNAGE DES VEHICULES

L'échantillonnage est fait à partir d'une image du parc automobile français obtenue par modélisation, à partir des immatriculations de véhicules depuis l'année 1970, pondérées par un coefficient de survie dépendant de l'âge.

Cela permet d'obtenir dans un premier temps une image du parc des véhicules en état de marche. Si l'on désire une image du parc de véhicules circulant réellement, on pondère ces résultats par des coefficients traduisant le kilométrage annuel plus ou moins grand effectué par chaque catégorie de véhicule, comme indiqué figure 6.

3.1. DONNEES D'IMMATRICULATION

Les données d'immatriculation sont celles publiées chaque année depuis 1971 par le numéro spécial "statistiques automobiles" de l'Argus de l'Automobile et des Locomotions quant aux voitures particulières.

L'unité de base est le modèle défini par une marque (Renault), un type (5), un modèle (GTL), un type de motorisation (essence ordinaire, supercarburant, essence turbo, essence injection, essence injection turbo, diesel, diesel turbo), une cylindrée et une puissance maximale. Pour chaque modèle, on dispose du nombre d'immatriculations de véhicules neufs chaque année civile depuis 1970. Les données disponibles sont cependant moins fines de 1970 à 1978 puisqu'on ne distingue alors pas les différents modèles d'un même type (toutes les R5 sont confondues).

On dispose en outre de données annuelles globales par marque, ce qui permet de vérifier les données par modèle d'une même marque. La nationalité de chaque marque est précisée avec cependant quelques simplifications pour les marques multinationales (Ford Europe est ainsi considéré comme Ouest-Allemand). On trouvera en annexe 9, la liste des marques et leur nationalité respective.

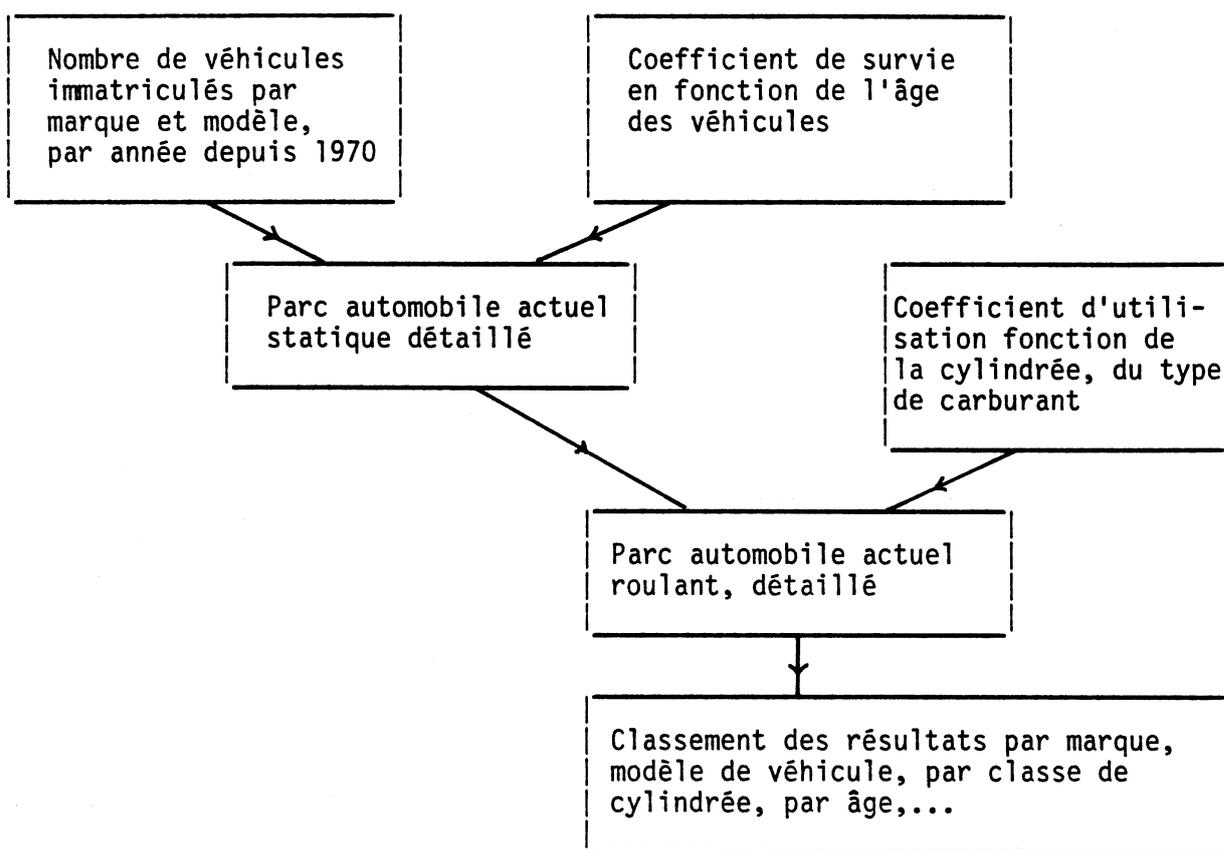


FIGURE 6 : SCHEMA DE CALCUL DU PARC AUTOMOBILE

Les données d'immatriculation des véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes sont moins fines que les données pour les voitures particulières. Elles sont néanmoins suffisantes pour avoir une image correcte du parc utilitaire.

Ces données permettent de définir la réglementation européenne en matière d'émission que respectent les véhicules d'un modèle chaque année. On trouvera en annexe 6, les périodes légales d'application des réglementations européennes successives. Notons que les dates d'application des normes qui sont le premier septembre ou le premier octobre sont reportées au premier janvier de l'année suivante par le programme de simulation.

3.2. COEFFICIENT DE SURVIE DES VEHICULES

Chaque année, un certain nombre de véhicules sont mis hors service. Le coefficient de survie traduit chaque année la part des véhicules de tel âge restant en service.

Pour calculer ce coefficient, nous comparons la structure du parc des voitures particulières et commerciales de 1984 en terme d'âge aux immatriculations globales de ces mêmes véhicules neufs au cours des années précédentes. On obtient ainsi les coefficients de survie des véhicules en service en 1984, présentés figure 7 et annexe 7. Les résultats sont alors très proches des estimations allemandes. Le programme de simulation prend comme coefficient de survie la moyenne de ce coefficient calculé et du coefficient allemand, en faisant l'hypothèse que les coefficients de 1984 sont applicables aux autres années.

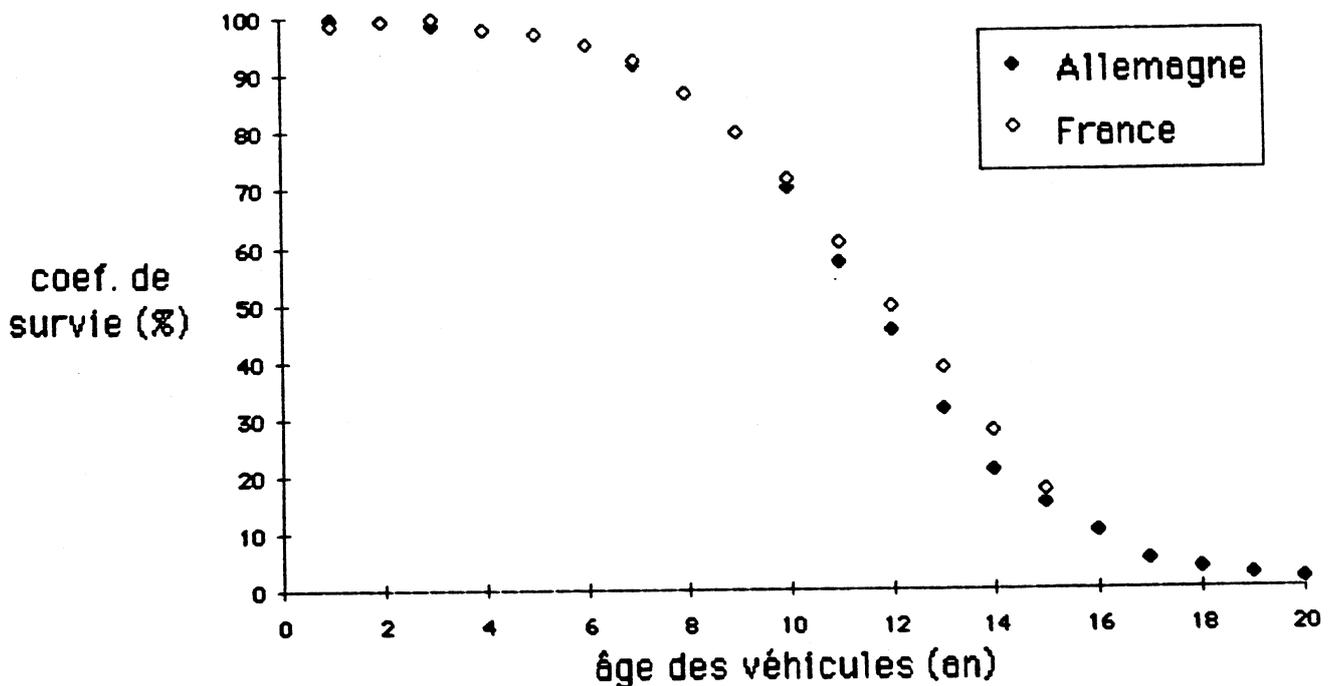


FIGURE 7 : COEFFICIENTS DE SURVIE DES VOITURES PARTICULIERES ET COMMERCIALES, EN FRANCE ET EN ALLEMAGNE.

Notons que toutes les données utilisées ici, nous sont fournies par la Chambre Syndicale des Constructeurs Automobiles.

Les coefficients de survie permettent d'obtenir le parc automobile statique, en état de marche.

3.3. COEFFICIENTS D'UTILISATION

Cependant, si l'on désire obtenir une image du parc automobile roulant immatriculé en France, il faut corriger ces résultats par un paramètre d'intensité d'utilisation, car le kilométrage annuel est très variable d'un véhicule à un autre. On peut cependant le paramétrer en fonction de la cylindrée, du type de carburant (essence, diesel) et de l'âge du véhicule (cf 9).

On estime ainsi que plus les véhicules sont gros, plus important est le kilométrage annuel :

	Pourcentage du kilométrage total	Coefficient correcteur de kilométrage
-----	-----	-----
Gamme basse	33	0,86
Gamme moyenne	58	1,04
Gamme haute	9	1,15

On obtient finalement les coefficients correcteurs de la figure 8

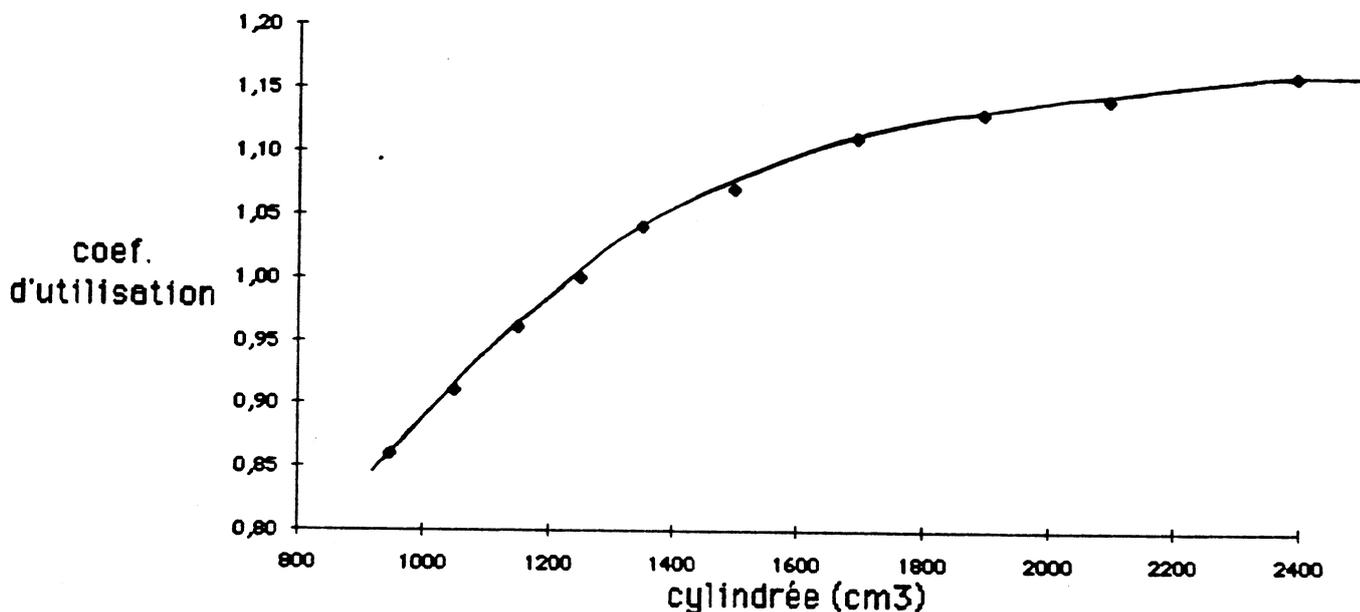


FIGURE 8 : COEFFICIENT CORRECTEUR DE KILOMETRAGE ANNUEL EN FONCTION DE LA CYLINDREE DU VEHICULE

De la même manière, on estime que les diesels roulent plus que les véhicules à essence, le coefficient correcteur augmentant avec la cylindrée. On prend donc un coefficient correcteur du kilométrage annuel pour les diesels fonction linéaire de la cylindrée, valant 1,8 pour les bas de gamme (950 cm³) et 2,6 pour les hauts de gamme (2 200 cm³). Pour les véhicules essence, ce coefficient est naturellement égal à 1.

