

CREDOC  
BIBLIOTHÈQUE

**ANNALES**  
**DE RECHERCHES ET DE DOCUMENTATION**  
**SUR LA**  
**CONSOMMATION**

Cole P 0600 Crédoc - Consommation, N° 1957-003.  
Juillet - septembre 1957.

**Sou1957 - 2973**

N° 60881-1 CREDOC-Bibliothèque

3<sup>e</sup> Année  
N° 3

Juillet - Septembre  
1957

Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation  
30, Rue d'Astorg - PARIS - 8<sup>e</sup>

**ANNALES**  
DE RECHERCHES ET DE DOCUMENTATION  
SUR LA  
**CONSOMMATION**

3<sup>e</sup> Année - Numéro 3  
Juillet - Septembre 1957

**Les Modèles Économétriques  
du Marché de l'Automobile**

par

**H. Faure**

---

Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation  
30, Rue d'Astorg - PARIS - 8<sup>e</sup>

Le Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation est un organisme scientifique autonome créé sur l'initiative du Commissariat Général à la Productivité et fonctionnant dans le cadre de l'Association Française pour l'Accroissement de la Productivité. L'orientation de ses travaux est définie par un Comité Directeur que préside M. F. L. CLOSON, Directeur Général de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques.

Les travaux du C.R.E.D.O.C. se développent dans les quatre lignes suivantes :

- Étude de l'évolution de la consommation globale par produit et par groupe socio-professionnel.
- Analyse du comportement du consommateur et économétrie de la demande.
- Établissement de perspectives de consommation à moyen terme.
- Méthodologie de l'étude de marché des biens de consommation.

Les résultats de ces travaux sont en général publiés dans la revue trimestrielle «Annales de Recherches et de Documentation sur la Consommation».

Exceptionnellement, ils peuvent paraître sous forme d'articles dans d'autres revues françaises ou étrangères, ou bien faire l'objet de publications séparées, lorsque leur volume dépasse celui d'un article de revue.

Le Centre de Recherches et de Documentation sur la Consommation peut en outre exécuter des études particulières à la demande d'organismes publics ou privés. Ces études ne font qu'exceptionnellement l'objet de publication et seulement avec l'accord de l'organisme qui en a demandé l'exécution.

## AVANT PROPOS

La présente étude, rédigée par Monsieur H. FAURE, Assistant de Recherches au C.R.E.D.O.C., fait le point des plus importants travaux théoriques sur la demande d'automobiles effectués en France et à l'étranger.

Partant d'un examen approfondi des méthodes d'analyse employées par une quinzaine de spécialistes du marché de l'automobile, elle dégage les facteurs qui déterminent la demande de voitures. Ce travail se justifiait à deux points de vue :

- En premier lieu figure incontestablement la place importante et grandissante de l'automobile dans la vie économique de la nation : en 1956, les dépenses occasionnées par l'achat ou l'utilisation de voitures particulières (à l'exclusion de tout véhicule utilitaire) se sont élevées à environ 700 milliards de francs.

Une prévision cohérente de l'évolution de ces dépenses au cours des cinq à dix prochaines années exige au préalable une bonne connaissance des facteurs qui interviennent dans la détermination de cette demande et de leur influence relative .

- En deuxième lieu, l'étude de la demande de voitures présente un intérêt théorique considérable. L'automobile est en effet un bien durable, c'est-à-dire un bien qui est acheté non pour la satisfaction immédiate et momentanée qu'il procure, mais pour les services qu'il rendra tout au long d'une vie parfois fort longue (un tiers du parc automobile français a plus de 20 ans d'âge). La demande

d'automobiles doit donc être considérée plus précisément comme la demande d'un service - le service transport. Or, le besoin de transport est satisfait beaucoup plus par le parc d'automobiles en circulation que par les voitures produites dans l'année ; celles-ci servent d'une part à entretenir le parc, en remplaçant -souvent par l'intermédiaire du marché de l'occasion - les voitures réformées ou cassées, d'autre part à satisfaire le besoin de transport supplémentaire qui apparaît d'une année à l'autre. Mais le parc existant peut être exploité plus ou moins intensément, son renouvellement peut être accéléré ou différé, sous l'effet d'une multitude de circonstances extérieures économiques ou psychosociologiques.

Le rythme d'exploitation et de renouvellement du parc retentit par conséquent sur la demande de voitures neuves, immédiatement et à terme.

Des phénomènes analogues se produisent dans le cas de tous les biens durables, qu'il s'agisse d'articles de consommation (téléviseurs, appareils électro-ménagers.....) ou de biens d'équipement (outillages.....).

L'insuffisance, voire l'absence totale de statistiques concernant le parc de la quasi totalité de ces produits - à l'exception pratiquement de l'automobile - explique que ces phénomènes soient restés longtemps peu exploités et que leur étude, qui commence seulement à se généraliser (1), demeure singulièrement malaisée. Il est par conséquent légitime d'espérer que les efforts faits pour mieux comprendre les facteurs qui régissent la demande d'automobiles donneront des méthodes d'analyse et des résultats susceptibles d'être étendus à d'autres biens durables, biens de consommation ou même biens d'équipement.

Il conviendra toutefois de ne point transposer trop hâtivement sur des résultats qui, par ailleurs, laissent encore à désirer sur certains points. L'un des principaux mérites de l'étude comparative de M. FAURE est, en effet, de mettre en lumière le fait que les auteurs qui se sont penchés sur le marché de l'automobile ont tous implicitement admis que ce marché était parfaitement homogène. Or, il se compose d'au moins deux clientèles bien distinctes : la clientèle des personnes physiques ou morales pour qui le voiture est essentiellement un instrument de travail, et celle des individus pour qui elle est plutôt un bien d'agrément. Encore que la distinction entre les deux soit souvent difficile à tracer, il semble peu légitime de la supprimer : il n'y a en effet nulle raison de penser que les facteurs qui conditionnent la demande exprimée par ces deux

---

(1) sur les 15 études et articles analysés par M. FAURE, 5 seulement sont d'avant-guerre. Les 10 autres sont postérieures à 1953.

clientèles soient en tous points identiques.

Cette confusion regrettable de deux marchés qu'il y a tout lieu a priori de supposer distincts, résulte en réalité de la pauvreté de l'information concernant la demande d'automobiles, même dans les pays les plus riches en statistiques tels que les Etats-Unis.

Il ressort en définitive de l'étude de M. FAURE qu'un important travail de recherches reste à faire : commencé sur le plan de l'analyse théorique, il doit être prolongé et développé sur le plan du rassemblement des données et de l'expérimentation.

0

0 0

# S O M M A I R E

<u>INTRODUCTION</u>	Page 9
<u>CHAPITRE I. - LE REMPLACEMENT</u>	Page 19
A - <u>Analyse démographique</u>	Page 22
1. Définition	Page 22
2. Calcul du remplacement	Page 25
3. Influence de la conjoncture économique	Page 30
4. Application de ces méthodes et résultats	Page 31
B - <u>Analyse actuarielle</u>	Page 36
<u>CHAPITRE II. - L'AUGMENTATION DU PARC</u>	Page 41
A - <u>DE WOLFF</u>	Page 45
B - <u>ROOS</u>	Page 49
C - <u>STONE</u>	Page 56
D - <u>SAVINO</u>	Page 59
E - <u>Melle MORICE</u>	Page 63

<u>CHAPITRE III. - INFLUENCE DU MARCHÉ DE L'OCCASION ET DU TAUX D'INTERET</u>	Page 67
A - <u>FARELL</u>	Page 70
B - <u>CHOW</u>	Page 78
1. Etude du parc	Page 79
2. Etude des ventes	Page 82
<u>CHAPITRE IV. - ANALYSE DES DONNÉES REGIONALES</u>	Page 87
A - <u>Application aux données françaises</u>	Page 91
B - <u>BANDEEN</u>	Page 94
C - <u>Melle MORICE</u>	Page 96
1. Augmentation du parc	Page 97
2. La demande totale en 1934 et en 1954	Page 100
<u>CONCLUSION</u>	Page 103
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	Page 113

# INTRODUCTION

---

---

---

Les modèles économétriques de la demande de biens durables sont encore peu nombreux et assez différents les uns des autres. Ils traitent souvent de l'automobile. Il y a un intérêt certain à étudier ce produit, d'abord à cause de son importance dans l'économie nationale. En France, la situation était la suivante pour l'année 1956 :

Voitures particulières et commerciales

Immatriculations de voitures neuves en Métropole .....	504.000 (1)
Nombre de transactions de voitures d'occasion .....	930.000 (1)
Parc estimé le 1er Janvier 1956 .....	3.016.000 (1)
dont voitures de fabrication antérieure à 1946 .....	1.157.000
Valeur des achats de voitures neuves .....	310 milliards de francs (2)

L'importance et l'expansion actuelle du marché de l'automobile justifient donc un examen détaillé des méthodes permettant de prévoir l'évolution à long terme de la demande de ce bien (3).

En outre, on peut espérer que les méthodes et les résultats d'une étude économétrique faite sur l'automobile pourront s'appliquer à d'autres types de biens durables, comme certains biens d'équipement ménager.

- 
- (1) - Source : I.N.S.E.E. On notera qu'en plus des immatriculations ci-dessus, environ 20.000 voitures ont été immatriculées à titre temporaire.
- (2) - Source C.R.E.D.O.C.
- (3) - Les autres catégories de véhicules, camionnettes et camions, ne seront pas étudiées ici.

Cependant il faut souligner que le même modèle ne saurait être utilisé pour expliquer la demande d'un bien durable lorsque ce bien se vend à des clientèles dont les mobiles d'achat sont distincts : clientèle des ménages et clientèle des entreprises, par exemple, dans le cas des automobiles.

La diversité des modèles économétriques utilisés pour analyser le marché de l'automobile, montre bien que la demande de produits durables soulève un grave problème d'ordre théorique ; pourquoi, en effet, ne peut-on appliquer aux biens durables un modèle économétrique simple exprimant la demande comme une fonction du revenu moyen par habitant et des prix ?

Un tel modèle convient souvent pour les biens de grande consommation non ou semi durables, dont l'achat se fait par petites quantités, est renouvelé fréquemment, et dont le prix unitaire est relativement bas.

L'automobile est par contre un bien indivisible qu'on achète et possède en totalité, ou pas du tout ; c'est un investissement, représentant en moyenne une assez forte dépense, dont on attend un service de transport pour plusieurs années. Les automobiles existantes forment un parc qui doit être entretenu, mais qui, en même temps, s'accroît sous l'effet de l'augmentation de la demande de transport. La demande de voitures neuves se décompose par conséquent en deux éléments : une demande de remplacement et une demande nette. Ces éléments ne sont pas entièrement régis par les mêmes facteurs : le premier dépend plutôt de facteurs techniques (âge, usure), le deuxième de facteurs conjoncturels.

Pour ces raisons, un modèle simple exprimant la demande comme une fonction du revenu et des prix ne convient pas. Le problème posé est donc d'établir un modèle s'adaptant aux particularités de la demande de biens durables : pour l'automobile on cherchera à analyser une demande de transport qui est déjà en partie satisfaite par le parc existant.

Les variables explicatives utilisées dans les modèles que nous étudierons sont les suivantes :

- la population ou, mieux, le nombre de ménages,

- le niveau du revenu réel disponible par habitant, son augmentation annuelle, et sa distribution dans les ménages.
- les prix des voitures neuves et ceux des voitures d'occasion, corrigés par l'indice général des prix.
- les caractéristiques de mortalité : taux de mortalité et vie moyenne, pour mesurer l'effet de l'âge.
- le parc existant ; celui-ci peut être :

soit considéré comme la somme des voitures en circulation à une date donnée, chaque voiture comptant pour une unité quel que soit son âge ; dans ce cas, on ne s'intéresse qu'aux naissances et aux décès, rapportés au volume total du parc,

soit évalué - en nombre ou en valeur actuelle - en distinguant les âges des voitures, ce qui permet d'étudier le remplacement et de tenir compte du marché de l'occasion.

- La modification des goûts des consommateurs et la diffusion de l'automobile dans la population : en effet, lorsqu'un produit nouveau apparaît sur un marché, l'évolution des ventes, pendant les premières années, est causée beaucoup plus par l'effet de diffusion que par une modification des revenus. Un exemple récent est celui de la télévision en France.

Tous ces facteurs figurent dans les modèles qui seront présentés ci-dessous. Mais d'autres facteurs agissent indirectement et pourraient être intéressants à considérer :

- la concurrence éventuelle d'autres biens industriels - correspondant parfois à une dépense bien inférieure à celle occasionnée par l'achat d'une automobile - que certains consommateurs préfèrent posséder avant la voiture ; c'est le cas des appareils électroménagers, des appareils de radio, de télévision, etc... Les sommes consacrées à l'acquisition de ces biens ont représenté en 1956 environ 150 milliards de francs, chiffre du même ordre de grandeur que la part imputée aux ménages dans les achats de voitures.

- d'autres dépenses, comme les dépenses de logement ou les achats de meubles par les jeunes ménages ont aussi certainement une influence négative sur les achats de voitures.
- un facteur très important dont aucun des modèles étudiés ci-dessous ne tient compte, faute de données, est l'existence de deux clientèles bien distinctes : d'une part les consommateurs tels que les ménages pour qui l'automobile est essentiellement un moyen d'agrément, d'autre part, les personnes, entreprises ou administrations pour qui elle est un instrument de travail dont le coût d'achat et les dépenses d'utilisation constituent des frais professionnels à passer en compte d'exploitation. Le comportement de ces deux clientèles est évidemment distinct. Or, d'après une récente enquête (1) elles interviennent chacune pour 50 % en France actuellement dans les achats de voitures neuves, de sorte que vouloir expliquer les ventes totales par le revenu moyen par habitant est une simplification peu légitime.
- si enfin, on n'envisage que la clientèle des ménages, il y aurait intérêt à considérer non seulement le pouvoir d'achat qui reste le facteur explicatif fondamental, mais aussi la fortune des consommateurs et sa composition (immeubles, valeurs mobilières, encaisses, etc....)

Ces facteurs explicatifs jouent chacun un rôle dans l'évolution des ventes ; on mesurera l'influence des facteurs revenu et prix au moyen d'un coefficient d'élasticité (2). Malheureusement, alors que pour d'autres produits tels que les produits alimentaires, les élasticités varient peu, celles des biens industriels semblent ne pas être constantes dans le temps.

0

0 0

---

(1) - Enquête faite par le C.R.E.D.O.C. et l'I.N.S.E.E. auprès de 20.000 ménages sur une période d'un an (1956-1957), qui comporte de nombreuses questions relatives à l'automobile.

(2) - Rapport entre de petites variations relatives de la consommation C et du facteur x, soit :  $\frac{dC/C}{d x/x}$ .

Le plan de l'étude est le suivant :

Dans le premier chapitre, on étudiera le remplacement isolément, de deux manières différentes, suivant qu'on se borne à mesurer la mortalité seule, ou, à la fois, l'usure du parc et la mortalité. D'où les deux modes d'analyse : de type démographique ou de type actuariel.

L'analyse de type démographique permet de calculer un remplacement théorique en utilisant les coefficients de mortalité, déterminés par l'expérience. Le remplacement théorique mesure le nombre probable de décès de voitures de tous âges, mais s'écarte parfois beaucoup du nombre de décès réels à cause des conditions économiques générales : prospérité ou dépression.

L'analyse de type actuariel, en revanche tient compte à la fois des décès annuels et de la dépréciation des voitures restantes : pour cela les calculs sont faits en valeur, chaque voiture étant comptée pour son prix actuel ; la baisse de ce prix d'une année à l'autre mesure la dépréciation de chaque voiture.

Dans le deuxième chapitre, on étudiera l'augmentation annuelle du parc (somme des voitures en circulation sans distinction des âges) due à l'apparition de nouveaux propriétaires. Ceux-ci achètent, le plus souvent, des voitures d'occasion dont les propriétaires précédents acquièrent généralement une voiture neuve, parcequ'ils ont pu précisément revendre leur ancienne voiture. On ne devrait donc pas étudier l'augmentation du parc sans tenir compte du marché de l'occasion. Cependant, en première approximation, on pourra négliger ce phénomène et traiter séparément l'augmentation du parc. Plusieurs modèles utilisant les mêmes facteurs, emploient toutefois des méthodes différentes :

- recherche d'une tendance en fonction du temps, perturbée par les conditions économiques générales.
- utilisation de la distribution des revenus, en attribuant une voiture aux ménages ayant un revenu supérieur à un certain niveau.
- recherche d'un état d'équilibre des ventes et du parc, la structure des revenus et des prix étant donnée.

Les deux modèles étudiés dans le troisième chapitre tiennent compte, en revanche, de la liaison entre le marché de l'occasion et le marché des voitures neuves.

En effet l'achat d'une voiture neuve est souvent conditionné par la vente d'une voiture ancienne. Plus généralement, l'ensemble du marché de l'automobile doit être considéré sous l'aspect de substitutions par rapport aux prix, entre voitures d'âges et de valeurs différentes. Cette manière d'aborder le problème de l'automobile est la plus satisfaisante au point de vue théorique et représente la tendance moderne des recherches sur ce sujet. Néanmoins, si les modèles récents parviennent ainsi à mieux expliquer la demande d'automobiles, il reste dans cette analyse des lacunes que l'on s'efforce de combler par l'introduction de facteurs supplémentaires. C'est ainsi que le deuxième modèle étudié au chapitre trois, souligne qu'une automobile fait partie du patrimoine.

Il en résulte que la demande de biens durables et notamment d'automobiles, ne peut être traitée indépendamment ni du montant de la fortune ni de la préférence manifestée par les individus pour un patrimoine d'une composition déterminée. De sorte que la fortune totale ainsi que la possibilité de substitutions entre des éléments de cette fortune - biens durables, immeubles, valeurs mobilières, etc... - doivent être considérées comme des facteurs susceptibles d'influencer la demande d'automobiles, tout au moins en longue période.

Dans le quatrième chapitre, on étudiera les ventes annuelles par une analyse régionale, en comparant les ventes de voitures neuves par département en fonction du revenu moyen départemental. Cette méthode est tout à fait empirique et ne repose sur aucune théorie : en effet, on peut étudier l'influence du facteur revenu sur les ventes, à un instant donné, en utilisant des groupements de consommateurs homogènes quant au revenu. Dans le cas d'une étude régionale, en revanche, les groupements ne sont pas ainsi déterminés, mais imposés par la géographie. Cette méthode qui s'est révélée expérimentalement satisfaisante pour étudier la demande de certains biens de grande consommation (tabac), risque par conséquent de donner des résultats biaisés si elle est appliquée sans discernement à l'analyse d'une demande ayant un caractère beaucoup plus complexe que la précédente, celle des biens durables.

Enfin, on remarquera, en comparant les études présentées, l'influence du lieu et de l'époque où elles ont été élaborées ; ainsi le marché américain est différent du marché européen : le remplacement y représente une proportion très forte des ventes, les modèles de voitures y sont assez semblables, l'effet de diffusion y a été important vers les années 1920 ; au contraire, dans le marché européen le remplacement représente une proportion notablement inférieure des ventes, les modèles sont moins homogènes, et l'effet de diffusion a été moins marqué.

La plupart des études analysées ci-dessous sont étrangères. Dans le cas de la France, le manque d'information explique que de telles études soient encore peu nombreuses.

I

LE REMPLACEMENT

---

---

---

Chaque année un certain nombre de voitures sont retirées de la circulation et constituent la casse et la mise au rebut. Simultanément, les voitures restantes se déprécient. Dans les deux cas, la cause principale est l'âge, les décès par accident étant relativement rares.

Deux modes d'analyse sont utilisés :

- Si on ne considère que la casse, l'analyse est de type démographique, c'est-à-dire que les décès sont mesurés en fonction de l'âge comme pour une population humaine. Mais nous verrons qu'il faut ajouter à l'effet de l'âge, des modifications dues aux circonstances économiques.
- Si on veut mesurer à la fois la casse et la dépréciation du parc restant, l'analyse est de type actuariel. Le parc est estimé en valeur et chaque voiture y figure pour son prix actuel. La dépréciation totale est égale à la diminution de la valeur du parc calculée à une certaine date de l'année  $t$ , entre cette date et la même date de l'année suivante  $t + 1$ . Les voitures neuves produites entre ces deux instants seront comptées dans la valeur du parc en  $t + 1$ .

La casse est assez bien connue dans les pays qui ont adopté un système de vignettes renouvelables tous les ans. Mais une certaine imprécision subsiste du fait que quelques voitures peuvent cesser d'être déclarées et être encore en circulation ; ou bien être déclarées sans être en circulation.

## A- L'analyse démographique

### 1 - DEFINITIONS

Les éléments définis ci-dessous sont des présentations différentes d'une seule et même chose : la mortalité en fonction de l'âge.

LA COURBE DE MORTALITE d'une génération représente le nombre de décès à chaque âge. Cette courbe a en général le mode à droite (fig. 1).

LA COURBE DE SURVIE d'une génération représente les pourcentages de survivants suivant l'âge (fig. 2).

LA VIE MEDIANE OU PROBABLE, à l'âge 0, est l'âge qu'un individu de telle génération à une chance sur deux d'atteindre. On l'obtient facilement à partir de la table de survie en considérant l'âge qui correspond à la proportion de 50 %.

Figure 1

Courbe de mortalité donnant le nombre de décès suivant l'âge, pour une génération initiale de 100.

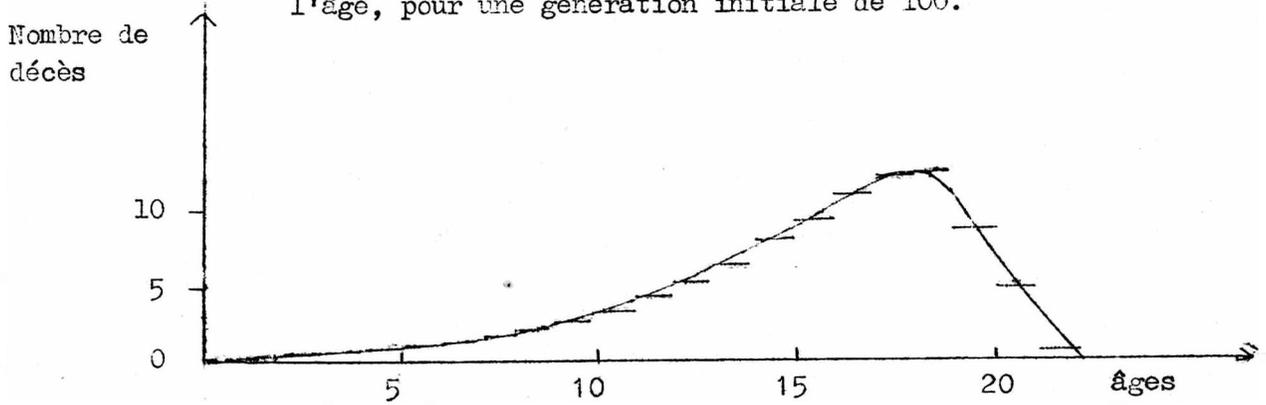
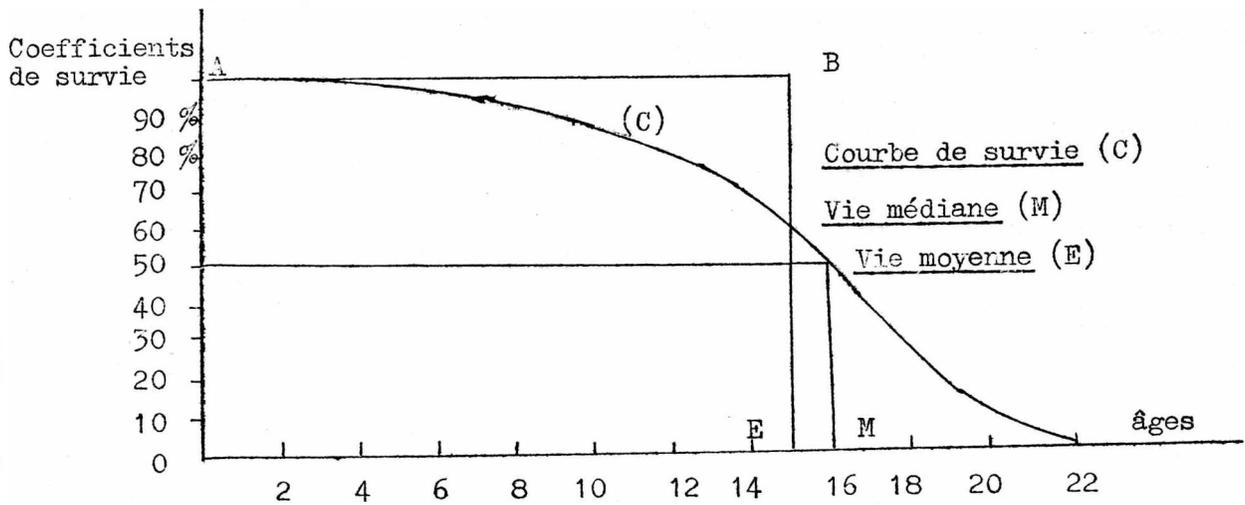


Figure 2



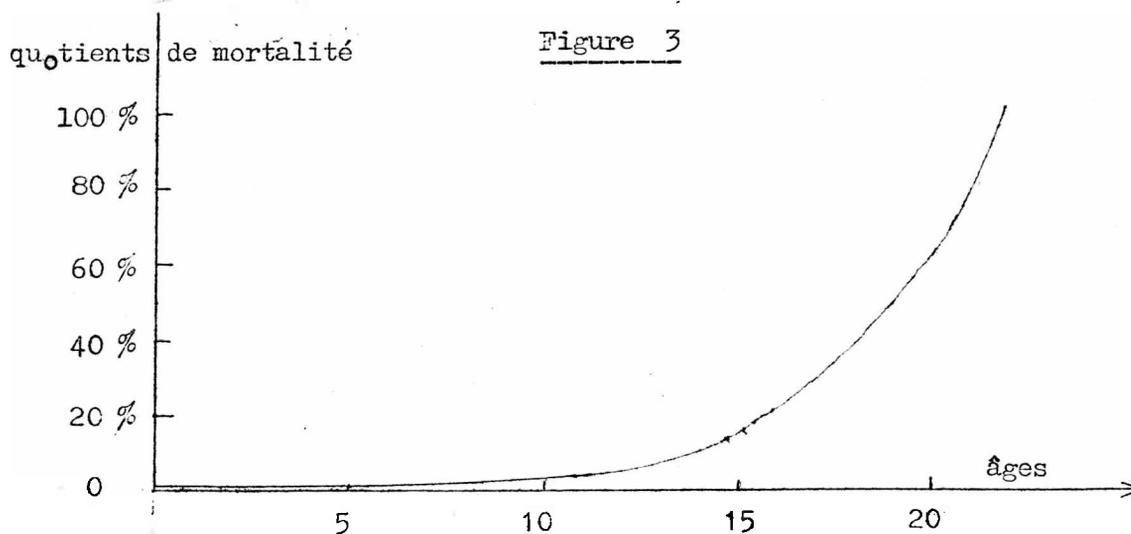
L'ESPERANCE DE VIE OU VIE MOYENNE, à l'âge 0, pour les individus d'une population, est égale au nombre total des années vécues par tous ces individus, divisé par l'effectif initial. L'aire située sous la courbe de survie (fig. 2) représente le nombre d'années vécues jusqu'à la mort, par les 100 personnes initiales. Il suffit de déterminer une abscisse E telle que l'aire du rectangle O E B A soit égale à l'aire sous la courbe, cette aire représentant le nombre total d'années vécues par les 100 individus si chacun vivait E années.