L'âge fait diminuer le kilométrage annuel de 6 % chaque année. Le coefficient correcteur vaut donc $1,03 \cdot 1,06^{(5-\text{âge})}$

Enfin, la distribution du kilométrage effectué en ville, sur route et sur autoroute varie avec la gamme. On estime que le kilométrage est distribué ainsi :

	Urbain	Route	Autoroute	Total
Gamme basse	55 %	40 %	5 %	100 %
Gamme moyenne	35 %	55 %	10 %	100 %
Gamme haute	30 %	55 %	15 %	100 %

Nous prenons finalement des distributions fonctions non pas de la gamme mais de la cylindrée (cf fig. 9).

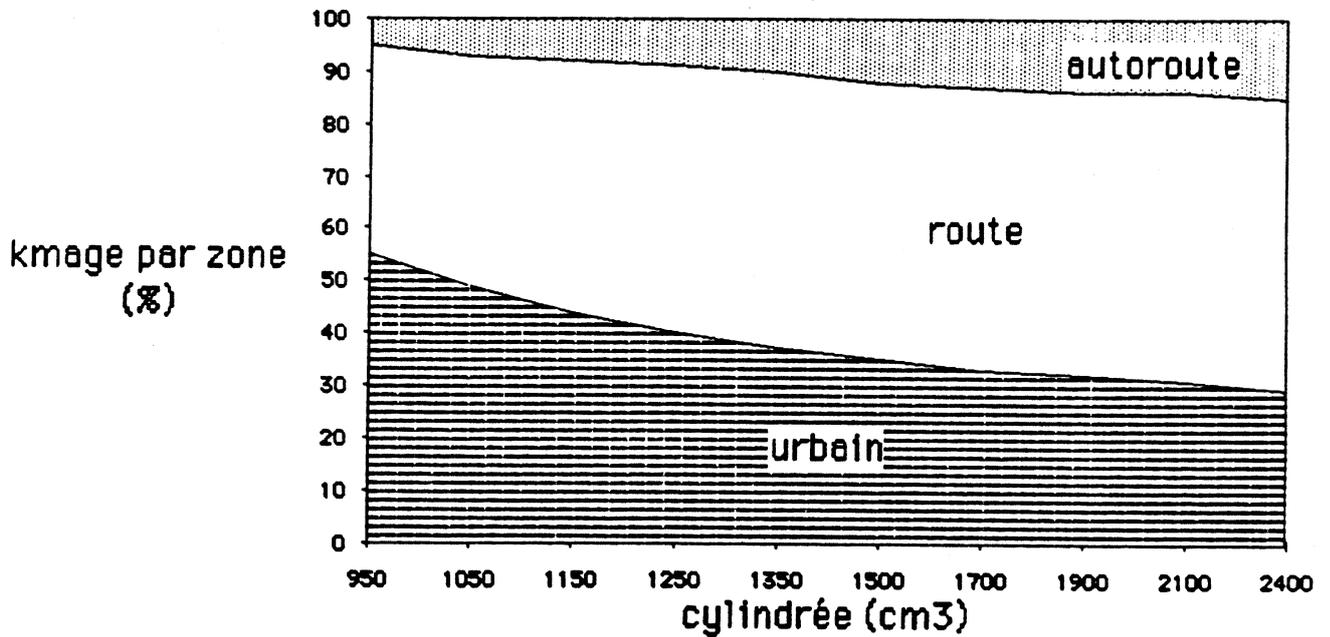


FIGURE 9 : DISTRIBUTION DU KILOMETRAGE ANNUEL ENTRE LES PARCOURS URBAIN, ROUTIER ET AUTOROUTIER EN FONCTION DE LA CYLINDREE

Finalement le kilométrage annuel effectué par un type de véhicule sur une zone vaut :

$$\text{km (cylindrée, carburant, âge, zone)} = \text{km moyen} \cdot \text{coef (cylindrée)} \cdot \text{coef (cylindrée, carburant)} \cdot \text{coef (âge)} \cdot \text{coef (cylindrée, zone)}.$$

3.4. STRUCTURE DU PARC ROULANT

La simulation du parc roulant de voitures particulières, immatriculées en France, à la fin 1985 à partir des immatriculations de 1970 à 1985 permet d'obtenir la structure du parc en fonction de nombreux paramètres. Nous donnons ci-dessous quelques uns des principaux résultats.

Ainsi, le parc roulant est d'origine française à 72,3 %, allemande à 16,3 %, italienne à 5,5 % et japonaise à 2,4 % (cf annexe 8).

Les marques les plus fréquentes sont dans l'ordre Renault (32,6 %), Peugeot (19,2 %), Citroën (14,9 %), Talbot (5,6 %), Ford (5,4 %), Volkswagen (4,0 %) et Fiat (3,5 %) (cf annexe 9).

78,8 % du parc roulant est essence (69,4 % au supercarburant, 5,7 % à l'ordinaire, 2,9 % ont une injection, 0,6 % un turbo essence et 0,1 % une injection turbo) et 21,2 % diesel (17,6 % de diesel simple et 3,6 de diesel turbo) : cf annexe 10.

Le pourcentage de véhicules essence respectant les réglementations 15-00, 15-01, 15-02, 15-03 et 15-04 est respectivement de 15,2 %, 14,2 %, 23,0 %, 43,9 %, et 0,4 %. Pour les véhicules diesel, ces pourcentages sont respectivement de 1,5 %, 14,1 %, 19,9 %, 63,6 % et 0,8 % (cf annexe 11).

La structure du parc selon la cylindrée est très différente selon le type de carburant : pour les classes 0-1400, 1400-2000 et 2000 cm³, les pourcentages sont respectivement pour les véhicules à essence de 69,3, 27,3 et 3,4 % et pour les diesels de 0,3, 42,9 et 56,9 % (cf annexe 12).

Nous donnons enfin par type de motorisation les types de véhicules les plus fréquents, tous modèles confondus : cf annexe 13.

3.5. ECHANTILLONNAGE FINAL DES VEHICULES

Le choix final des véhicules à tester au banc pour la mesure des émissions est fait en parallèle pour les véhicules essence et pour les véhicules diesel, la pondération des 2 types étant un à priori (pour 50 véhicules essence, nous analysons 20 véhicules diesel au lieu de 13 si l'on respectait le taux de dieselisation du parc roulant présenté au § précédent).

On échantillonne les véhicules par pas de 10 ou 20 véhicules à essence, de 5 à 10 véhicules diesel. On détermine pour le pas considéré les catégories de véhicules à trouver, en fonction des paramètres du parc énoncés plus haut, de manière à obtenir une image fidèle du parc roulant à l'aide des véhicules choisis et analysés lors des pas précédents et des catégories sélectionnées lors du pas en cours.

Ensuite les véhicules sont choisis dans le fichier des voitures dont les propriétaires sont d'accord pour participer. Ce fichier, de taille modeste, a été précédemment établi par appel auprès du public, notamment des agents de divers organismes dépendant des ministères de l'Équipement et des Transports (dont l'INRETS) se trouvant à proximité immédiate du laboratoire (soit près de 500 agents). En échange de son véhicule personnel, le prêteur dispose d'un véhicule de gamme moyenne relativement attractif et reçoit 500 F (cf en annexe 14, le tract d'appel). Les conditions de mesure lui sont présentées, en occultant toutefois le réglage systématique du moteur pour ne pas influencer sur la période de réglage habituelle.

Si les candidatures spontanées ne suffisent pas, nous contacterons individuellement les propriétaires de véhicules intéressants, ou des personnes extérieures. Enfin, une faible partie des véhicules sont choisis parmi des véhicules de service ou de location. En effet, une étude britannique (19) indique que les véhicules de service ou de location ne se comportent pas différemment des véhicules privés quant aux émissions de polluants. Étant donné qu'une part non négligeable des véhicules en circulation appartient à des entreprises, leur prise en compte ne peut qu'améliorer la représentativité de notre échantillon.

IV - C A R B U R A N T S

4.1. CHOIX DES CARBURANTS

Nous utilisons un carburant unique pour un même véhicule, pour pouvoir comparer sans problème émissions ou consommations selon les différents cycles de conduite. Pour chaque véhicule, le carburant nécessaire est acheté à une seule station-service locale, au fur et à mesure. Les carburants utilisés vont donc évoluer dans leur composition comme ceux livrés à une station d'une grande marque française, et donc comme les carburants utilisés dans la réalité par le parc automobile.

On mesure la densité de chaque carburant utilisé (à 15° C). D'autre part, pour chaque véhicule un échantillon de carburant sera conservé à la température de 5 à 10° C, à l'abri de la lumière, en vue de réaliser les analyses suivantes :

- * Indice d'octane recherche pour l'essence et indice de cétane pour le gazole.

- * Teneurs des principales familles (paraffines, oléfines, aromatiques et naphthéniques) obtenues par chromatographie en phase gazeuse pour l'essence (méthode PONA), et spectrométrie de masse pour le gazole.

Ces analyses ne seront pas réalisées systématiquement pour chaque véhicule, leur coût étant élevé et leur intérêt à priori marginal pour notre étude. Par contre, l'échantillon conservé permettra si nécessaire d'effectuer les analyses ultérieurement.

Cependant, parallèlement à la mesure des HAP émis, on effectuera plus ou moins systématiquement la mesure de la teneur en carbone aromatique.

4.2. MESURE DE LA CONSOMMATION

La consommation de carburant est mesurée par gravimétrie au moyen d'une balance électronique. Une capacité d'environ 3 litres de carburant tient lieu de réservoir du véhicule à tester (incluant le retour de carburant). Un interfaçage électronique permet de connaître à chaque instant la masse de carburant sur la balance, et donc la consommation (temps de réponse inférieur à 1 seconde - précision de 0,1 gramme).

La consommation est enregistrée en continu, de même que la vitesse du véhicule (une information par seconde).

V - PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES POLLUANTS

Le système de prélèvement et d'analyse des principaux polluants gazeux ou particulaires est tout à fait classique, tel qu'il a été normalisé aux Etats-Unis, au Japon et partiellement en Europe. Le système de prélèvement des hydrocarbures aromatiques polycycliques et leur méthode d'analyse sont plus originales. L'ensemble du matériel est présenté en détail dans un rapport spécifique (7).

5.1. BANC A ROULEAUX

Il s'agit d'un banc à freinage par courants de Foucault, de puissance maximale 230 kW, composé de 2 rouleaux de 364 mm de diamètre, refroidi par eau (Schenck 364/230). L'inertie du véhicule est simulée par un jeu de volants d'inertie couvrant la gamme 680 à 2495 kg. La résistance aérodynamique à l'avancement est simulée par une loi proportionnelle au carré de la vitesse. Le coefficient de proportionnalité est réglé sur les véhicules à essence par la dépression à l'admission (mesurée sur autoroute et reproduite sur banc), et éventuellement par la déccélération libre du véhicule (méthode utilisée pour les diesels).

Les cycles de conduite (cinématiques et rapports de boîte) sont visualisés sur un écran, placé devant le conducteur.

5.2. SYSTEME CVS

Le système de prélèvement des polluants est à débit constant (Constant Volume Sampler) : les gaz d'échappement sont dilués avec de l'air purifié de manière à ce que le débit total soit constant, régulé par un venturi, actuellement de 325 scfm ($550 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). La dilution des particules se fait dans un tunnel de 4 mètres de long (cf. fig. 10).

Les gaz dilués et l'air purifié sont prélevés avec un débit constant réglé soit par une pompe, soit par un venturi. Ils sont ensuite stockés dans des sacs en téflon.

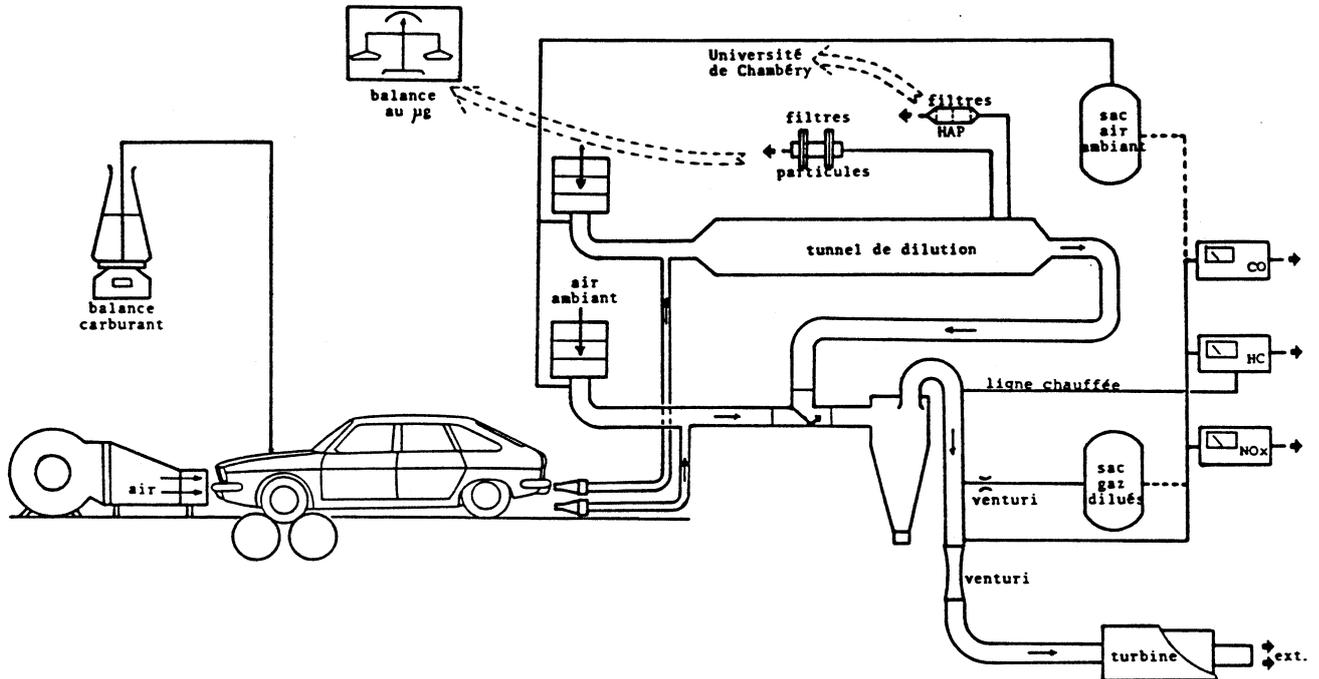


FIGURE 10 : SCHEMA DU SYSTEME DE PRELEVEMENT ET D'ANALYSE

5.3. POLLUANTS GAZEUX

Les polluants gazeux (CO, HC, NOx) sont systématiquement analysés après stockage pendant la durée de chacun des 10 cycles de conduite. On obtient ainsi une émission sur l'ensemble du cycle. Ils sont en parallèle analysés en continu, ce qui permet d'étudier l'influence des vitesses et accélérations instantanées sur les émissions. Notons que pour les véhicules diesels, les différentes normes rendent obligatoire la mesure en continu des hydrocarbures par l'intermédiaire d'une ligne chauffée, puis l'intégration du signal obtenu.

Le monoxyde de carbone est analysé par infrarouge (Maihak 6N), les hydrocarbures totaux par ionisation de flamme (Ratfisch RS 55) et les oxydes d'azote par chimie-luminescence (Thermo Electron 10 AR).

Les concentrations continues en CO, HC et NOx des gaz dilués sont enregistrées sur papier et sur mémoire numérique pour traitement ultérieur.

5.4. PARTICULES

Les particules sont piégées sur 2 filtres successifs en cellulose de 45 mm de diamètre. Les filtres sont pesés au microgramme avant et après filtration des particules, après une stabilisation de plusieurs heures à température et humidité constantes (20° C, 60 %).

VI - MESURE DES HAP PAR SPECTROFLUORIMÉTRIE SHPOL'SKII A 10°K

Parmi les nombreuses méthodes utilisées pour l'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) en phase gazeuse ou adsorbés en phase particulaire dans l'air, la spectrofluorimétrie haute résolution en matrice Shpol'skii ou matrice polycristalline d'alcane est bien adaptée du fait de sa grande sélectivité à l'étude d'échantillons complexes. Les spectres de fluorescence des HAP inclus dans des matrices de n-alcane à la température 10°K se présentent sous forme de quasi-raies associées en multiplets. Cette structure de multiplets est liée à l'existence de plusieurs modes d'insertion de la molécule polyaromatique dans la matrice. Les spectres ainsi obtenus sont caractéristiques de l'HAP, permettant de l'identifier et de le quantifier dans l'échantillon analysé.

La méthode d'échantillonnage utilisée a été élaborée en tenant compte d'une part de la spécificité de la technique analytique et, d'autre part, des conditions opératoires simples, rapides et fiables d'un intérêt évident pour des analyses de routine.

La méthode a été élaborée et les mesures sont effectuées au Laboratoire de Spectroscopie Moléculaire de l'Université de Savoie.

6.1. ECHANTILLONNAGE - PROTOCOLE OPERATOIRE

6.1.1. Prélèvement

L'appareillage utilisé est représenté en annexe 15. Il est réalisé entièrement en acier inox et se compose de deux compartiments de 75 cm³ garnis de 30 g de laine de téflon pour collecter la pollution particulaire et de 30 g de résine Amberlite XAD2 pour piéger les HAP volatils.

Avant utilisation, la bourre de téflon est purifiée au Soxhlet pendant 10 heures par le cyclohexane. La résine XAD2 subit le même traitement

deux fois successivement. Les deux supports sont séchés au Rotavapor et stockés dans des flacons en verre.

Le prélèvement est réalisé avec un débit constant. Les durées de prélèvement sont de l'ordre de 35 mn : elles sont donc effectuées sur l'ensemble des cycles correspondants à une classe de séquences cinématiques, soit urbain lent, fluide, route et autoroute, ainsi que sur des cycles Europe ECE 15.

Aussitôt après le prélèvement, les deux supports sont conservés dans des conditions de basse température (4°C) et d'obscurité et transférés au laboratoire où ils sont stockés à - 20° C. L'extraction est réalisée dans un délai maximal de 7 jours.

6.1.2. Procédures d'extraction et de purification

Les HAP collectés sur le filtre en laine de téflon et l'absorbant en résine XAD2 sont extraits ensemble ou séparément par du cyclohexane selon la méthode aux ultra-sons pendant 30 minutes à 37°C. Après filtration, séchage sur Na_2SO_4 et évaporation à sec du filtrat, les échantillons sont repris dans l'octane qui est la matrice Shpol'skii utilisée. Une purification préalable sur mini-colonne chromatographique de silice sep-pak (Waters) doit être réalisée pour les échantillons fortement chargés.

Les procédures complètes d'extraction et de purification ainsi que leurs rendements respectifs ont été décrites antérieurement (21).

Un blanc, mené de front avec les échantillons réels à chaque extraction, permet de mettre en évidence une éventuelle contamination.

6.2. ANALYSE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE

L'identification et le dosage de neuf HAP sont réalisés par spectrofluorimétrie à la température 10°K à l'aide d'un dispositif expérimental et d'une méthode d'étalonnage développés dans le laboratoire (14,20). Les neuf HAP de 4 à 6 noyaux étudiés sont les suivants : Pyrène P ; Benzo (a) Pyrène BaP ; Benzo (e) Pyrène BeP ; Benzo (b) Fluoranthène BbF ; Benzo (j) Fluoranthène Bj ; Benzo (k) Fluoranthène BkF ; Benzo (ghi) Perylène BghiP ; Benzo (b) Chrysène BbC ; Indéno (1, 2, 3 - cd) Pyrène IP.

6.2.1. Appareillage

Le dispositif expérimental est constitué en particulier d'un cryostat Cryophysics Model 21 SC Cryodyne, d'une cellule tri-étagée permettant le refroidissement simultané de trois échantillons et d'un échangeur thermique rapide. La source lumineuse est une lampe de 1 000 watts Hg-Xe (Hanovia). Les longueurs d'onde d'excitation utilisées (334 nm et 365 nm) sont sélectionnées par un monochromateur D 330 (Hilger et Watts) de focale 30 cm, équipé d'un réseau 1 200 traits/mm, avec des fentes d'entrée et de sortie de 2 mm. L'observation et l'analyse des spectres de fluorescence sont réalisées à l'aide d'un monochromateur THR 1.000 (Jobin-Yvon) de focale 1 m, muni d'un réseau 2 400 traits/mm de dispersion 0,4 nm/mm, et d'un photomultiplicateur EMI 9789 QA.

L'acquisition et le traitement des spectres sont effectués à l'aide d'un micro-ordinateur IBM AT, avec des fentes d'entrée et de sortie du monochromateur d'observation de 10 micromètres.

6.2.2. Aspects quantitatifs

La méthode de dosage mise en oeuvre se rapproche d'un étalonnage interne en utilisant comme référence la raie excitatrice diffusée par la matrice polycristalline. L'étalonnage et le dosage sont réalisés en normalisant les intensités de fluorescence des HAP par l'intensité diffusée de la raie excitatrice de Hg sélectionnée (334 nm ou 365 nm) enregistrée simultanément dans les mêmes conditions expérimentales.

Les HAP qui servent à préparer les solutions de référence sont fournis par la Commission des Communautés Européennes (Bruxelles).

Pour le dosage d'un mélange de neuf HAP, l'erreur relative déterminée par la méthode de régression linéaire avec variance liée variable s'échelonne de 10 à 50 % selon le niveau de concentration.