On voit que la vie médiane est plus facile à déterminer mais contient moins d'information que la vie moyenne dont la détermination tient compte de l'extrémité de la courbe.

LES QUOTIENTS DE MORTALITE sont les rapports du nombre de décès au cours d'une année, aux survivants d'une même génération (fig. 3)

Les quotients de mortalité servent à calculer le nombre de décès probables dans l'année, parmi les survivants d'âge x. Ceci est intéressant lorsque le nombre de survivants est différent de celui qui avait été prévu par les coefficients de survie.

Exemple : l'observation a donné les coefficients de survie suivants :  
60 % pour les voitures de 10 ans, 50 % pour les voitures de 11 ans.  
Le quotient de mortalité pour les voitures de 10 ans est donc 10/60. Or, pour une raison quelconque, il reste 65 % des voitures âgées de 10 ans ; on peut prévoir que la proportion des décès dans l'année sera encore de 10/60, c'est à dire  $65 \times 10/60 = 10,8$  % de la génération initiale.



## 2. - LE CALCUL DU REMPLACEMENT

Le remplacement théorique est égal au nombre de décès probables que l'on pourrait constater dans les années à venir, si les coefficients de mortalité - ou de survie - fournis par l'expérience du passé demeuraient inchangés. Les coefficients de survie mesurent la proportion de survivants des différentes générations : ils ont donc un caractère historique. Les projeter dans l'avenir nécessite l'hypothèse qu'ils seront les mêmes que par le passé ; par exemple, que la proportion de voitures de 10 ans encore en circulation en 1965, sera la même que la proportion des voitures de dix ans encore en circulation actuellement. Bien que l'on ne dispose pas de données précises sur la variation possible des coefficients de survie, on admet qu'ils puissent se modifier avec le temps, plus rapidement que pour une population humaine, pour des raisons techniques (petites voitures bon marché), ou pour des raisons économiques (augmentation du nombre de kilomètres parcourus par an).

On examinera d'abord le calcul du remplacement dans le cas de la stabilité des coefficients de survie ou de mortalité, puis l'effet d'une modification de ceux-ci. Mais dans les deux cas, nous ferons provisoirement abstraction de l'influence de la conjoncture économique.

### HYPOTHESE DES COEFFICIENTS DE SURVIE STABLES.

En pratique, on veut calculer le remplacement probable dans les années à venir ; il faut pour cela connaître la composition du parc par âge ; si  $n_{i,t}$  désigne le nombre de voitures d'âge  $i$ , l'année  $t$ , et  $q_i$  les quotients de mortalité de l'âge  $i$ , le remplacement théorique de l'année  $t$  sera égal à la somme des produits des  $n_{i,t}$  par les  $q_i$  :

$$R_t = \sum_i n_{i,t} \times q_i$$

Pour calculer le remplacement probable, non seulement au cours de l'année  $t$ , mais pour plusieurs années à venir, on déterminera d'une part les nombres de décès qui se produiront parmi les générations existantes et on ajoutera d'autre part les décès intervenant parmi les générations futures, en appliquant à chaque tranche d'âge le coefficient de survie correspondant. Ceci implique une prévision des ventes des prochaines années. L'erreur qui entachera certainement cette prévision ne sera cependant pas grave, car la mortalité est très faible au cours des premières années, de sorte que le remplacement sera surtout déterminé par la mortalité des véhicules existant au moment du calcul.

Dans l'hypothèse où les coefficients de survie sont fixés, plusieurs cas particuliers sont à envisager :

- Dans le cas d'un parc en croissance linéaire en fonction du temps, c'est-à-dire où l'augmentation annuelle du parc est constante, le remplacement théorique est aussi linéaire, si la courbe de mortalité ne se modifie pas.
- Si les ventes annuelles sont constantes, le remplacement leur est égal, et le parc est donc aussi constant, toujours dans le cas où la courbe de mortalité reste stable et où les décès réels sont égaux aux décès théoriques.
- Si la dispersion des âges de décès autour de la vie moyenne  $L$  est faible, le remplacement de l'année  $t$  sera composé en grande partie des ventes de l'année  $t - L$ . On conçoit alors qu'à une variation importante des ventes sur une courte période, un an ou deux par exemple, corresponde quelques années plus tard, une modification du remplacement.

Or, les ventes actuelles sont égales à la somme du remplacement et de l'augmentation du parc. Si l'augmentation du parc est indépendante du renouvellement, ce qui est vrai en première approximation, la diminution (ou l'augmentation) du renouvellement correspondant à la diminution (ou l'augmentation) des ventes de l'année  $t - L$ , et des années voisines, risque de faire diminuer (ou augmenter) les ventes de l'année  $t$ , causant un mouvement en dents de scie : c'est l'effet écho. (fig. 4).

Figure 4

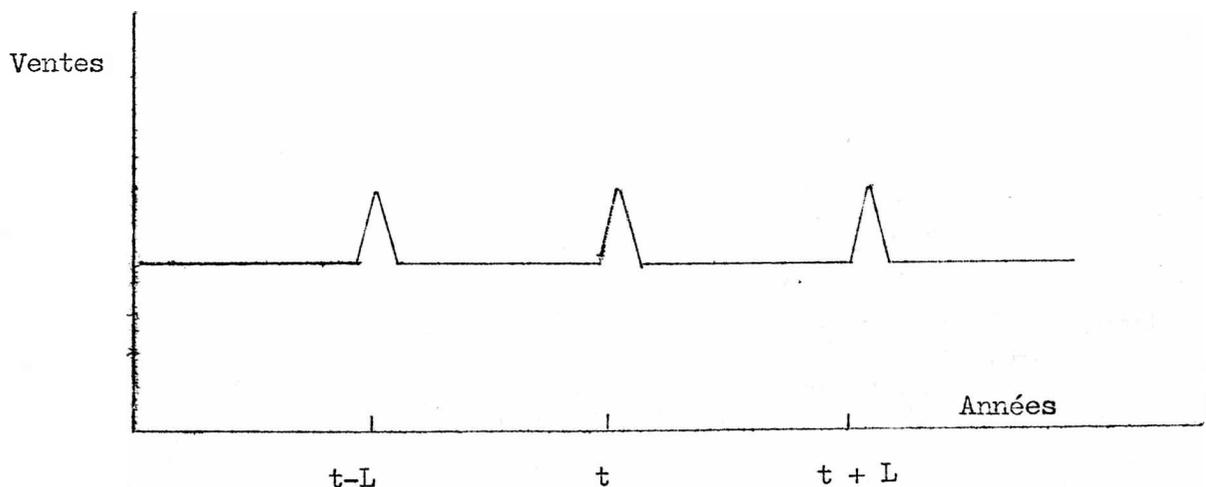


schéma illustrant l'effet écho dans le cas simple de ventes stables

Mais ceci n'est intéressant qu'au point de vue théorique, dans le cas limite où la dispersion des âges de décès autour de la vie moyenne est pratiquement nulle,

Dans le cas où il existe une dispersion autour de la vie moyenne, les oscillations dues à l'effet écho s'amortissent rapidement, du fait que le remplacement d'une génération d'âge  $t$  s'étale sur plusieurs années autour de  $t + L$ . Il faut citer ici, l'étude de M. FRECHET (1), applicable au cas d'une population d'effectif constant ; M. FRECHET montre que le remplacement annuel dans cette population subit des oscillations qui s'amortissent assez rapidement pour se stabiliser à une limite égale au quotient du parc par la vie moyenne. Dans le cas d'un

---

(1) - Bibliographie n° 11.

parc automobile, nous pouvons donc prévoir que la variation passagère des ventes, considérée isolément, provoquera dans le remplacement des années suivantes des variations qui s'amortiront rapidement. Le remplacement de l'année t, dans le cas de l'automobile, loin de porter sur la totalité des ventes de l'année t - L, intéresse tout au plus 20 % de celles-ci, comme le montre l'examen d'une courbe de survie (voir fig. 2). Les différences entre les coefficients de survie correspondants à deux âges successifs dépassent rarement 20 %.

#### EFFET DES VARIATIONS DES COEFFICIENTS DE SURVIE.

Examinons maintenant l'influence d'une variation de ces coefficients, c'est-à-dire de la courbe de survie, sur le remplacement. Ceci se traduit par une variation de la vie moyenne et de la dispersion autour de la vie moyenne.

Nous n'avons pas de données permettant de mesurer exactement cette variation de la vie moyenne, mais elle est certainement faible. Elle correspond à une petite variation des quotients de mortalité, par contre elle peut modifier beaucoup le volume du remplacement :

Exemple : le parc étant composé ainsi

200	voitures	d'	1 an
180	"		2 ans
150	"		3 ans
100	"		4 ans
50	"		5 ans

---

680

On dispose de la table suivante obtenue à partir d'observations antérieures :

	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans	6 ans
Survivants	100	96	86	50	10	
Décès	4	10	36	40	10	
Nombre d'années vécues	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	
quotient de mortalité	4/100	10/96	36/86	40/50	10/10	

la vie moyenne est :  $L_1 = \frac{4 \cdot 0,5 + 10 \cdot 1,5 + 36 \cdot 2,5 + 40 \cdot 3,5 + 10 \cdot 4,5}{100} = 2,92$

et le remplacement du parc donné :

$$R = \left(200 \times \frac{4}{100}\right) + \left(180 \times \frac{10}{96}\right) + \dots = 220$$

Si au lieu des quotients de mortalité précédents, on avait les quotients de mortalité suivants, légèrement différents :

Décès	3	8	25	35	24	5
Quotients de mortalité	3/100	8/97	25/89	35/64	24/29	5/5

correspondant à la vie moyenne  $L_2 = 3,34$ , le remplacement serait :

$$R = \left(200 \times \frac{3}{100}\right) + \left(180 \times \frac{8}{97}\right) + \dots = 159$$

Pour une vie moyenne donnée, la dispersion détermine la forme de la courbe de survie ; plus la dispersion est petite, plus le remplacement de l'année  $t$  est voisin des ventes de voitures neuves de l'année  $t - L$  :  $R_t \sim V_{t-L}$

Dans ce cas, la courbe de survie décroît lentement jusqu'à la vie moyenne et fléchit brusquement après ; la forme de la courbe évoque une marche d'escalier. Dans le cas de l'automobile, la dispersion est assez grande et le remplacement d'une année comprend des voitures de tous les âges : la courbe de survie indique une décroissance assez régulière.

3<sup>e</sup> - INFLUENCE DE LA CONJONCTURE ECONOMIQUE

On a fait jusqu'ici abstraction de l'influence des perturbations possibles infligées au remplacement théorique par les circonstances économiques. Or, l'influence de celles-ci peut être considérée comme accidentelle en venant modifier provisoirement le remplacement théorique calculé avec les coefficients de mortalité fournis par l'expérience. Elle peut en revanche être considérée, non plus comme une perturbation provisoire, mais comme un phénomène venant modifier les coefficients de mortalité eux-mêmes.

On remarque, en particulier, le caractère artificiel de la vie moyenne mesurée en nombre d'années, car, ce qui importe, c'est la vie utile d'une voiture : celle-ci dépend des données techniques mais aussi du nombre de kilomètres parcourus, qui est lui-même fonction du comportement des individus, donc de la conjoncture. Il est nécessaire, par conséquent, de tenir compte dans le calcul du remplacement, de l'influence des circonstances économiques : en période de prospérité le renouvellement sera accéléré ; en période de dépression il sera différé ; il en résulte ainsi un écart entre le remplacement théorique et le remplacement réel.

Si on compare alors la courbe du remplacement théorique obtenue avec les coefficients de survie, et la courbe du remplacement réel, on constate une certaine dispersion.

Cette dispersion peut être expliquée par des variations rapides et importantes du revenu réel et par des variations des prix réels.

La formule générale sera : Remplacement =  $R' \cdot r^a \cdot p^b$

$R'$  = remplacement théorique

$r$  = indice de revenu

$a$  = coefficient positif

$p$  = indice des prix réels

$b$  = coefficient négatif

En plus du rôle des variations de prix et de revenu, il se peut que l'effet de diffusion, c'est-à-dire le développement spontané de l'automobile dans la population, vienne annuler l'effet d'une hausse des revenus sur la casse ; cette hausse aurait favorisé la mise à la ferraille de voitures anciennes, qui par l'effet de diffusion, trouvent de nouveaux acquéreurs. Inversement, dans le cas d'une baisse des revenus, l'effet de diffusion peut favoriser le maintien en circulation de certaines vieilles voitures.

4° - APPLICATIONS DE CES METHODES ET RESULTATS

Nous avons vu que les nombres réels de voitures retirées de la circulation étaient connus dans les pays ayant adopté un système de vignettes annuelles. Ces nombres sont parfois légèrement erronés par suite des non-déclarations.