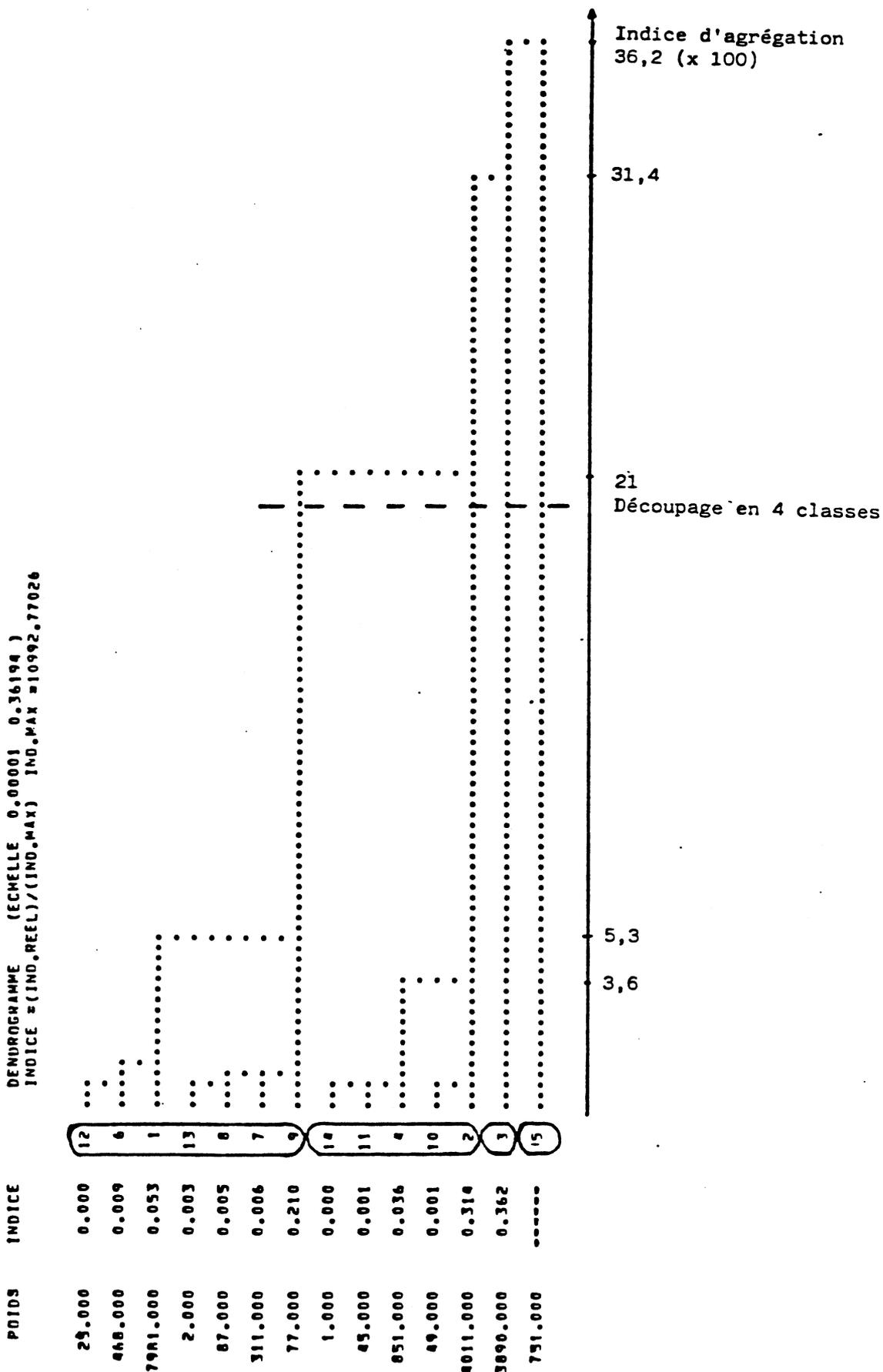
CONCLUSION

La méthodologie de mesure des émissions réelles de polluants et de la consommation du parc automobile français est ainsi originale essentiellement par le soin apporté à la définition des cycles de conduite, à l'échantillonnage des véhicules et à la mesure des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

En cours d'essai, outre quelques perfectionnements mineurs, on améliorera essentiellement l'échantillonnage des véhicules en y intégrant les toutes dernières statistiques d'immatriculations, éventuellement en faisant de la prospective à 1 ou 2 ans, ce qui

A N N E X E S

**ANNEXE 1 : ARBRE DE CLASSIFICATION DES FORMES FORTES DES SEQUENCES
(DENDROGRAMME)**



ANNEXE 2 : DESCRIPTION DES 4 CLASSES DE SEQUENCES

Nous rappelons ici les 11 variables choisies pour la description d'une séquence en précisant leur identificateur utilisé pour les sorties de résultats :

tseq : temps de séquence (en secondes)

tral : temps de ralenti (en secondes)

dist : distance parcourue (en kilomètres)

vmoy : vitesse moyenne calculée sur la séquence (en km/h)

vmax : vitesse instantanée maximale lors de la séquence (en km/h)

acco : pourcentage du temps de déplacement effectué à vitesse stabilisée (accélération comprise entre $-0,15 \text{ ms}^{-2}$ et $0,15 \text{ ms}^{-2}$)

nerv : nombre de minima et maxima par minute de la vitesse lors de la séquence

v15 : pourcentage du temps de déplacement où la vitesse est inférieure à 15 km/h

v45 : pourcentage du temps de déplacement où la vitesse est comprise entre 15 et 45 km/h

v75 : pourcentage du temps de déplacement où la vitesse est comprise entre 45 et 75 km/h

v100 : pourcentage du temps de déplacement où la vitesse est supérieure à 75 km/h

ANNEXE 2 : DESCRIPTION DES 4 CLASSES DE SEQUENCES (SUITE)

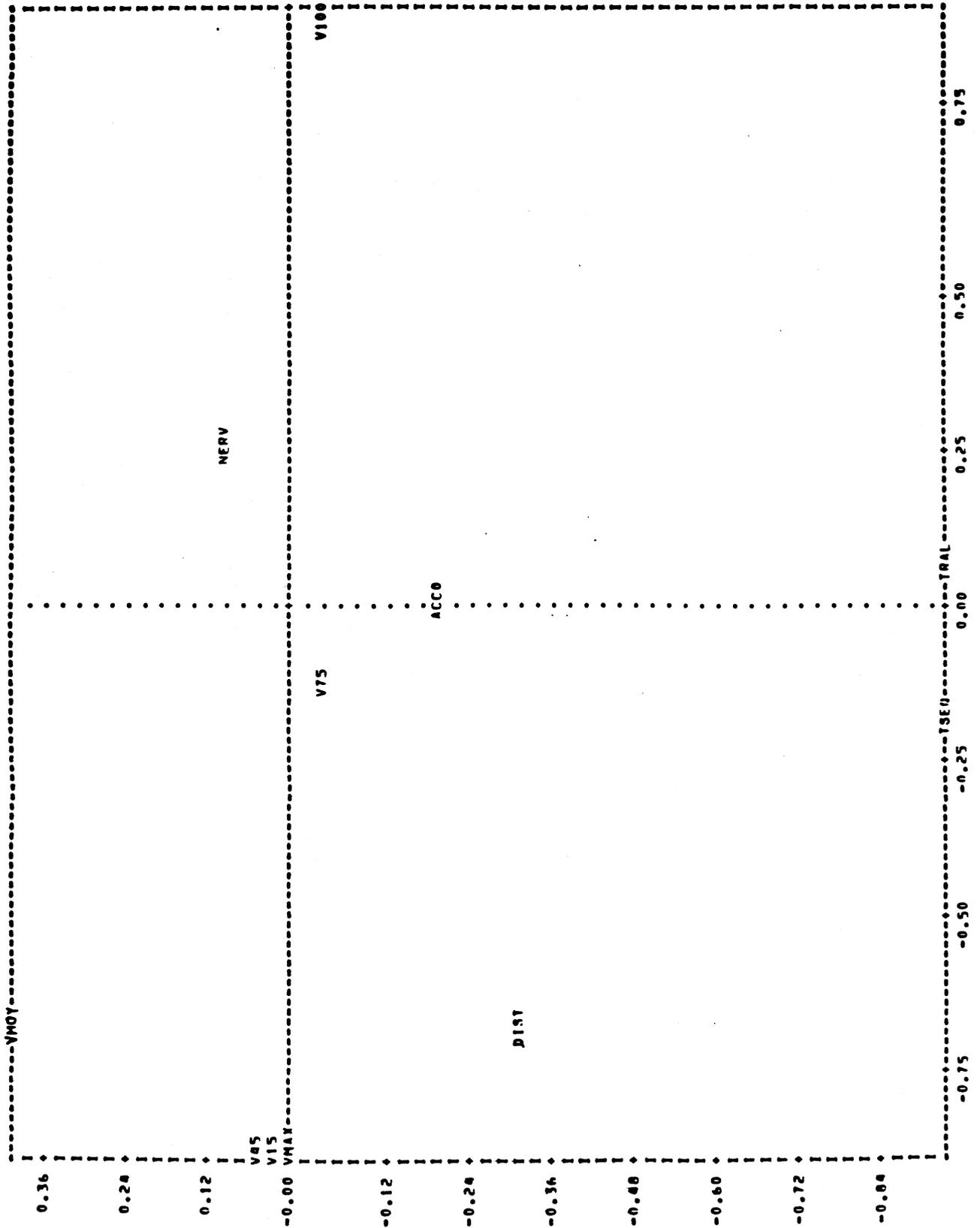
DESCRIPTION DES CLASSES		CRITERE				MOYENNE / MOYENNE		EC-TYPE	
		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
(1)	POIDS =								
CARACTERISATION DE LA CLASSE 1									
	POIDS =								
9 V45	0.00	109.451	0.000	69.802	46.261	12.992	20.307		
10 V75		-66.041	0.000	4.669	15.287	8.177	21.160		
11 V100		-30.043	0.000	0.001	4.081	0.061	14.115		
0 V15		-35.902	0.000	25.528	34.371	14.076	32.415		
4 VPOY		-35.809	0.000	18.052	22.056	7.368	17.015		
5 VPAX		-30.326	0.000	38.663	44.774	10.939	26.521		
3 DIST		-24.258	0.000	0.387	1.190	0.392	4.354		
1 TSEO		-23.176	0.000	71.010	104.433	51.030	185.252		
6 ACCO		-21.901	0.000	21.282	23.799	12.846	15.122		
7 NERV		-15.519	0.000	4.363	4.769	2.570	3.436		
CARACTERISATION DE LA CLASSE 2									
	POIDS =								
10 V75	0.07	116.989	0.000	45.704	15.287	14.020	21.160		
5 VMAX		80.346	0.000	70.969	44.774	14.407	26.521		
4 VPOY		68.449	0.000	37.039	22.856	11.000	17.815		
0 V15		-61.468	0.000	9.809	34.371	6.193	32.415		
7 NERV		-20.465	0.000	3.566	4.769	2.056	3.436		
9 V45		-24.851	0.000	37.617	46.261	14.493	20.307		
11 V100		15.622	0.000	6.790	4.081	13.361	14.115		
1 TSEO		11.843	0.000	131.389	104.433	93.964	185.252		
6 ACCO		-5.888	0.000	22.705	23.799	12.355	15.122		
3 DIST		5.671	0.000	1.493	1.190	1.349	4.354		
CARACTERISATION DE LA CLASSE 3									
	POIDS =								
0 V15	0.05	122.104	0.000	89.615	34.371	14.751	32.415		
9 V45		-90.990	0.000	10.181	46.261	14.743	26.307		
5 VMAX		-81.648	0.000	14.441	44.774	4.803	26.521		
4 VPOY		-68.923	0.000	5.656	22.856	2.956	17.815		
7 NERV		57.633	0.000	7.544	4.769	4.881	3.436		
10 V75		-51.564	0.000	0.003	15.287	0.155	21.160		
1 TSEO		-26.896	0.000	34.637	104.433	40.061	185.252		
11 V100		-20.639	0.000	0.000	4.081	0.000	14.115		
3 DIST		-18.707	0.000	0.049	1.190	0.055	4.354		
6 ACCO		10.213	0.000	25.962	23.799	17.840	15.122		
CARACTERISATION DE LA CLASSE 4									
	POIDS =								
11 V100	0.07	107.246	0.000	59.675	4.081	22.734	14.115		
1 TSEO		90.640	0.000	721.074	104.433	603.076	185.252		
3 DIST		90.073	0.000	15.594	1.190	15.981	4.354		
8 VPOY		82.880	0.000	77.078	22.856	16.474	17.815		
5 VPAX		69.337	0.000	112.305	44.774	10.510	26.521		
6 ACCO		48.566	0.000	50.770	23.799	14.334	15.122		
9 V45		-32.955	0.000	17.003	46.261	11.034	20.307		
0 V15		-27.054	0.000	2.165	34.371	2.011	32.415		
7 NERV		-17.731	0.000	2.530	4.769	1.353	3.436		
10 V75		13.909	0.000	26.150	15.287	16.074	21.160		

ANNEXE 3

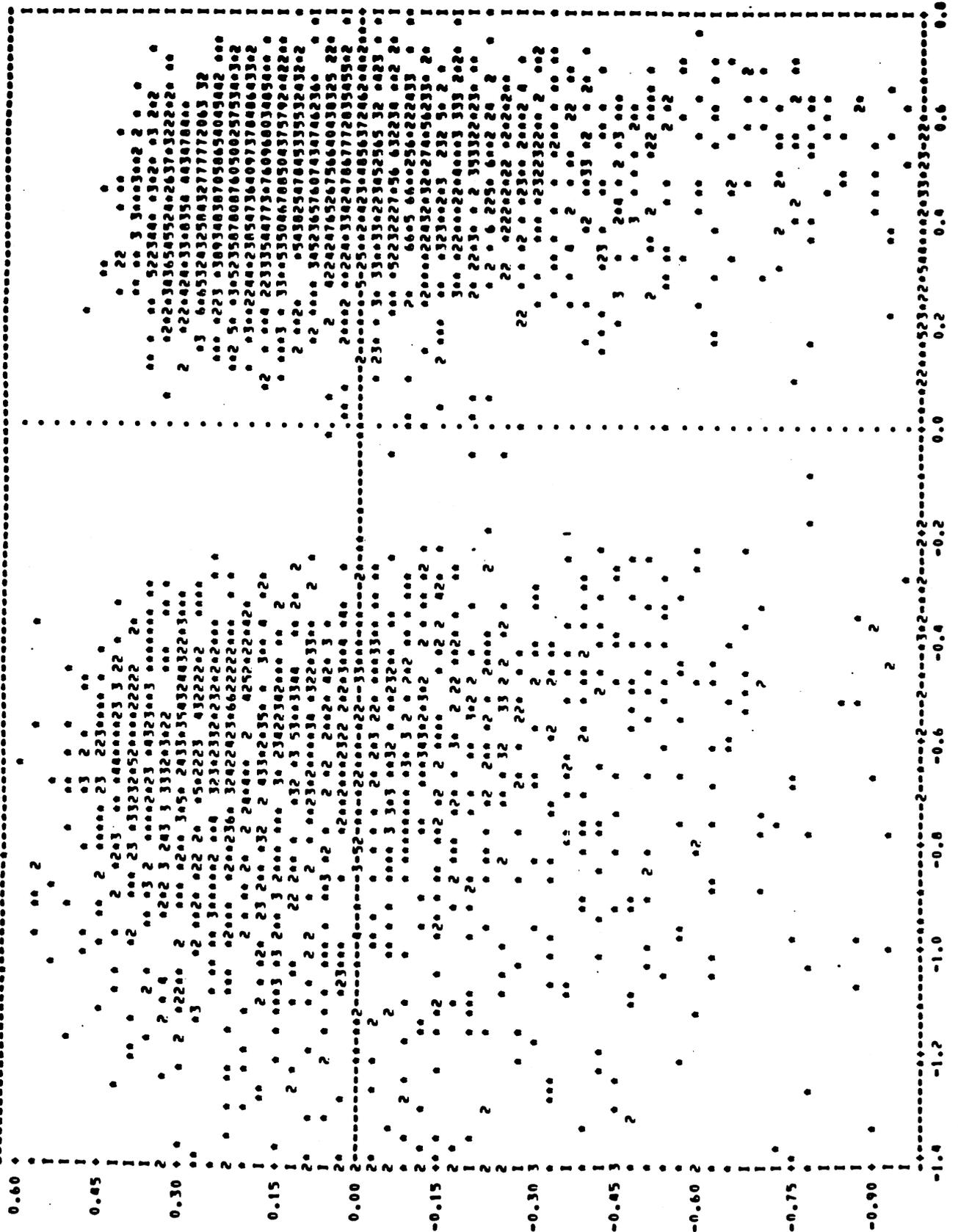
RESULTATS DES 4 A.C.P. EFFECTUEES SUR LES CLASSES ASSIMILEES A DES TYPES DE CIRCULATION :

- séquences de type urbain lent,
- séquences de type urbain fluide,
- séquences de type routier,
- séquences de type autoroutier.

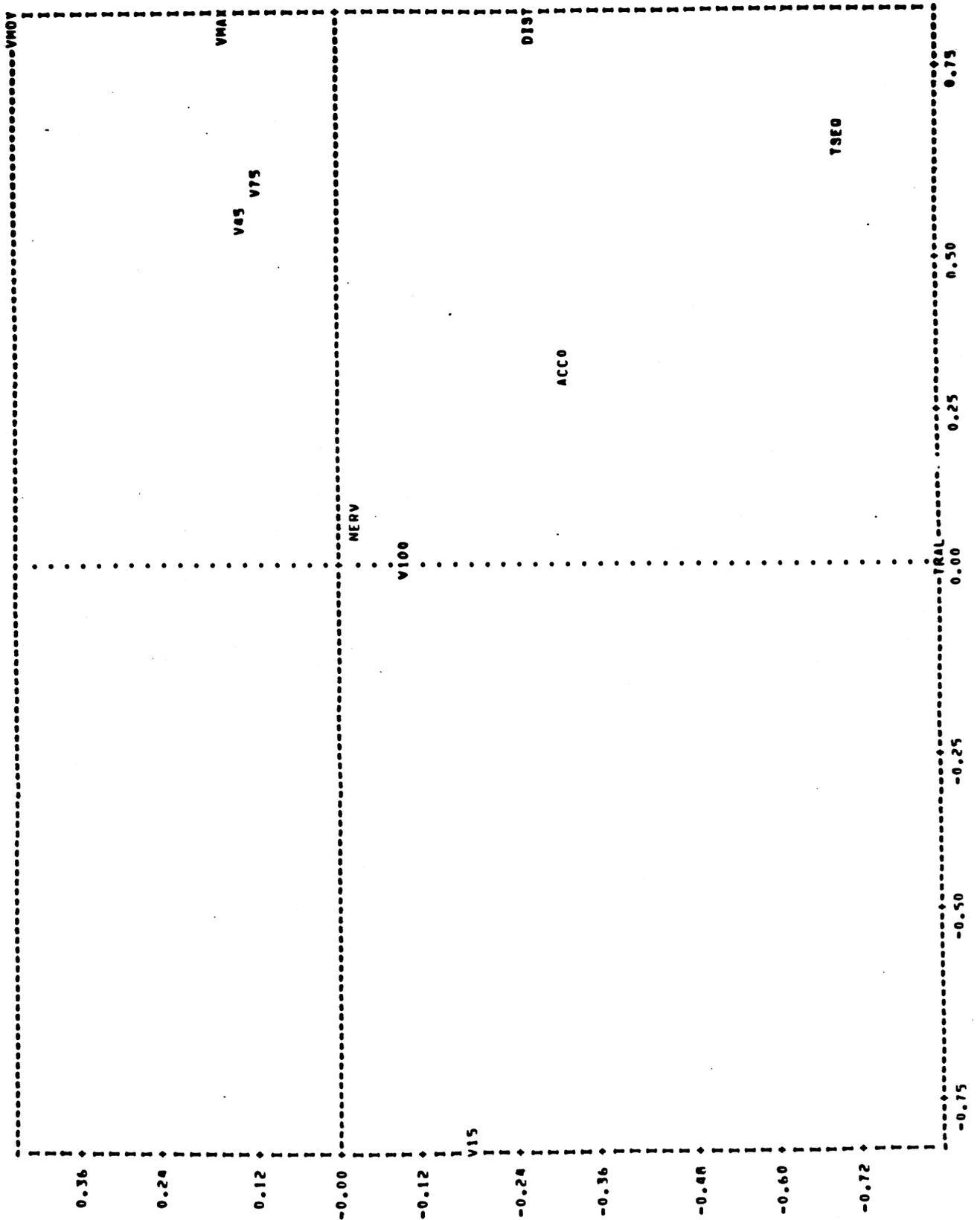
A2.1 : CLASSE URBAIN LENT - REPRESENTATION DES VARIABLES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



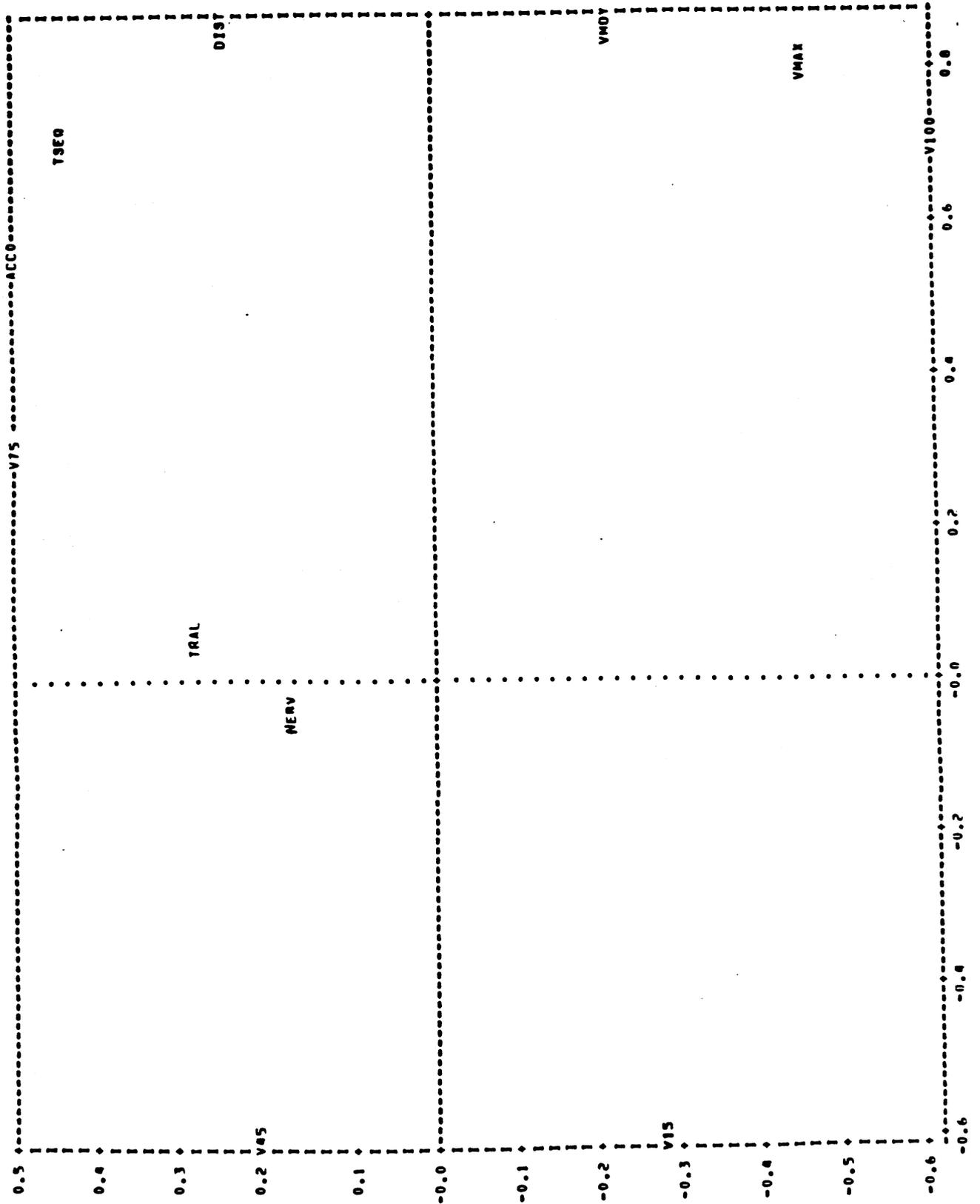
A2.2 : CLASSE URBAIN LENT - REPRESENTATION DES SEQUENCES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