Le remplacement théorique est calculé ainsi : soit  $R_t$  ce remplacement de l'année  $t$ ,  $a_j$  les coefficients de survie pour les voitures d'âge  $j$ , et  $V_{t-j}$  les ventes de l'année  $t-j$ . On a :  $R_t = S_j (a_{j-1} - a_j) V_{t-j}$ ,  $j$  pouvant varier de 1 à 25 ou 30.

Cette formule donne le remplacement théorique ; il faut le corriger en faisant des hypothèses sur les perturbations économiques et sur les changements démographiques, comme l'allongement de la vie moyenne. On a constaté en effet aux Etats-Unis, avant la guerre de 1940, un allongement de la vie moyenne ; au contraire, il semble qu'en France, actuellement, la vie moyenne diminue.

- GRIFFIN (1) et SCOVILLE (2) ont établi pour les Etats-Unis, aux environs de 1930, des courbes de survie empiriques. Celle de la figure 5 conduit à une vie moyenne de 7 ans.
- DE WOLFF (3) et ROOS (4) calculent le remplacement théorique aux U.S.A. entre 1920 et 1939 et expliquent la dispersion autour de ce remplacement de deux façons différentes.

- voir figure 5, page suivante -

- DEWOLFF, sur la période 1921-1934 aux Etats-Unis, (figure 6), explique ces écarts par le revenu  $I$  des non salariés et le temps, obtenant un bon ajustement : soit  $d R/R$  l'écart relatif du remplacement théorique au remplacement réel,  $I$  le revenu et  $I_{-1}$  le revenu de l'année précédente. La formule proposée est :

$$100 \frac{d R}{R} = 2,24 I + I_{-1} - 1,64 t - 98,5$$

Il a trouvé que l'introduction des prix n'améliorait pas l'ajustement ; ceci semble dû au fait que l'indice des prix adopté, égal au prix moyen d'une voiture neuve départ usine, n'était pas satisfaisant.

---

(1) - Bibliographie n° 12

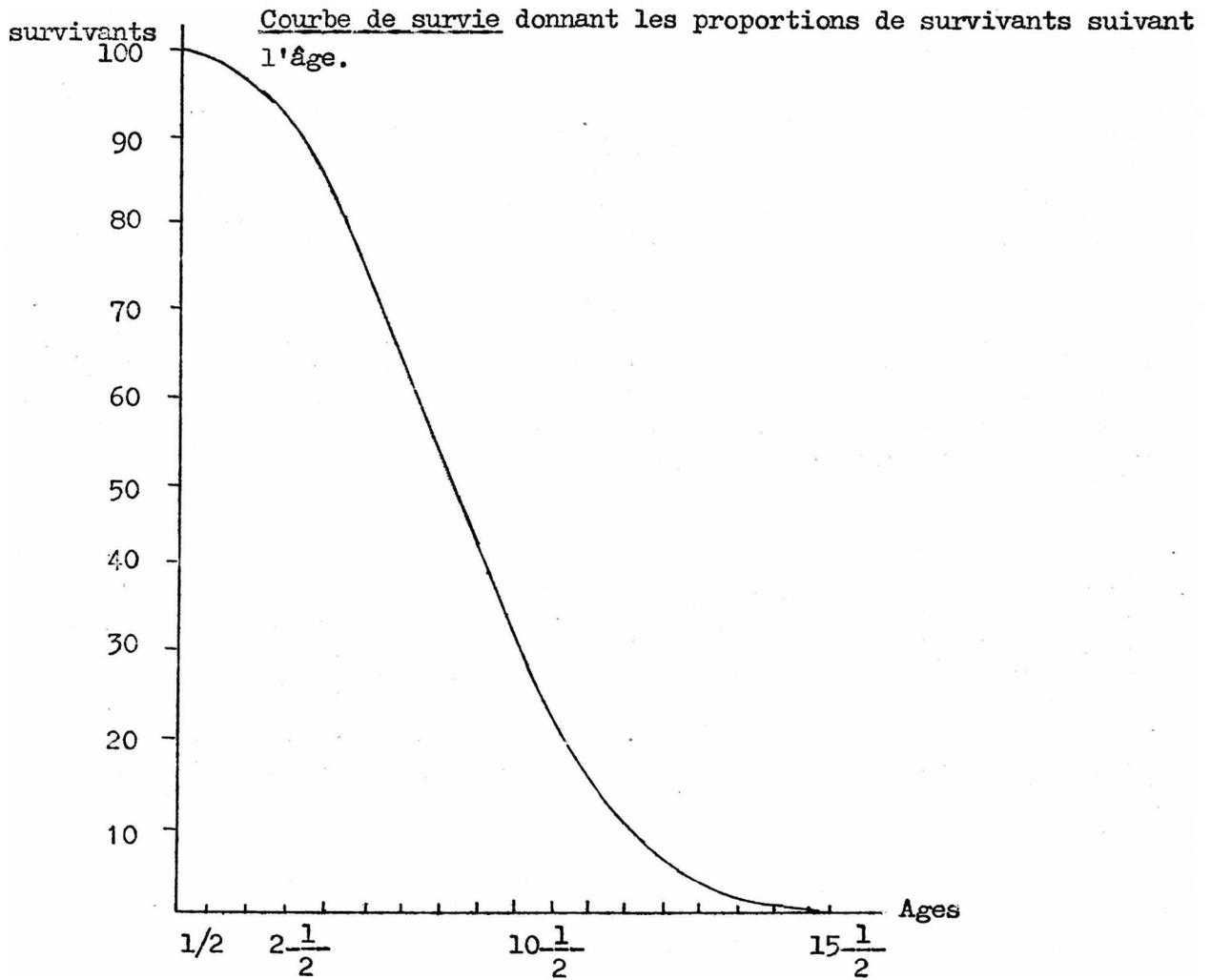
(2) - Bibliographie n° 19

(3) - Bibliographie n° 8

(4) - Bibliographie n° 16

Figure 5

GRIFFIN 1928 U.S.A. - "The Life History of Automobiles"



- ROOS trouve au contraire que les prix ont eu une influence pendant la même période 1919-1936. Il établit la formule suivante pour expliquer les écarts du remplacement réel R, au remplacement théorique R' : (figure 7)

$$R = 0,92 I^{1,07} P^{-0,74} (R')^{1,10} T^{0,06}$$

P = prix moyen des trois modèles courants

I = différence entre le revenu disponible par tête et le minimum vital. Cette différence I varie plus que le revenu disponible.

T = variable destinée à mesurer la valeur d'une voiture vendue pour financer l'achat d'une voiture nouvelle. T est égal au rapport moyen du prix de vente d'une automobile ancienne au prix d'une voiture neuve la remplaçant; pour l'établir, ROOS a manqué de données, et T n'est pas représentatif.

L'influence du prix des voitures neuves est significative, le coefficient d'élasticité étant - 0,7. La variable T par contre ne l'est pas. L'influence du revenu sur le remplacement théorique est importante, puisque l'élasticité par rapport à I est égale à l'unité. Cependant le fait de soustraire le minimum vital du revenu disponible entraîne des variations importantes de l'indice I et peut fausser l'élasticité par rapport au revenu.

- BOULDING (1), dans une étude récente, prévoit l'effet, aux Etats-Unis, de la faible production des années 1942 à 1944, sur le remplacement actuel. Il estime qu'entre 1953 et 1958, le remplacement total, dans l'hypothèse de ventes futures égales à 5 millions de voitures, devrait diminuer de 600.000 unités. Cette baisse est un exemple de l'effet écho atténué : la diminution de la production entre 1942 et 1944 peut être évaluée à 4 millions de voitures. La répercussion prévue de cette baisse de production est donc relativement assez faible, à cause de l'étalement sur plusieurs années du remplacement de chaque génération, ainsi que des perturbations d'origine économique.

---

(1) Bibliographie N° 3.

Figure 6

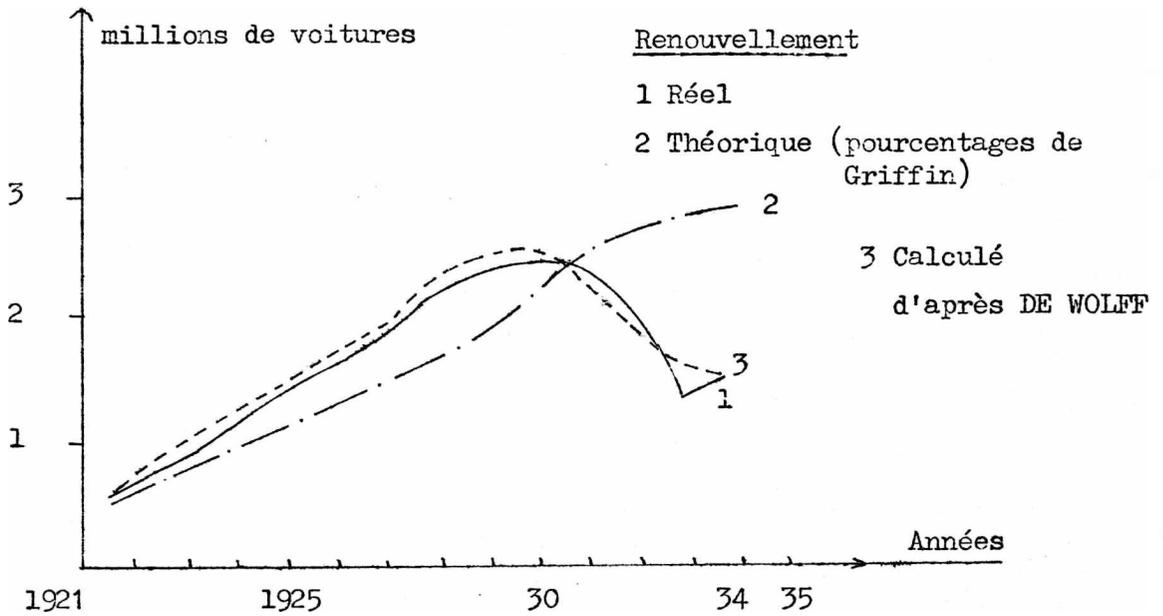
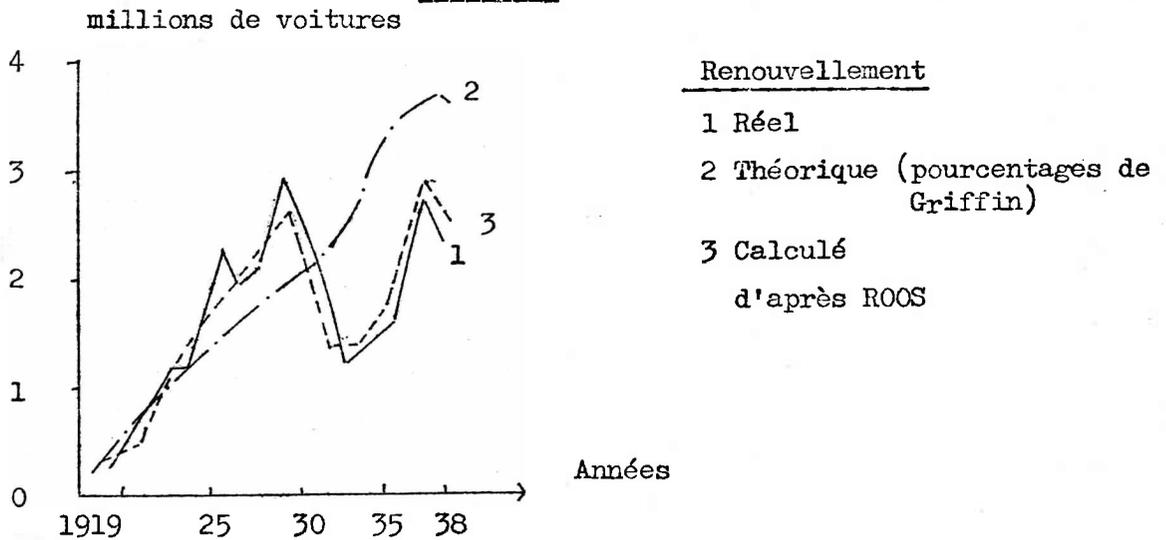


Figure 7



## B- L'analyse actuarielle

On a examiné précédemment la question du remplacement mesuré en nombre de voitures, en appliquant des coefficients de mortalité aux survivants de chaque génération. Le remplacement ainsi obtenu est théorique et s'écarte du remplacement réel à cause de l'influence des circonstances économiques. Par cette méthode on ne tient compte ni des différences de valeur entre les voitures de type et d'âge différents, ni de la dépréciation annuelle de chaque unité : le fait d'en tenir compte marque un progrès certain.

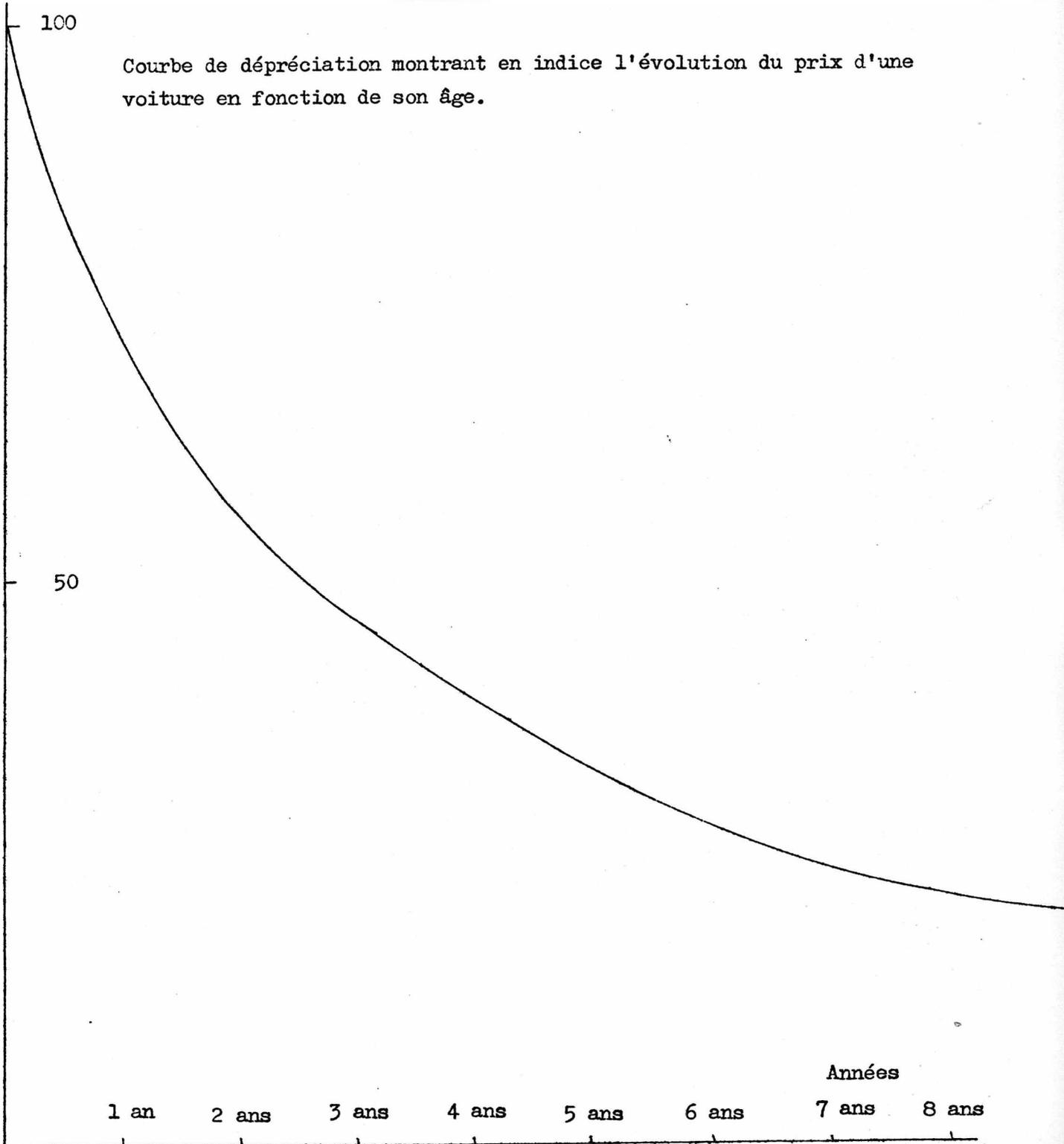
On calculera donc la valeur du parc, à partir de sa composition par type et par âge, et des prix actuels donnés dans les journaux spécialisés, en faisant la somme des produits correspondants. Un an plus tard, le même parc sera diminué des voitures retirées de la circulation, et simultanément, les voitures restantes auront perdu de la valeur. Un nouveau calcul fait avec ces effectifs et ces prix amputés, mais sans inclure les voitures produites dans l'année, donnera la valeur du parc déprécié - le rapport de cette valeur à la valeur précédente est le coefficient de dépréciation. Il est applicable au parc considéré globalement, alors que l'analyse démographique, ne donnait pas de coefficient valable pour l'ensemble du parc, mais seulement des coefficients de mortalité correspondant à chaque génération. Cependant, de même que l'on établissait des courbes de survie en fonction de l'âge, on peut construire des courbes de dépréciation pour un certain type de voitures, donnant l'évolution de son prix au cours du temps. Bien que l'on dispose de peu d'études sur cette question (1), on constate que les courbes de dépréciation correspondant aux voitures les plus répandues ont la même forme (figure 8) et sont assez voisines les unes des autres.

---

(1) - Voir l'étude de M. BOITEUX. Bibliographie n° 2.

Figure 8

Courbe de dépréciation montrant en indice l'évolution du prix d'une voiture en fonction de son âge.



En outre ces courbes se modifient assez peu au cours du temps. Elles montrent que la dépréciation annuelle est la plus forte au cours de la première année, puis devient de plus en plus faible.

Pour le calcul de la dépréciation annuelle du parc, on utilisera les nombres réels de voitures de chaque génération, et leur prix actuel. S'agissant du parc, par opposition à une voiture individuelle, la dépréciation, ainsi calculée, mesure par conséquent aussi bien la baisse des effectifs que la perte de valeur des survivants.

Pour chaque génération, le calcul sera par exemple :

en 1955	100.000 voitures de même âge	
	prix : 500.000 francs .....	soit 50 milliards de francs
en 1956	il reste 95.000 voitures	
	prix : 450.000 francs .....	soit 42,75 milliards de Fr

la dépréciation de la génération est 7,25 milliards (1), égale à la somme de la valeur des voitures retirées de la circulation, soit  $5.000 \times 500.000 = 2,5$  milliards, et de la perte de valeur des voitures restantes, soit  $95.000 \times 50.000 = 4,75$  milliards de francs. Répétant ce calcul pour toutes les générations, on obtient la valeur totale du parc déprécié et le coefficient de dépréciation du parc.

Or l'expérience des Etats-Unis montre que ce coefficient varie peu, et CHOW (2) fait l'hypothèse qu'il est constant : sur la période 1921-1953, aux Etats-Unis, le parc étant calculé en équivalents voitures neuves par habitant, le coefficient de dépréciation annuel du parc varie entre les valeurs extrêmes 0,70 et 0,77, sa valeur moyenne étant 0,745.

---

(1) Ce chiffre n'est en réalité qu'une approximation puisqu'il conduit à évaluer les voitures retirées de la circulation en cours d'année, à leur prix de début d'année, au lieu de les compter à leur valeur actuelle au moment où elles sont retirées. L'erreur ainsi commise reste négligeable.

(2) Bibliographie n° 7.

Cette méthode présente donc un intérêt certain :

- le parc est défini par un seul chiffre tenant compte des effectifs et des prix réels, et non pas seulement de la présence d'une voiture quelle que soit sa valeur.
- dans l'hypothèse d'un coefficient de dépréciation constant, le remplacement peut être obtenu immédiatement en termes de valeur ; il mesure à la fois la mortalité et l'usure du parc

Exemple : supposons que la valeur du parc automobile soit de 1.000 milliards de francs en 1955, et que le coefficient de dépréciation soit de 0,75 ; la valeur de ce parc en 1956 sera de 750 milliards de francs, et la dépréciation du parc entre les deux années de 250 milliards de francs.

Le fait de supposer que le coefficient de dépréciation est constant résulte de l'expérience, mais on ne voit pas pourquoi il ne serait pas influencé par la conjoncture, tout comme le remplacement théorique exprimé en nombre de voitures. Des recherches sur ce sujet sont encore à faire.

Partant des quelques données dont on dispose en France sur la composition du parc par âge, et utilisant les prix des voitures d'occasion fournis par l'Argus, nous avons trouvé que la valeur du parc à la fin de 1955 n'atteignait plus fin 1956 (en excluant les voitures produites en 1956) que 80 % environ de sa valeur 1955 (1). Mais nous n'avons pas pu vérifier si ce pourcentage était le même pour d'autres années.

Il faut, pour que cette méthode soit valable que les prix indiqués par l'Argus ne soient pas influencés par des circonstances imprévues : car alors on ne mesurerait plus seulement la dépréciation.

- 
- (1) - Il faut se garder de tirer, du coefficient de dépréciation du parc d'une année sur l'autre, des conclusions telles que "la dépréciation annuelle d'une voiture est de 20 %" ce qui serait faux car :
- 1 - c'est au cours de la première année que la dépréciation est la plus importante,
  - 2 - elle varie beaucoup d'un type de voitures à un autre.

## II

# L' AUGMENTATION DU PARC

---

---

---

Les ventes annuelles d'automobiles sont en partie consacrées à maintenir le parc à son niveau antérieur par le jeu du remplacement : la différence éventuelle entre les ventes et le remplacement, correspond à l'accroissement de la demande de transport ; elle est égale à l'augmentation du parc. C'est l'objet de ce chapitre où l'unité utilisée est l'automobile quels que soient son âge et sa valeur, bien qu'un modèle (1) s'applique à des données en valeurs.

Il est essentiel de distinguer au moins deux catégories d'acheteurs : d'une part les ménages, d'autre part les personnes ou entreprises pour qui l'automobile est un instrument de travail. En France actuellement ces deux catégories se partagent le marché. Cette ventilation est toutefois approximative du fait qu'il existe une catégorie d'intermédiaires de personnes pour qui la voiture est à la fois un instrument de travail et un moyen de transport ou de promenade à usage familial.

Faute de renseignements précis, aucun modèle ne tient compte de cette distinction et toute la demande d'automobiles est presque toujours implicitement considérée, à tort par conséquent, comme venant des ménages.

Dans les pays qui ont adopté le système de vignettes annuelles, le parc est connu, avec parfois une certaine imprécision, due aux non déclarations : c'est le cas pour certaines voitures immatriculées à titre temporaire dont l'admission devient définitive. En outre, même si la voiture est déclarée, elle n'est pas obligatoirement en circulation. Malgré cela, on peut calculer l'augmentation annuelle du nombre de déclarations, c'est-à-dire l'augmentation du parc.

Cette augmentation du parc correspond à un apport de voitures neuves qui viennent, le plus souvent, remplacer des voitures anciennes ; à leur tour celles-ci sont rachetées par d'autres personnes qui ne possédaient pas de voitures auparavant. Appelons les personnes qui achètent leur première voiture, neuve ou d'occasion, les acheteurs nouveaux.

Le problème de la revente des voitures, pour l'achat de neuves, est très important et on ne peut le négliger, d'autant que la revente peut être faite explicitement en vue de l'achat d'une voiture plus récente. Ce problème sera traité dans le chapitre suivant.

---

(1) - le modèle de STONE : Bibliographie n° 20

La question est de savoir si l'on peut traiter séparément, l'augmentation du parc et le remplacement.

En raison des transactions portant sur les voitures d'occasion, le remplacement n'est pas tout à fait indépendant de l'augmentation du parc, comme le fait remarquer ROOS (1). Cependant, ils peuvent être traités séparément pour la raison suivante : le remplacement est en grande partie commandé par le vieillissement du parc, tandis que l'augmentation de celui-ci est déterminée par de nombreux autres facteurs :

- le revenu disponible : son niveau actuel, sa variation annuelle, en hausse ou en baisse, et sa distribution dans les ménages,
- les prix des voitures neuves et d'occasion,
- les frais d'utilisation d'une automobile (carburant, assurance, etc....)
- l'augmentation de la population et du nombre de ménages,
- les besoins des entreprises, qui n'obéissent pas aux mêmes lois que ceux des ménages,
- la diffusion, c'est-à-dire, le développement spontané des ventes d'automobiles parmi les ménages.
- certains facteurs à long terme comme le développement de la population active féminine et l'extension des banlieues.

Il faut souligner l'importance de la diffusion qui peut se manifester, surtout en période de démarrage, en dehors de l'effet des autres facteurs tels que l'augmentation du revenu.

Plusieurs méthodes distinctes sont utilisées pour analyser l'augmentation du parc, mais elles utilisent les mêmes facteurs explicatifs.

- DE WOLFF (2) assimile le parc à une logistique (3) à paramètres constants, et explique les écarts du parc à cette courbe par l'action du revenu et des prix. La logistique mesure l'action du temps, qui englobe l'effet de l'augmentation du revenu et de la diffusion.

---

(1) - Bibliographie n° 46

(2) - Bibliographie n° 8

(3) - voir paragraphe suivant : Etude DE WOLFF.

- ROOS (1) ajuste le parc à plusieurs segments de logistiques dont les paramètres sont fonctions du revenu, des prix et de la population; il tient compte implicitement de la diffusion.
- STONE (2) analyse l'effet d'une augmentation limitée du revenu ou d'une baisse limitée des prix sur les ventes et base son modèle sur l'idée que l'équilibre - stabilité des ventes et du parc - n'est atteint qu'au bout de quelques années après l'augmentation du revenu (ou la baisse des prix).
- SAVINO (3) par une approximation commode, considère que tous les ménages ayant un revenu supérieur à un certain seuil, possèdent une voiture ; le parc automobile est ainsi lié à la distribution des revenus.
- Melle MORICE (4) utilise dans un même modèle la distribution des revenus et la notion de parc potentiel ; celui-ci est la limite supérieure que le parc actuel pourrait atteindre si les conditions économiques du moment restaient stables.

## A - DE WOLFF

Rappelons la définition d'une logistique : y suit une loi logistique en fonction du temps, si, r et k étant deux paramètres, on a :

$$\frac{dy}{dt} = r y \left(1 - \frac{y}{k}\right)$$

- 
- (1) - Bibliographie n° 16
  - (2) - Bibliographie n° 20
  - (3) - Bibliographie n° 18
  - (4) - Bibliographie n° 14

ce qui entraîne :  $y = \frac{k}{1 + b.e^{-rt}}$  (voir figure 9)

$b$  étant une constante qui dépend de l'origine du temps. D'autre part,  $\frac{dy}{dt}$  est une fonction linéaire de  $y$  (voir figure 9 bis) ;  $k$  correspond à l'asymptote et  $r$  représente la vitesse avec laquelle on tend vers cette asymptote. Les accroissements  $dy$  par unité de temps sont représentés par les courbes de la figure 10 ; ils passent par un maximum en  $t_1$  correspondant au point d'inflexion de la logistique.