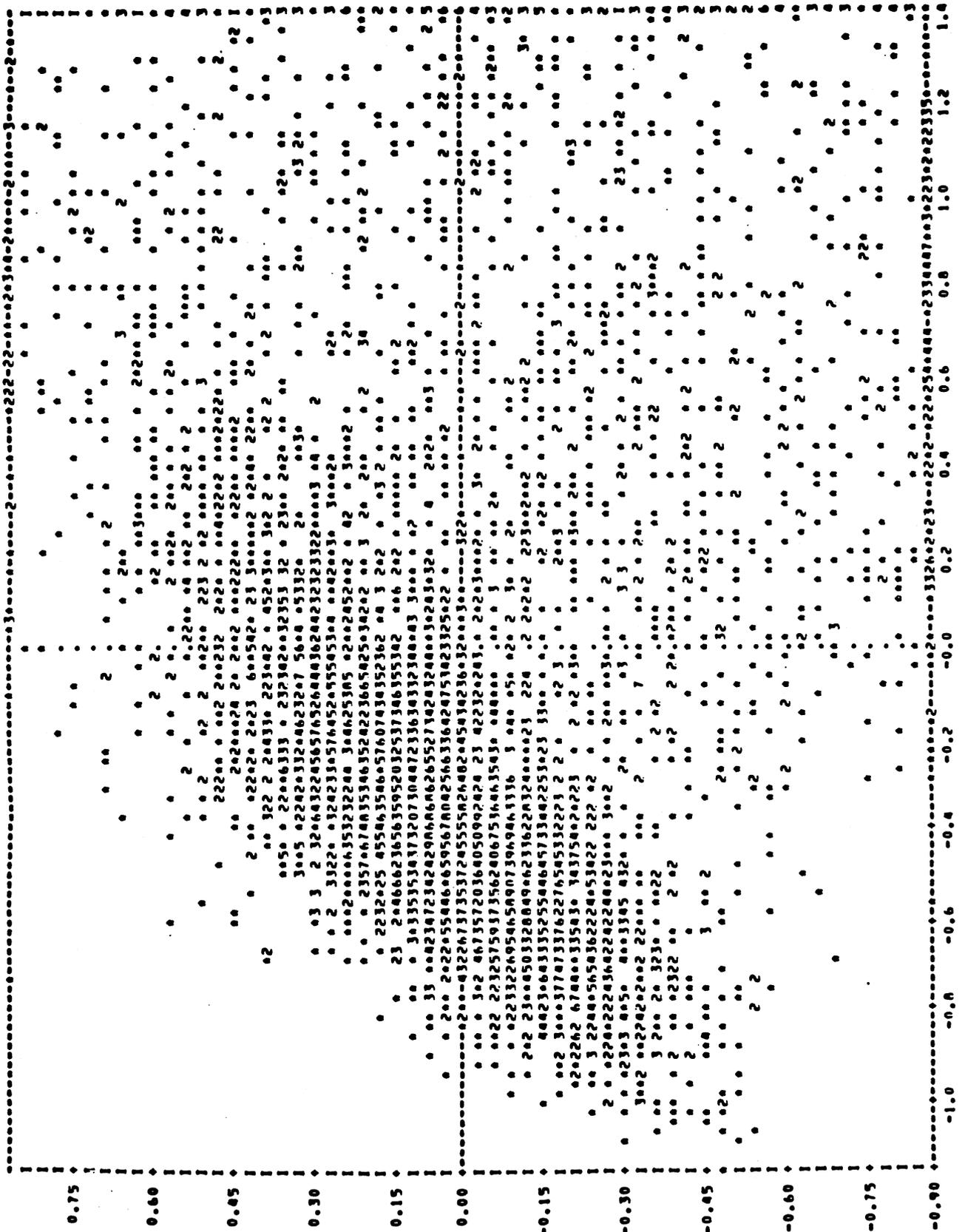
A2.3 : CLASSE URBAIN FLUIDE - REPRESENTATION DES VARIABLES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



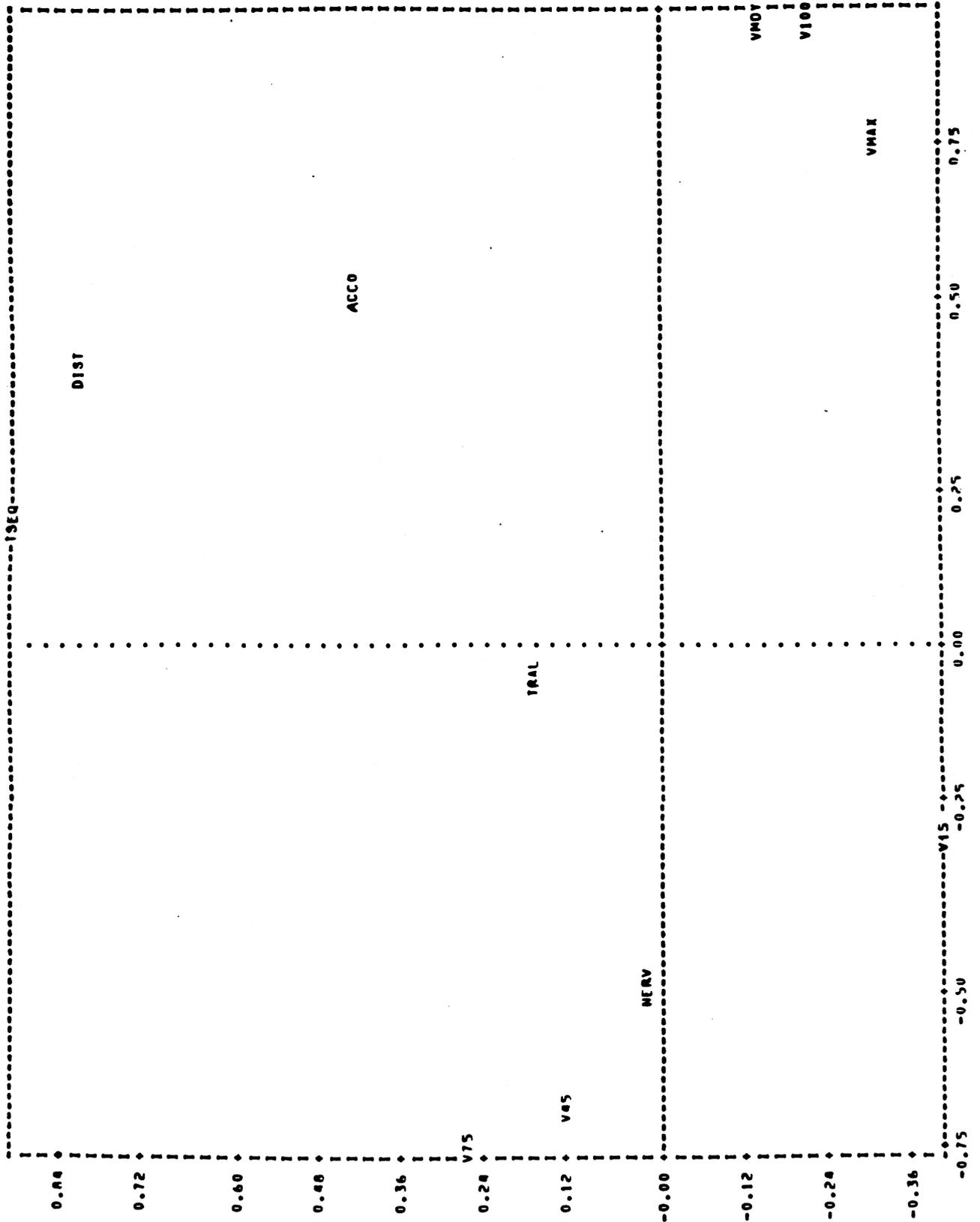
A2.5 : CLASSE ROUTE - REPRESENTATION DES VARIABLES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



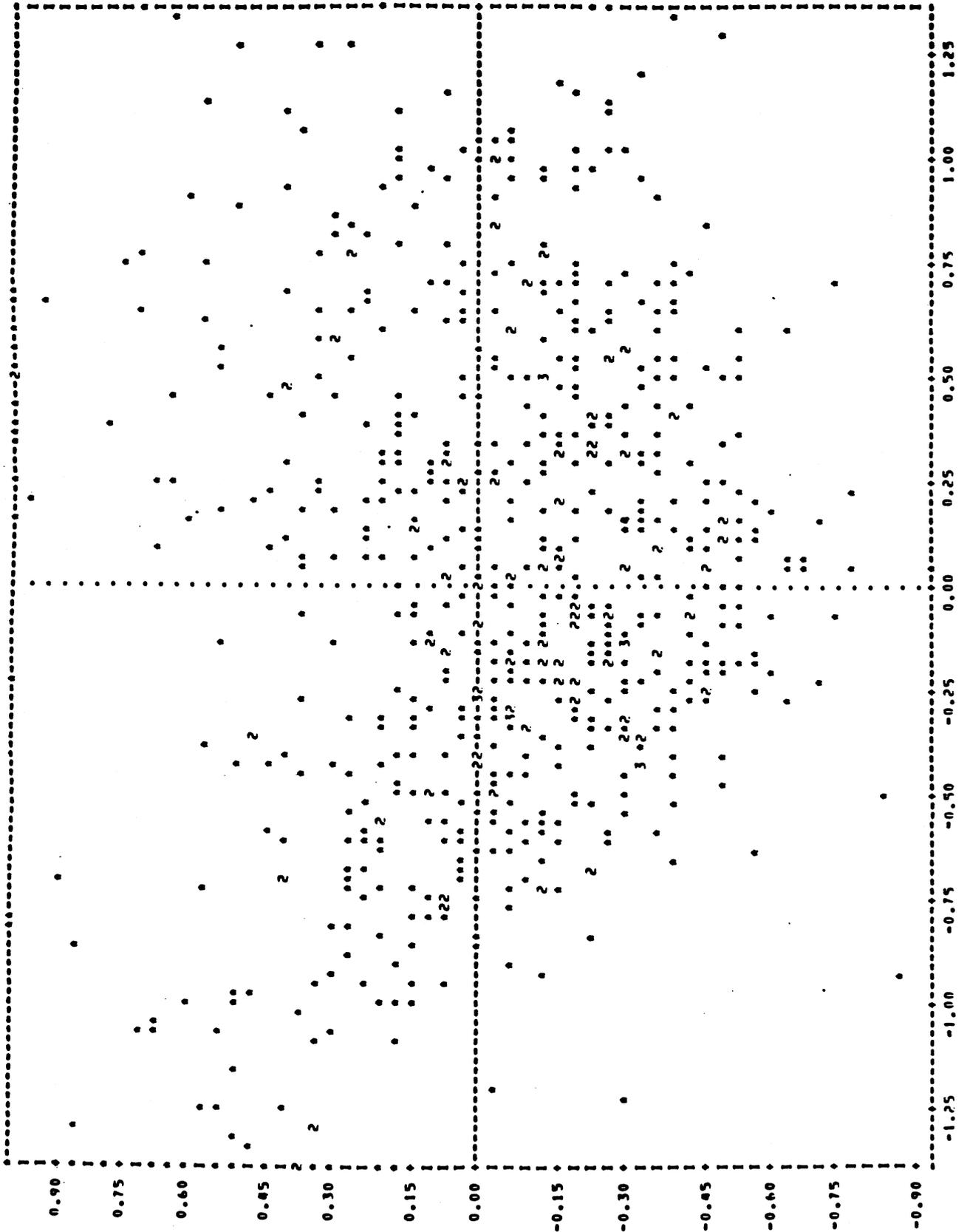
A2.6 : CLASSE ROUTE - REPRESENTATION DES SEQUENCES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