DE WOLFF étudie le parc américain sur la période 1920-1934 et constate que l'augmentation annuelle du parc suit une courbe pouvant être assimilée à celle donnant les augmentations par unité de temps d'une variable logistique. Malheureusement, il s'arrête en 1934, date où l'augmentation du parc passe par un minimum.

Les paramètres de la logistique qu'il adopte sont faux pour cette raison et aussi parce que le niveau du plafond  $k$  doit être considéré comme variable, en particulier à cause de l'effet de la diffusion. Néanmoins, l'idée est bonne, et DE WOLFF calcule la tendance des ventes avec une moyenne mobile sur 9 ans, remplaçant les ventes aux acheteurs nouveaux de l'année  $t$  par la moyenne des ventes de  $t - 4$  à  $t + 4$ . La tendance  $T$  obtenue est représentée sur la figure 11. Mais il serait difficile de mesurer exactement l'effet de la diffusion : il faudrait pour cela connaître l'influence du revenu et des prix sur les ventes et attribuer la partie non expliquée à l'effet de la diffusion. Ceci serait surtout possible en cas de baisse du revenu, comme en 1920-1921, où l'influence de cette baisse semble avoir été neutralisée par la diffusion.

Dans le modèle de DE WOLFF, les écarts des observations à la tendance sont expliqués linéairement en fonction du revenu des entreprises  $N$  et des prix  $K$ , définis comme le rapport du chiffre d'affaires de l'industrie automobile au nombre d'unités vendues. Le fait de prendre ainsi le prix usine au lieu du prix de détail n'est pas très satisfaisant, en raison de la variation des marges de distribution, mais DE WOLFF ne disposait pas d'un meilleur indice.

En outre, cela a l'inconvénient de faire apparaître les ventes comme variable explicative et comme variable dépendante :

$$\text{Ventes} = f \left( \text{revenu}, \frac{\text{chiffres d'affaires}}{\text{ventes}} \right)$$

Figure 9

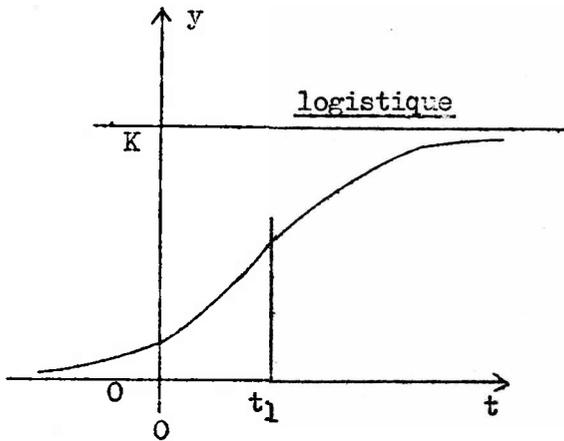


Figure 9 Bis

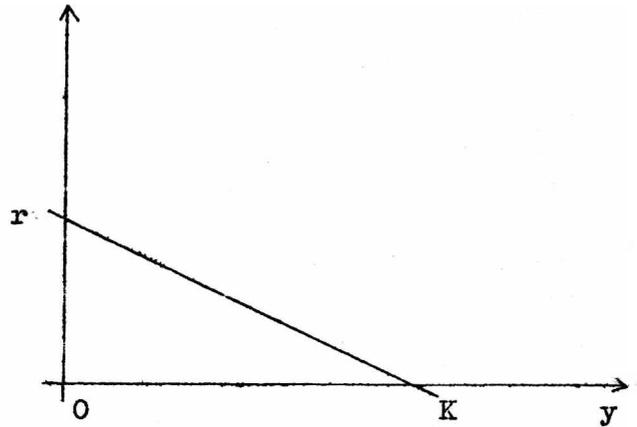


Figure 10

Accroissement de  $y$  par unité de temps

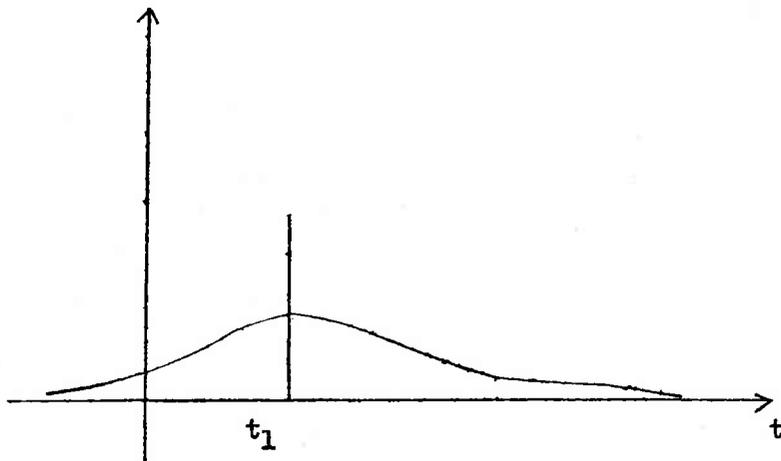
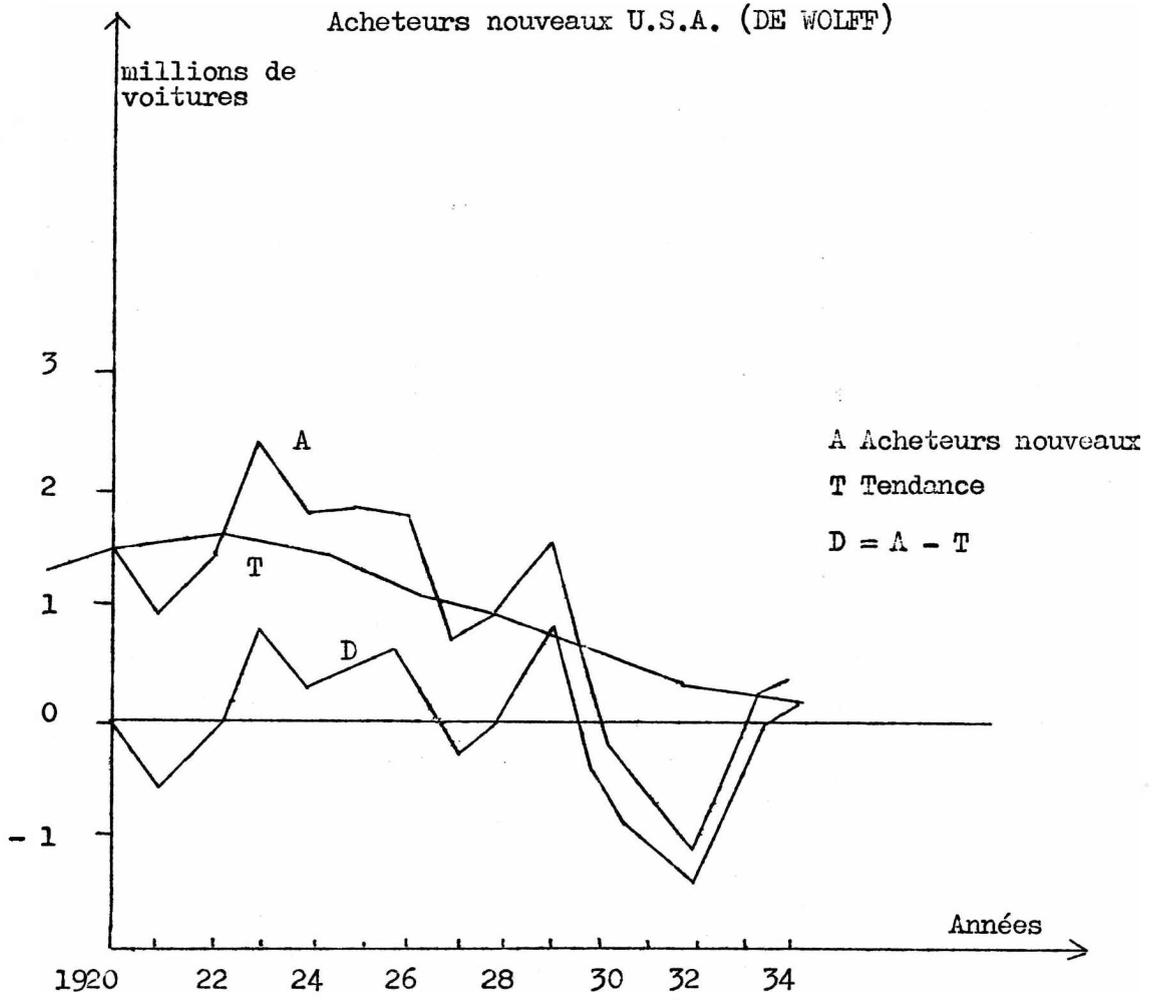


Figure 11



DE WOLFF obtient l'équation :

$$\text{Ecart à la tendance} = - 0,65 K + 0,20 N + 3,36 \quad R = 0,91$$

K = prix en 100 dollars  
N = milliards de dollars

Il fait remarquer que les résultats ne sont pas améliorés en introduisant un décalage temporel entre les écarts à expliquer et les revenus N.

L'élasticité par rapport au revenu n'est pas donnée. L'élasticité des ventes V par rapport aux prix K calculée sous la forme :  $dV/dK \times K/V$  est forte en période de dépression (- 3,4 en 1932) et faible en période de prospérité (- 1 en 1929).

En résumé, cette étude, malgré l'intérêt de la méthode employée, présente deux inconvénients :- l'utilisation d'une asymptote fixe pour la logistique représentant le parc,

- l'utilisation comme indice de prix du prix de revient usine et non du prix de détail.

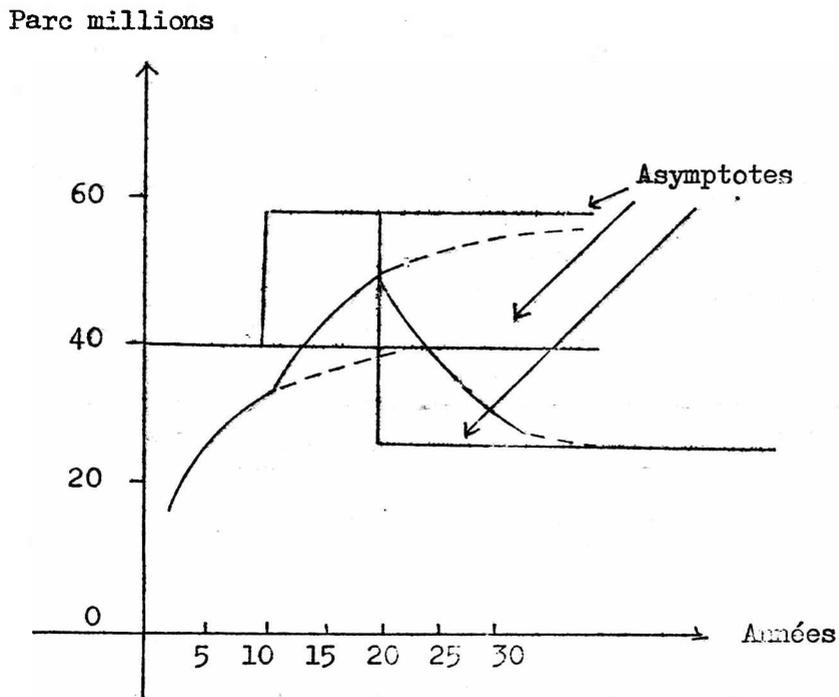
## B- ROOS

ROOS adoptant l'hypothèse simplificative de l'indépendance du renouvellement et de l'augmentation du parc, étudie le parc américain sur la période 1919 - 1938 et assimile le parc à des segments de logistiques raccordés entre eux, chacun correspondant à des valeurs particulières des paramètres (figure 12)

Il explique les écarts des observations à la logistique, par l'action du revenu, des prix et de l'augmentation de la population.

Figure 12

ROOS - Schéma théorique montrant la croissance du parc suivant, des segments de logistiques



Les facteurs utilisés sont :

- la différence I entre le revenu disponible par tête et le minimum vital en dollars constants. Cet indice de revenu est d'ailleurs critiquable ; il varie beaucoup plus d'une année sur l'autre que le revenu disponible, ce qui peut fausser l'élasticité revenu.
- le parc C
- les prix P des voitures neuves en dollars constants
- la population et le nombre de ménages
- le rapport moyen T du prix de revente d'une automobile ancienne à celui d'une voiture neuve
- la durée de vie d.

L'idée de base dans l'étude de ROOS repose sur l'écart entre le parc actuel  $C_t$  et le plafond  $M_t$ , variable chaque année, vers lequel tend le parc  $C_t$  à une vitesse  $r_t$ .  $M_t$  est le parc potentiel et  $M_t - C_t$  le nombre d'acheteurs potentiels. Les achats nouveaux sont proportionnels à cet écart ( $M_t - C_t$ ) et à la probabilité qu'un individu pris au hasard achète une voiture, d'où la formule :  
Acheteurs nouveaux = acheteurs potentiels x probabilité d'achat par un individu.

ROOS estime que la probabilité d'achat est proportionnelle au parc actuel et fonction du revenu I et des prix, d'où la formule générale :

$$\text{Acheteurs nouveaux } N_t = I_t \cdot P_t \cdot C_t \cdot (M_t - C_t)$$

L'ensemble  $C_t \times (M_t - C_t)$  est égal, si  $C_t$  suit une logistique dont l'asymptote est définie par  $M_t$ , à :

$$\frac{M_t}{r_t} \times \frac{d C_t}{dt}$$

et représente bien l'augmentation annuelle du parc C, si du moins le rapport  $\frac{M_t}{r_t}$  est constant. Et ROOS fait justement l'hypothèse que le plafond variable  $M_t$  et la vitesse  $r_t$  varient proportionnellement, ce qui est très critiquable.

En ce qui concerne l'effet du marché de l'occasion, ROOS après avoir tenté d'introduire la variable T (rapport du prix d'occasion au prix neuf) la rejette en définitive comme non significative.

Pour déterminer le parc potentiel  $M_t$ , ROOS porte sur un graphique ayant en ordonnées le pourcentage d'accroissement du parc et en abscisses le parc correspondant, des points relatifs aux différentes années. Ces points étant grossièrement alignés (figure 13), une droite de pente constante donnera à l'intersection de l'axe des abscisses, le plafond  $M_t$  correspondant à chaque point. ROOS propose plusieurs formules pour  $M_t$  dont la meilleure paraît être :

$$M = f (0,378 + 0,00068.I) \left( \frac{P}{d} \right)^{-0,3}$$

f = nombre de ménages

I = Différence entre le revenu disponible et le minimum vital, par tête, ou revenu excédentaire.

$\frac{P}{d}$  = prix divisé par la durée de vie.

ROOS considère donc que les variations de M et de r sont surtout imputables aux variations de revenu (car f varie peu).

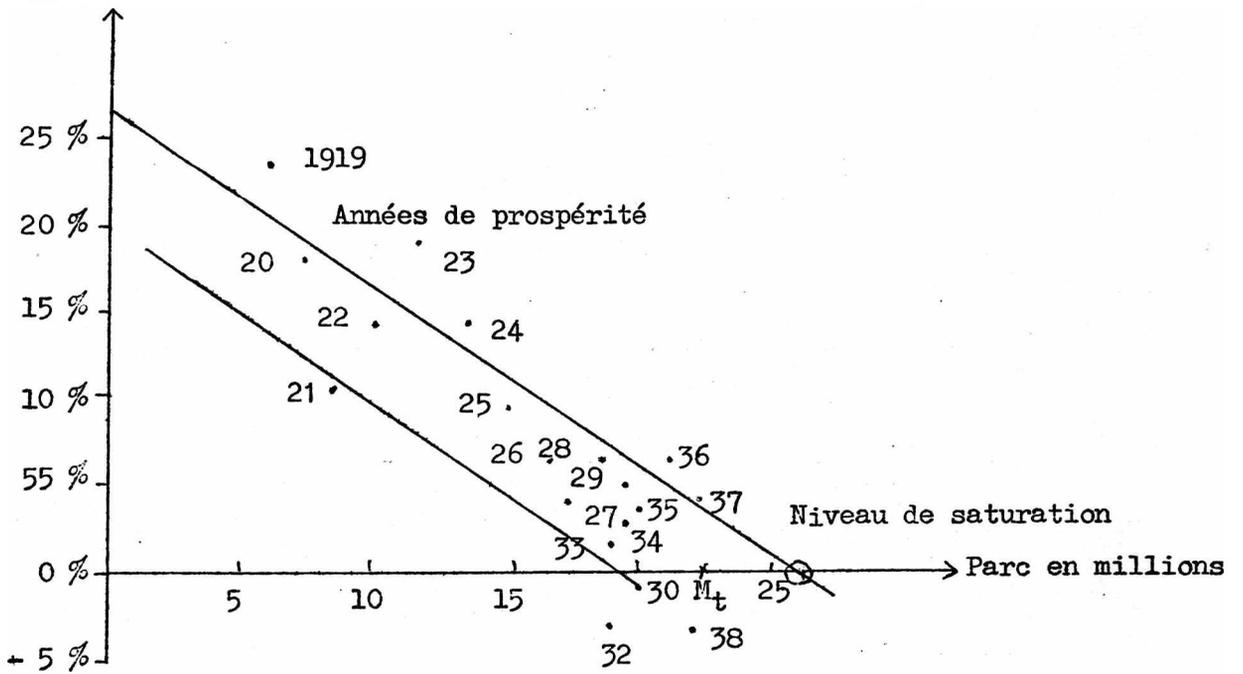
Le point critiquable dans ce modèle est que, si l'effet d'une variation de revenu est certain, il ne faut pas pour autant négliger l'effet de la diffusion. En effet, celle-ci agit sur les ventes indépendamment des sautes de revenu et de prix et tout particulièrement à l'époque de démarrage comme vers 1920.

L'effet de la diffusion est difficile à mesurer en période de croissance des ventes, puisqu'il faut séparer son effet de celui du revenu et des prix. Ceci ne peut être fait que si l'on connaît, à l'avance, le coefficient d'élasticité revenu. Mais on peut remarquer en période de baisse du revenu, que cette baisse est justement neutralisée par la diffusion : c'est bien le cas entre 1920 et 1921 où le revenu ayant diminué de 25 %, les ventes aux acheteurs nouveaux ont baissé beaucoup moins. Le revenu a fléchi ensuite entre 1929 et 1932 et entre 1937 et 1938, époques où le parc était déjà plus proche de son plafond, et l'effet de diffusion s'est alors très peu manifesté : les ventes ont diminué.

Figure 13

ROOS - Calcul du parc potentiel  $M_t$

Pourcentage d'accroissement  
du parc par an



On en conclut que certains points de la figure 13 correspondant à l'augmentation relative du parc, seraient situés moins haut s'il n'y avait pas d'effet de diffusion, et c'est à partir du nuage corrigé que l'on pourrait mesurer l'influence du revenu sur les paramètres.

L'équation retenue par ROOS est :

$$N_t = I_t^{1,50} \cdot P_t^{-0,90} \cdot 0,040 C_t (M_t \dots C_t)$$

où les termes  $I^{1,50} \times P^{-0,90}$  représentent la perturbation causée par les variations du revenu et des prix dans la tendance logistique. La figure 14 montre les nombres d'acheteurs nouveaux observés et calculés.

Les coefficients de I et de p ne sont pas les coefficients d'élasticité puisque  $M_t$  est aussi fonction du revenu et des prix.

ROOS ne donne pas les élasticités des ventes aux acheteurs nouveaux, mais seulement, celle des ventes totales. Elles sont calculées sous la forme :

$\frac{dV}{dI} \times \frac{I}{V}$  et varient beaucoup. Ainsi l'élasticité par rapport au revenu excédentaire I passe de 1,5 en 1919 à 2,6 en 1938.

ROOS n'interprête pas cette variation importante de l'élasticité ; elle peut venir du fait que le revenu excédentaire varie beaucoup plus que le revenu disponible ; ce qui pourrait expliquer la grande sensibilité des ventes aux variations de I. Mais ce n'est certainement pas la seule raison : l'effet de diffusion, important au début, atténue le rôle des variations de revenu ; par la suite, lorsque l'effet de diffusion se fait moins sentir, les ventes deviennent plus sensibles au revenu.

En ce qui concerne l'élasticité par rapport aux prix, une difficulté provient de ce que, sur la période considérée, les prix ont baissé faiblement et régulièrement, excepté pendant les deux années 1920 - 1921. Leur influence sur les ventes serait plus facilement mesurable dans le cas de variations brusques. En outre, les prix des voitures ont varié comme les frais d'utilisation : ceci empêche de mesurer leur influence respective, alors qu'on aurait pu le faire plus facilement s'ils avaient varié différemment.

ROOS situe l'élasticité par rapport aux prix entre - 1,5 et - 2.

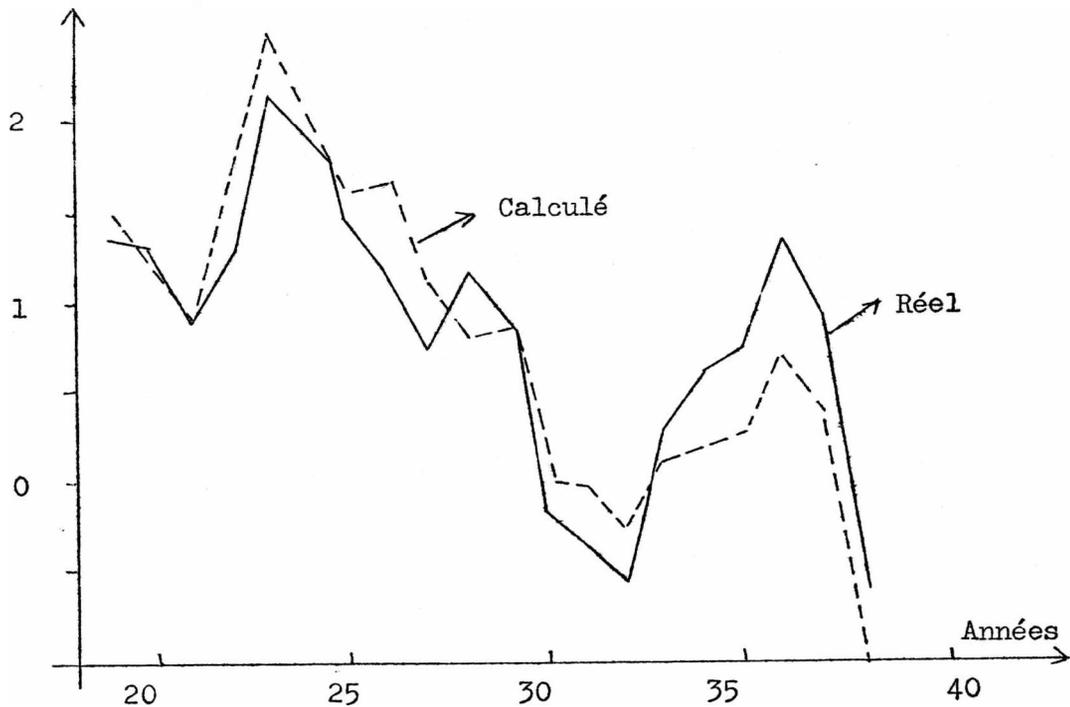
En résumé, l'article de ROOS appelle les observations suivantes :

- le revenu est pris comme principale variable explicative et l'effet de la diffusion n'est pas dégagé.
- on voudrait voir ROOS tenir compte du problème des ventes d'occasion, qu'il élimine un peu légèrement
- il serait intéressant d'avoir un coefficient d'élasticité revenu, obtenu par une méthode telle que les budgets de famille, pour vérifier si un coefficient constant donne un ajustement convenable ; ceci permettrait de mesurer l'effet de la diffusion.

Figure 14

millions de  
voitures

Ventes aux acheteurs nouveaux - ROOS



## C - STONE

Le modèle de STONE applicable à tous les biens durables, consiste à chercher un état d'équilibre des ventes et du parc. Pour cela, on se place dans une situation donnée : le revenu I, les prix P, le parc S et les ventes q ont une certaine valeur et le remplacement u est obtenu par l'application au parc S d'un taux de dépréciation constant  $1/n - 1$ , soit :

$$u = \frac{S}{n-1}$$

cette expression s'applique au cas d'un parc mesuré en valeur et non en unités.

On se place d'abord dans une situation d'équilibre où le parc S est constant et où les ventes q sont égales au remplacement u. Les consommateurs réagissent immédiatement à une modification brusque du revenu ou des prix.

STONE, se plaçant dans l'hypothèse d'une variation limitée du revenu ou des prix, suppose donc que les ventes q sont modifiées instantanément et restent stables. Or, le taux de dépréciation, constant par hypothèse, détermine le remplacement u. Une variation subite des ventes  $\Delta q$  provoque une variation subite du parc égale à  $\Delta q$ , puisque le remplacement ne se modifie que l'année suivante.

Le point crucial est que les ventes sont modifiées instantanément, puis restent stables tandis que le parc S atteint progressivement son nouvel état d'équilibre, comme le montre l'exemple suivant, où le taux de dépréciation  $1/n-1$  est égal à 0,25.

- voir tableau, page suivante -

Après la variation du revenu ou des prix qui a modifié les ventes q, le parc S et le remplacement u tendent tous les deux vers leurs valeurs d'équilibre,  $S^*$  et  $u^*$  avec

$$u^* = \frac{S^*}{n-1} .$$

Années	1	2	3	4	5	6 .....	Equilibre
	Augmentation des ventes						
	Equilibre		↓				
Parc S	100	100	100	125	144	158	→ 200
Remplacement u égal à 25 % du parc	25	25	25	31	36	39	→ 50
Ventes q	25	25	50	50	50	50	= 50
Investissement ou augmen- tation du parc égale à (q - u)	0	0	25	19	14	11	→ 0

En effet, u tend vers une limite  $u^*$ , parce que, comme nous l'avons vu dans le chapitre I, les ventes étant stables et le taux de dépréciation constant, le remplacement u devient, au bout de quelques années, égal aux ventes, et S tend vers  $S^*$  parce que  $S = u/n-1$ .

Dans une première partie du modèle, STONE propose d'admettre que l'écart entre le parc S et le parc  $S^*$  est comblé chaque année à raison de r %, indépendamment des variations des autres variables. C'est une manière de présenter le paramètre r, car en fait, STONE adopte ensuite dans son modèle (tel qu'il doit être utilisé en pratique), une autre relation concernant l'écart  $S^* - S$ . Soit V l'augmentation annuelle du parc S, cette relation est :

$$1 + \frac{V}{S} = \left(\frac{S^*}{S}\right)^r$$

où le paramètre r inconnu, est supposé constant et sera estimé avec les autres paramètres. Cela a l'avantage, comme nous le verrons, d'aboutir à des équations de la demande de forme linéaire en logarithmes.

Etant donné les relations :  $q = u + V$  et  $u = \frac{S}{n-1}$ , STONE admet ensuite que le remplacement  $u^*$  est fonction du revenu et des prix (car à la limite,  $u^*$  est égale aux ventes d'équilibre), soit :  $u^* = I^b p^c$  I étant le revenu et p les prix.