A2.7 : CLASSE AUTOROUTE - REPRESENTATION DES VARIABLES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



A2.8 : CLASSE AUTOROUTE - REPRESENTATION DES SEQUENCES DANS LE PREMIER PLAN FACTORIEL



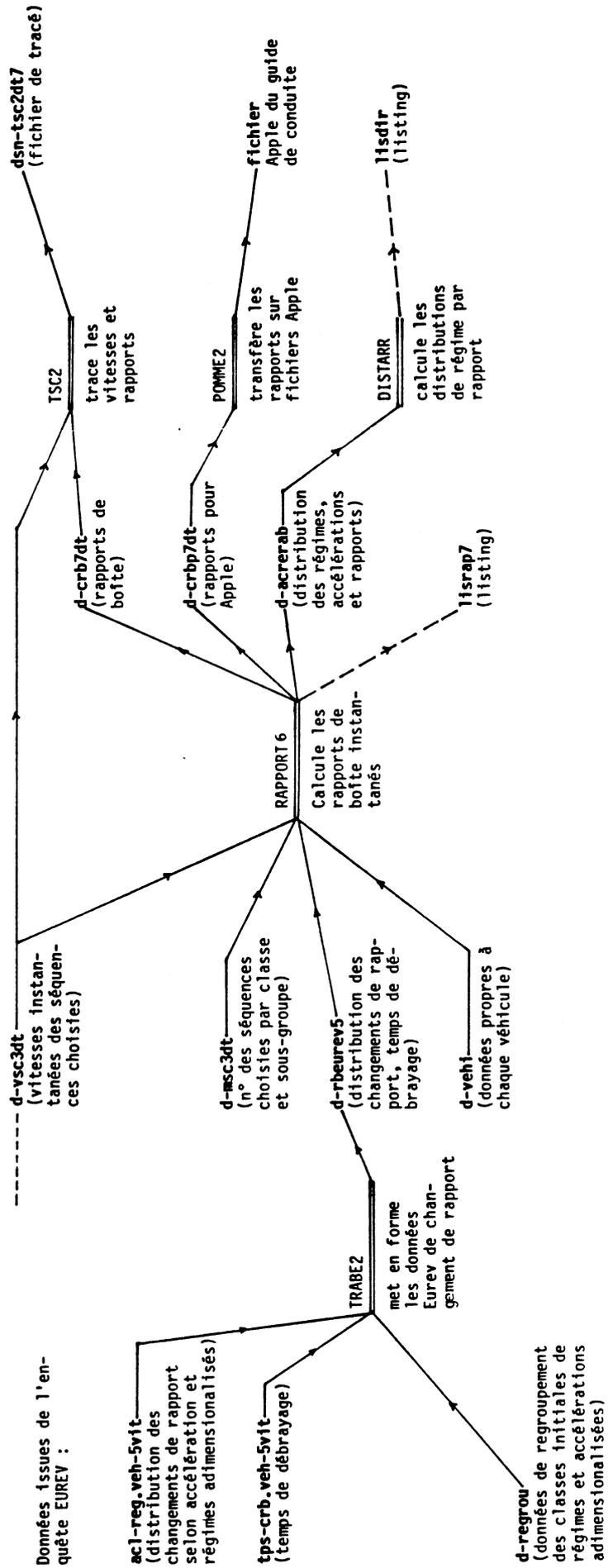
ANNEXE 4 : DESCRIPTION SOMMAIRE DES DIFFERENTS SOUS-GROUPES

GROUPE	SOUS-GROUPE	NOMBRE DE SEQUENCES	% DU NOMBRE TOTAL	DUREE MOYENNE DES SEQUENCES (en s)	VITESSE MOYENNE (km/h)	% DE LA DISTANCE TOTALE D'EXPERIMENTATION
URBAIN LENT	1	2 427	13 %	29,6 s	4,5	0,3 %
	2	1 571	8 %	42,4 s	7,5	0,6 %
	1 + 2	3 998	22 %	34,6 s	5,7	1 %
	1	2 939	16 %	49,6 s	10,9	2 %
	2	3 759	20 %	66,4 s	19,4	6 %
	3	2 259	12 %	109,6 s	25,1	8 %
URBAIN FLUIDE	1 + 2 + 3	8 957	48 %	71,8 s	18,1	16 %
	1	2 533	14 %	97,5 s	30,8	10 %
	2	1 549	8 %	147,3 s	41,4	12 %
	3	788	4 %	198,5 s	53,7	11 %
	4	161	1 %	846,7 s	55,3	9 %
	3 + 4	949	5 %	308,5 s	54,4	20 %
ROUTE	1+2+3+4	5 031	27 %	152,6 s	38,4	42 %
	1	313	2 %	504,6 s	73,3	15 %
	2	250	1 %	918,3 s	93,2	27 %
	1 + 2	563	3 %	688,3 s	82,1	41 %
AUTOROUTE						

ANNEXE 5 : ORGANISATION INFORMATIQUE DE TRANSFERT DE TRAITEMENT DES CYCLES

minuscules grasses : fichiers de données
majuscules : programmes fortran

CHOIX DES RAPPORTS DE BOITE (exemple du véhicule n° 7 à 5 rapports)



ANNEXE 6

PERIODES LEGALES D'APPLICATION EN FRANCE DES NORMES EUROPEENNES
ECE 15 APPLICABLES AUX VEHICULES DE MOINS DE 3,5 TONNES

REGLEMENTATION		DEBUT DE PERIODE		FIN DE PERIODE	
		MODELES	NOUVEAUX... VEHICULES	MODELES	NOUVEAUX... VEHICULES
15-00				31.08.1971	31.08.1972
15-00		01.09.1971	01.09.1972	30.09.1975	30.09.1976
15-01		01.10.1975	01.10.1976	30.09.1977	30.09.1980
15-02		01.10.1977	01.10.1980	30.09.1979	30.09.1981
15-03		01.10.1979	01.10.1981	30.09.1984	30.09.1986
15-04		01.10.1984	01.10.1986		
15-05 (projet)	0-1400 cm3	01.10.1990	01.10.1991		
	1400-2000 cm3	01.10.1991	01.10.1993		
	2000 cm3 ..	01.10.1988	01.10.1989		

COEFFICIENT DE SURVIE DES VEHICULES EN FONCTION DE L'AGE

AGE	COEFFICIENT FRANCAIS		COEFFICIENT ALLEMAND		COEFFICIENT UTILISE	
	CUMULE	NON CUMULE	CUMULE	NON CUMULE	CUMULE	NON CUMULE
1	0.9840	0.0160	0.9950	0.0050	0.9950	0.0050
2	0.9934	-0.0094	0.9904	0.0046	0.9919	0.0031
3	0.9952	-0.0018	0.9847	0.0057	0.9870	0.0049
4	0.9774	0.0178	0.9814	0.0033	0.9794	0.0076
5	0.9689	0.0085	0.9699	0.0115	0.9694	0.0100
6	0.9509	0.0180	0.9494	0.0205	0.9501	0.0193
7	0.9234	0.0275	0.9166	0.0328	0.9200	0.0301
8	0.8656	0.0578	0.8671	0.0495	0.8663	0.0537
9	0.7990	0.0667	0.8006	0.0665	0.7998	0.0665
10	0.7186	0.0804	0.7023	0.0983	0.7104	0.0894
11	0.6051	0.1135	0.5731	0.1292	0.5891	0.1213
12	0.4952	0.1099	0.4529	0.1202	0.4740	0.1151
13	0.3890	0.1062	0.3140	0.1389	0.3515	0.1225
14	0.2788	0.1102	0.2070	0.1070	0.2429	0.1086
15	0.1730	0.1059	0.1526	0.0544	0.1628	0.0801
16			0.1006	0.0520	0.1006	0.0622
17			0.0527	0.0479	0.0527	0.0479
18			0.0365	0.0162	0.0365	0.0162
19			0.0243	0.0122	0.0243	0.0122
20			0.0184	0.0059	0.0184	0.0059

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DES VOITURES PARTICULIERES

AU 31.12.1985 : PAYS D'ORIGINE, CARBURANT

NATIONALITE	ESSENCE	DIESEL	ESSENCE + DIESEL
France	72,1	73,1	72,3
RFA	15,4	20,0	16,3
Italie	5,9	4,2	5,5
Japon	2,7	1,3	2,4
Grand-Bretagne	1,6	0,1	1,2
Suède	0,7	1,1	0,8
URSS	1,0	0,0	0,8
Espagne	0,4	0,2	0,3
Divers	0,2	0,0	0,4
T O T A L	100,0	100,0	100,0
T O T A L	78,8	21,2	100,0

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DES VOITURES PARTICULIERES
AU 31.12.1985 : MARQUES, CARBURANT

MARQUE	NATIONALITE	ESSENCE	DIESEL	ESSENCE + DIESEL
Renault	F	35,6	21,3	32,6
Peugeot	F	15,7	32,4	19,2
Citroën	F	13,9	18,5	14,9
Talbot	F	6,9	0,8	5,6
Ford	D	5,9	3,6	5,4
Volkswagen	D	3,6	5,8	4,0
Fiat	I	3,4	4,0	3,5
Opel	D	2,9	2,6	2,8
Mercedes	D	0,5	5,8	1,6
BMW	D	1,4	0,6	1,2
Audi	D	1,0	1,7	1,2
Alfa Roméo	I	1,4	0,1	1,1
Austin	GB	1,1	0,0	0,9
Datsun	J	0,8	0,7	0,8
Lada	SU	1,0	0,0	0,8
Volvo	S	0,6	1,1	0,8
Mazda	J	0,7	0,3	0,6
Toyota	J	0,7	0,2	0,6
Autobianchi	I	0,5	0,0	0,4
Lancia	I	0,4	0,1	0,4
Honda	J	0,4	0,0	0,3
Seat	E	0,4	0,2	0,3
Innocenti	I	0,1	0,0	0,1
Mitsubishi	J	0,1	0,2	0,1
Polski	PL	0,1	0,0	0,1
Porsche	D	0,1	0,0	0,1
Rover	GB	0,1	0,1	0,1
Skoda	CS	0,2	0,0	0,1
Talbot-				
Sunbeam	GB	0,1	0,0	0,1
Triumph	GB	0,1	0,0	0,1
Zastava	YU	0,1	0,0	0,1
Divers		0,2	0,0	0,1
T O T A L		100,0	100,0	100,0

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DES VOITURES PARTICULIERES

AU 31.12.1985 : MOTORISATION, CARBURANT

MOTORISATION	ESSENCE		DIESEL		ESSENCE+DIESEL	
Ordinaire/diesel	7,3	5,7	83,1	17,6	23,3	23,3
Turbo	0,8	0,6	16,9	3,6	4,2	4,2
Super	88,0	69,4	-	-	69,4	69,4
Injection	3,7	2,9	-	-	2,9	2,9
Injection turbo	0,2	0,1	-	-	0,1	0,1
T O T A L	100,0	78,8	100,0	21,2	100,0	100,0

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DES VOITURES PARTICULIERES

AU 31.12.85 : MOTORISATION, REGLEMENTATION, CARBURANT

VEHICULES ESSENCE

REGLEMENTATION	TOTAL	<15.00*	15.00	15.01	15.02	15.03	15.04
Ordinaire	7,3	0,2	0,5	0,2	2,2	4,1	0,0
Turbo	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
Super	88,0	3,0	14,5	13,8	19,9	36,4	0,4
Injection	3,7	0,0	0,1	0,2	1,0	2,5	0,0
Injection-turbo	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
T O T A L	100,0	3,3	15,2	14,2	23,0	43,9	0,4

VEHICULES DIESEL

REGLEMENTATION	TOTAL	<15.00*	15.00	15.01	15.02	15.03	15.04
Diesel	83,1	0,0	0,7	12,4	16,9	52,4	0,7
Turbo	16,9	0,0	0,8	1,7	3,1	11,2	0,1
T O T A L	100,0	0,0	1,5	14,1	19,9	63,6	0,8

* Chiffres minorés car on ne prend en compte les immatriculations qu'à partir de 1970.

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DE VOITURES PARTICULIERES**AU 31.12.1985 : CYLINDREE, MOTORISATION, CARBURANT**

CYLINDREE (cm ³)	E S S E N C E						D I E S E L		
	TOTAL	ORDIN.	TURBO	SUPER	INJ.	INJ.TUR.	TOTAL	DIESEL	TURBO
0 - 1 000	19,5	2,8	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 000-1 100	1,3	0,8	0,0	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
1 100-1 200	20,3	0,3	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 200-1 300	13,2	2,1	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 300-1 400	15,0	0,0	0,5	14,5	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0
0 - 1 400	69,3	6,0	0,5	62,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1
1 400-1 600	14,2	1,1	0,3	12,1	0,7	0,0	14,7	14,7	0,0
1 600-1 800	5,4	0,0	0,0	4,8	0,6	0,0	12,6	12,6	0,0
1 800-2 000	7,7	0,2	0,0	6,5	1,1	0,0	15,6	15,5	0,0
1 400-2 000	27,3	1,3	0,3	23,4	2,4	0,0	42,9	42,9	0,0
2 000-2 200	1,1	0,0	0,0	0,8	0,3	0,1	23,0	18,7	4,3
2 200	2,3	0,0	0,0	1,1	1,1	0,1	33,9	21,4	12,5
2 000	3,4	0,0	0,0	1,9	1,4	0,2	56,9	40,1	16,8
T O T A L	100,0	7,3	0,8	88,0	3,7	0,2	100,0	83,1	16,9

STRUCTURE EN % DU PARC ROULANT DE VOITURES PARTICULIERES

AU 31.12.1985 : TYPES DE VEHICULES LES PLUS FREQUENTS

MOTORISATION	MARQUE	TYPE	% DU PARC ESSENCE
Essence ordinaire (0,5 %)	Renault	4	1,1
	Renault	5	0,9
	Volkswagen	Golf	0,8
	Peugeot	204	0,6
	Volkswagen	Polo	0,6
Essence turbo (0,5 %)			
Supercarburant (1,0 %)	Renault	5	10,1
	Peugeot	104	4,0
	Renault	18	3,9
	Peugeot	305	3,7
	Renault	4	2,8
	Renault	9	2,8
	Peugeot	205	2,5
	Citroën	Visa	2,5
	Renault	14	2,4
	Renault	11	2,4
	Citroën	2CV	2,2
	Citroën	GS	2,2
	Renault	12	2,1
	Ford	Fiesta	1,9
	Peugeot	504	1,8
	Ford	Escort	1,8
	Talbot	Horizon	1,7
	Renault	20	1,7
	Citroën	BX	1,7
	Citroën	GSA	1,5
	Renault	16	1,4
	Simca	1 100	1,3
	Peugeot	304	1,3
Chrysler	1 307	1,3	
Citroën	CX	1,2	
Renault	6	1,1	
Essence injection (0,5 %)	Volkswagen	Golf	0,6
Injection turbo (0,5 %)			

ANNEXE 13 : (suite)

MOTORISATION	MARQUE	TYPE	% DU PARC DIESEL
Diesel (1,0 %)	Citroën	CX	10,4
	Renault	18	9,5
	Peugeot	305	7,7
	Peugeot	504	6,7
	Citroën	BX	5,8
	Peugeot	205	4,7
	Volkswagen	Golf	4,3
	Renault	20	3,8
	Fiat	Ritmo	2,1
	Peugeot	304	2,1
	Renault	9	2,1
	Mercedes	240	2,0
	Renault	11	1,5
	Citroën	Visa	1,4
	Ford	Sierra	1,3
	Opel	Rekord	1,2
	Mercedes	300	1,1
Opel	Ascona	1,0	
Diesel turbo (1,0 %)	Peugeot	505	8,2
	Peugeot	604	2,9
	Renault	25	2,2

TRACT D'APPEL POUR DISPOSER DE VEHICULES PRIVES



LEN
Laboratoire
Energie Nuisances

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITE
Etablissement public à caractères scientifique et technologique regroupant l'IRT et l'ONSER
109, avenue Salvador Allende - Case 24 - 69675 Bron cédex - France
Tél. 78 26 90 93 - Télécopieur : 900997 F - Télécopieur : 72 37 68 37

VOTRE VOITURE
NOUS INTERESSE !

Le Laboratoire Energie Nuisances de l'INRETS mesure, pour l'Agence pour la Qualité de l'Air et le CETu les émissions de polluants et la consommation des voitures particulières et petits utilitaires (essence ou diesel de moins de 3,5 tonnes). Pour cela nous aimerions emprunter un grand nombre de véhicules, de tout âge et de toute cylindrée, pendant trois jours. Votre voiture a de fortes chances de nous intéresser.

En échange, nous vous prêtons un autre véhicule (R 21 GTS assurée pour tout conducteur) et vous versons une indemnité de 500 F(*).

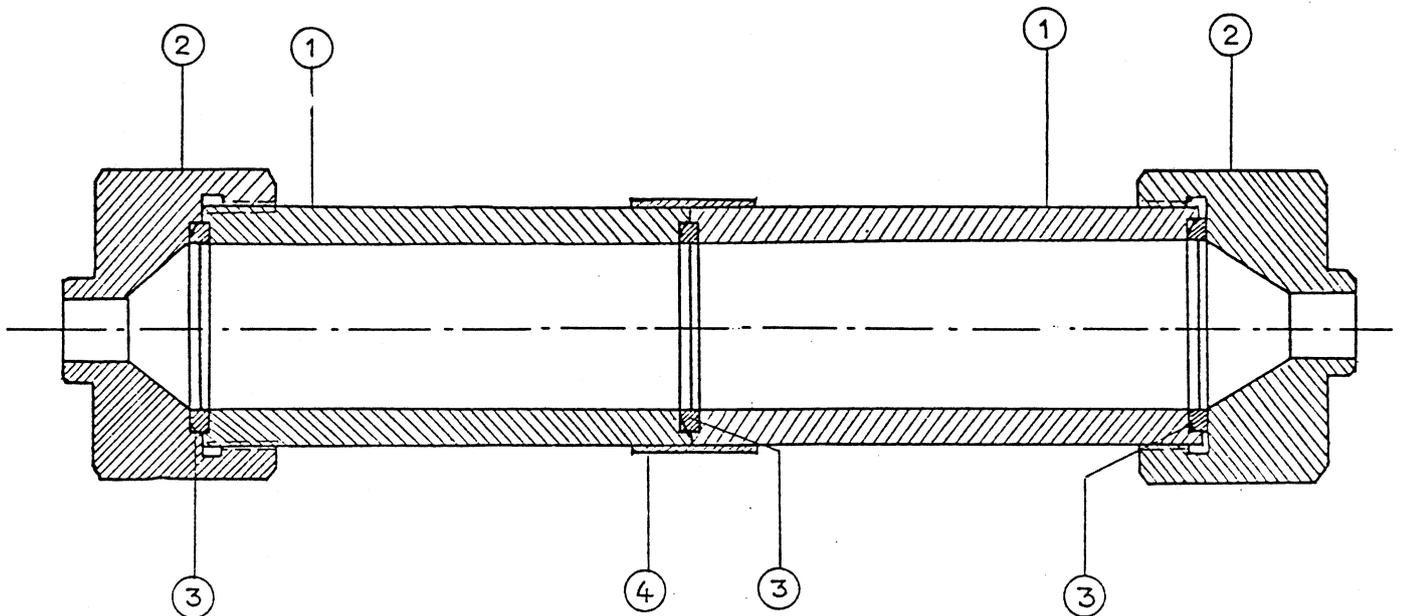
Si vous êtes intéressé, transmettez-nous une photocopie de la carte grise sur laquelle vous inscrirez en clair le modèle du véhicule (par exemple : R 11 GTL).

Pour tout renseignement contacter par téléphone ou par écrit :

Robert JOURMARD ou Michel ANDRE
Tél. : 78.26.90.93

(*) Les agents de l'INRETS ne pourront être indemnisés directement. Mais leur conjoint, par exemple, peut nous prêter le véhicule et être indemnisé...

Siège Social : 2, avenue du Général Malleret - Joinville - BP 34 - 94114 Arcueil cédex - France
Tél. 45.81.12.12 - Télécopieur INRETS 204 454 F - Télécopieur : 45.47.56.06

ELEMENTS FILTRANTS POUR HAP

Rep.	Nb de pièces	Désignation
1	2	1/2 corps inox Ø 45 ext. Ø 32 int. L 93,3
2	2	manchons vissés Ø 60
3	3	grille de filtration Ø 41 ext. filtre Ø 32

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ANDRE M. (1986) : Utilisations réelles des véhicules particuliers, étude expérimentale. Transp. Environ. Circulation, n° 73/74, p 34-38.
- 2 - ANDRE R., J.P. ROUMEGOUX, J. DELSEY, J.P. GUITTON et R. VIDON (1986) : étude expérimentale sur l'utilisation réelle des véhicules (EUREV) : rapport INRETS-LEN, NNE 8603, Bron, France, 88 p.
- 3 - COHEN S. (1981) : consommation d'énergie et déplacements des voitures particulières en milieu urbain - rapport IRT, n° 50, Arcueil, France, 78 p.
- 4 - CRAUSER J.P. et M. MAURIN (1986) : typologie des séquences cinématiques - rapport INRETS-LEN, NNE 8607, Bron, France, 54 p.
- 5 - CRAUSER J.P, M. MAURIN and R. JOUMARD (1987) : representative kinematic sequences for the road traffic in France. Soumis à Traffic Eng. Control.
- 6 - JOST P., J. ULLRICH et H. WALDEYER (1987) : étude à grande échelle sur les gaz d'échappement "Abgas-Grossversuch". Soumis à Rech. Transp. Sécurité.
- 7 - JOUMARD R. et M. ANDRE (1986) : équipement d'un banc à rouleaux en vue de la mesure de la pollution réelle du parc automobile - rapport INRETS-LEN, NNP 8603, Bron, France, 67 p.
- 8 - JOUMARD R., T. GALINIE, P. VANDENHOVE, M. ANDRE, R. SEIDOWSKI et B. VAN CUTSEM (1986) : séquences représentatives du trafic automobile français - Rech. Transp. Sécurité, n° 12, p 17-20.
- 9 - LAMBERT J., E. CHRISTIN, T. JACQUIN et C. PASCUAL (1986) : prévisions globales des émissions de polluants automobiles en France à l'horizon 2.000. Rapport INRETS, n° 2, Bron, France, 69 p.

- 10 - LEBART L., A. MORINEAU and F.M. WARWICK : multivariate descriptive statistical analysis. J. Wiley ed, London, 1984.
- 11 - MAURIN M. et LAMURE C. (1985) : modèles finalisés pour la circulation urbaine. Transp. Environ. Circulation, 71, p. 37-45.
- 12 - MEIER E, E. PLASSMANN und C. WOLFF (1986) : Abgas-Grossversuch. Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e.V, Essen, BRD.
- 13 - Office Fédéral de Protection de l'Environnement (1984) : réduction des vitesses et émissions polluantes. Cahier de l'environnement, n° 22, OFPE, Berne, 81 p.
- 14 - PATUREL L., J. JAROSZ, C. FACHINGER et J. SUPTIL (1983) : réalisation d'un dispositif expérimental pour le dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques par spectrofluorimétrie Shpol' skii à 10 K. Anal. Chim. Acta, 147, p 293-302
- 15 - POTTER C.J. and SAVAGE C.A. (1983) : a survey of gaseous pollutant emissions from tuned in-service gasoline engined cars over a range of road operating conditions - Warren Spring Laboratory report, LR 447 (AP) M, Stevenage, Grand-Bretagne, 54 p. + annexes.
- 16 - SIBENALER E., BULTHE M. en Van EESBEEK M. (1978) : kolkktieve registratie van de emissies door mobiele bronnen - in enregistrement des émissions ; rapport final 1975-1978. Services du premier ministre - programmation de la politique scientifique, Bruxelles, p. 278-379.
- 17 - T.U.V. Rheinland (1980) : das Abgas-Emissionsverhalten von Personenkraftwagen in der BRD in Bezugsjahr 1980 - Umweltbundesamt Berichte 9/80 - Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- 18 - WATSON H.C. (1978) : vehicle driving patterns and measurement methods for energy and emissions assessment. Occasional paper 30, Bureau of Transport Economics, Australian government publishing service, Canberra, 106 p.

- 19 - WILLIAMS C. and M.T. EVERETT (1983) : in-service emissions of 204 véhicules manufactured between 1971 and 1982. Rapport non publié, MIRA, Nuneaton, Grand-Bretagne.

- 20 - WITTENBERG M., J. JAROSZ et L. PATUREL (1984) : analyse quantitative des hydrocarbures aromatiques polynucléaires par spectrofluorimétrie Shpol'skii à 10 K : utilisation de la raie de mesure excitatrice diffusée par la matrice comme intensité lumineuse de référence. Anal. Chim. Acta, 160, p 185-196.

- 21 - WITTENBERG M., J. JAROSZ, L. PATUREL, M. VIAL et M. MARTIN-BOUYER (1985) : analyse des hydrocarbures aromatiques polynucléaires dans l'environnement par spectrofluorimétrie Shpol'skii à 10 K : méthodes de prélèvement et d'extraction des échantillons, résultats quantitatifs. Analisis, 13, n° 6, p 249-260.

- 22 - YOSHIKUMI K., K. NAKAMURA, K. INOUE and T. ISHIGURO (1980) : automotive exhaust emissions in an urban area - SAE Tech. Pap. Ser. 800326, USA, 16 p.