On en déduit :  $u = (u^*)^r \cdot (u_{t-1})^{1-r}$ ,  $u_{t-1}$  étant le remplacement de l'année précédente,

$$\text{et } u = K \cdot I^{br} \cdot p^{cr} \cdot (u_{t-1})^{1-r}$$

STONE introduit alors une tendance sous la forme du facteur  $e^{str}$ , qui se révèle être non significative. Le calcul est fait sur les différences premières des logarithmes de  $u$ , de 1923 à 1954, avec  $R^2 = 0,84$ . Seul le coefficient du revenu est significatif :  $b r = 0,80 (0,17)$  avec  $r = 0,28 (0,11)$ .

Les élasticités du remplacement  $u$  par rapport au revenu et par rapport aux prix, contiennent le facteur  $r < 1$ . Ceci indique que la réponse immédiate du remplacement à une variation du revenu ou du prix, est inférieure à la réponse finale ou d'équilibre.

On a obtenu jusqu'à présent l'équation du remplacement  $u$ . Dans l'application de ce modèle, on disposera en général d'une série de valeurs du parc  $S$  ou des ventes  $q$  ; ces deux variables peuvent s'exprimer en fonction de  $u$  ; on a d'une part :  $S_t = (n-1) \cdot u_t$  ; et d'autre part, les ventes  $q_t$  sont égales à la somme du remplacement  $u_t$  et de l'augmentation (ou diminution) du parc :

$$q_t = u_t + (S_t - S_{t-1}) = u_t + (n-1) (u_t - u_{t-1}) = n \cdot u_t - (n-1) \cdot u_{t-1}$$

Par conséquent,  $S$  et  $q$  s'expriment en fonction du revenu, des prix, et de la constante  $r$ , figurant dans l'équation donnant le remplacement  $u$ .

Il ressort en définitive de ce modèle :

- que la loi adoptée par STONE, pour expliquer la façon dont l'écart  $S^* - S$  est comblé avec le temps, a une forme rigide qui peut ne pas s'adapter dans tous les cas à la croissance réelle du parc  $S$ . Le paramètre  $r$  risque en effet de varier d'une époque à l'autre, donc de ne pas être constant, lorsque les sautes de revenu annuelles sont quelconques.
- que l'équation finale donnant le remplacement contient parmi les variables explicatives le remplacement de l'année précédente : ceci peut fausser l'estimation des paramètres.

## D - SAVINO

Les modèles qui précèdent reposent en partie sur l'idée de parc potentiel ou de parc d'équilibre vers lequel tend le parc réel à chaque instant. Un autre type de modèle, nettement différent, n'utilise pas cette notion d'horizon jamais atteint. Le modèle de SAVINO repose sur la notion qu'il existe un rapport étroit entre le parc automobile et le nombre de ménages ayant un revenu supérieur à un revenu donné  $x$  au dessus duquel il est possible pour un ménage de posséder une voiture. On peut appeler  $x$  le seuil d'accès à la motorisation. Soit donc une distribution théorique des revenus (voir figure 15) où chaque point  $(x,y)$  représente le nombre de ménages  $y$  ayant un revenu supérieur à  $x$ , à une époque donnée  $t$ .

A cause de l'augmentation des revenus, l'ensemble de la courbe se déplace vers la droite, c'est-à-dire qu'à l'instant  $t_1$ ,  $y_1$  ménages ont un revenu supérieur à  $x_1$  et à l'instant  $t_2$ ,  $y_2$  ménages ont un revenu supérieur au même revenu  $x_1$  avec  $y_2 > y_1$ .

Simultanément à cette augmentation du nombre de ménages ayant un revenu supérieur à un revenu donné, on admet que le revenu minimal nécessaire pour posséder une voiture puisse diminuer avec le temps à cause de la diffusion de l'automobile dans la population, l'apparition de modèles à meilleur marché, etc.. Il convient donc de considérer à l'époque  $t_2$  un nouveau revenu minimal  $x_2$ , seuil d'accès à la motorisation, inférieur à  $x_1$ , et un nombre de ménages  $y'_2$  correspondant à  $x_2$  sur la courbe déplacée vers la droite (figure 15) avec  $y'_2 > y_2$ . Nous avons donc trois lois distinctes :

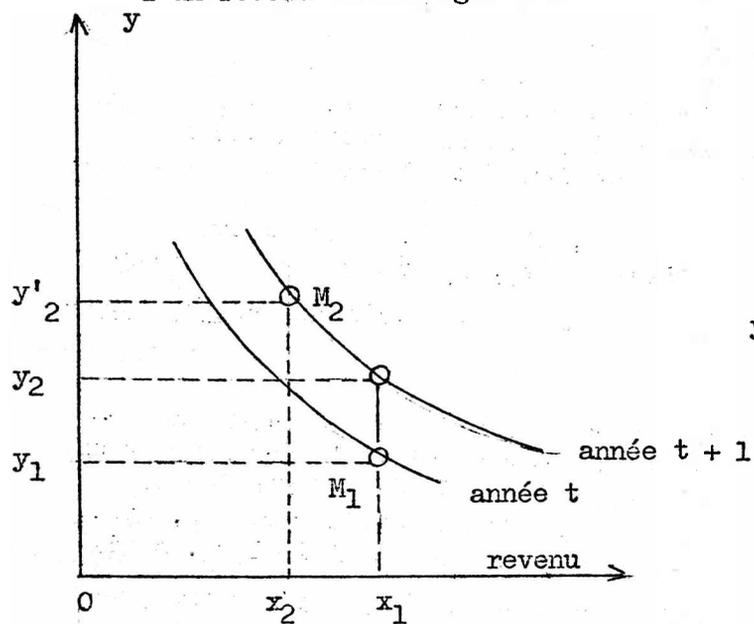
a - l'une reliant  $x$  et  $y$  par la formule de PARETO :  $y = \frac{A}{x^a}$  où  $A$  et  $a$  sont des constantes.

b.-le "glissement" de la dite courbe parallèlement à l'axe des revenus, vers les revenus croissants. En effet le revenu moyen des ménages suit l'augmentation générale des revenus, par exemple 5 % par an, et la courbe de PARETO va se déplacer pour cette raison. On admet qu'en courte période, elle ne se déforme pas en se déplaçant, c'est-à-dire que la distribution des revenus ne varie pas. (fig. 15)

SAVINO

Figure 15

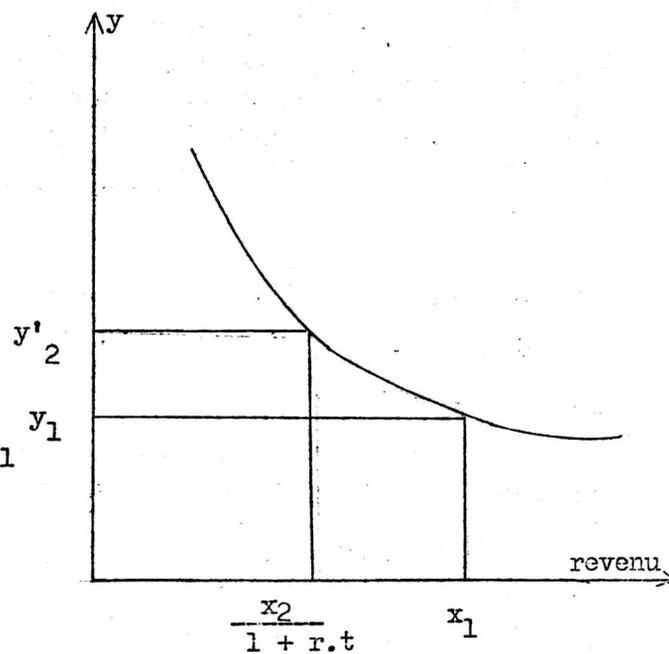
Nombre de ménages disposant au moins d'un revenu annuel égal à  $x$



courbe de distribution des revenus

Figure 15 bis

Schéma théorique



Au lieu de faire glisser la courbe vers les revenus croissants, on peut plus simplement diviser le seuil  $x$  par la quantité  $(1 + r)^t$ , soit en première approximation  $(1 + r \cdot t)$  si  $r$  est faible, où  $r$  est le taux d'augmentation annuel du revenu moyen, par exemple 5 % (figure 15 bis).

c - Le seuil d'accès à la motorisation  $x$  est supposé diminuer avec le temps à cause de la diffusion, indépendamment de l'effet revenu : on ne pourra établir qu'une courbe empirique de l'évolution de  $x$  en fonction du temps. La figure 16 montre comment  $x$  décroît avec le temps.

L'équation retenue par SAVINO est : 
$$y = \frac{A}{\left(\frac{x}{1 + rt}\right)^a}$$

$y$  = Nbre de ménages ayant un revenu  $\geq$  à  $x$ .

$x$  = seuil d'accès à la motorisation variable avec le temps

$r$  = augmentation annuelle des revenus

$t$  = le temps.

avec l'hypothèse simplificatrice que tous les ménages  $y$  ont une voiture et une seule.

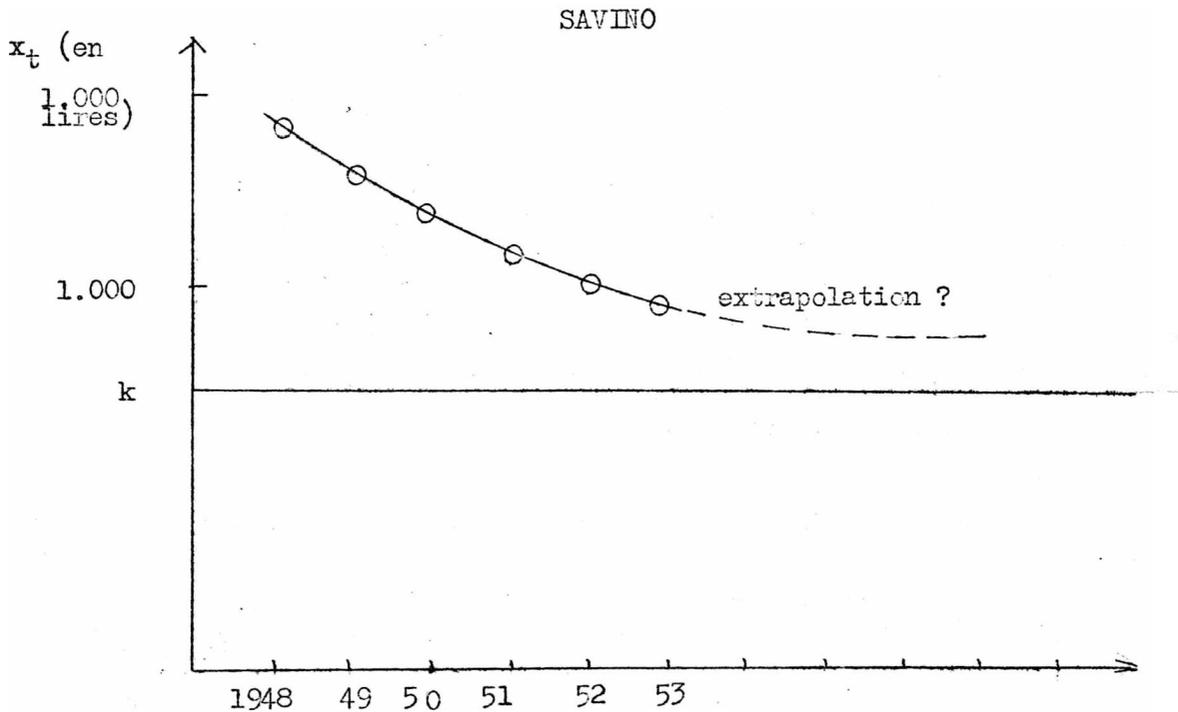
SAVINO propose, pour  $x$  une logistique décroissante, en fonction du temps ; l'asymptote est définie par le revenu  $K$ , à déterminer, au-dessous duquel il est impossible d'être propriétaire d'une automobile. (fig. 16)

On pourrait dire que le seuil  $x$  est assez fictif puisqu'il correspond au revenu d'un ménage quelconque sans souci de sa taille, ni de sa catégorie socio-professionnelle ; il faut plutôt considérer  $x$  comme un revenu permettant à l'équation reliant le parc auto (ou le nombre de ménages  $y$ ) à ce revenu  $x$  d'être vérifiée ; c'est une abstraction commode.

Appliqué au cas de l'Italie sur la période 1948-1953, ce modèle donne un parc calculé très voisin du parc réel : l'erreur reste inférieure à 5 %. Ceci ne constitue pas une vérification puisque le calcul ne porte que sur 6 années, mais ce modèle repose sur une idée intéressante et mériterait d'être amélioré de la façon suivante :

Cette figure montre comment le seuil  $x$  décroît par l'effet de la diffusion seule.

Figure 16



Moyennant des données précises sur la distribution des revenus obtenus par exemple à partir d'une enquête, on déterminerait à l'intérieur de classes de revenu convenablement choisies, les pourcentages de ménages possédant une voiture, au lieu d'assimiler simplement tous les propriétaires de voitures aux ménages disposant des plus hauts revenus, comme le fait SAVINO. Ces pourcentages seraient variables à l'époque de l'enquête, mais on pourrait étudier leur variation en fonction du revenu. Chaque tranche de revenu pourrait en outre être découpée en catégories socio-professionnelles. On procéderait alors pour chaque classe de ménages retenus, à un calcul analogue à celui que fait SAVINO pour l'ensemble et on sommerait les résultats. Au lieu de considérer, comme le fait SAVINO, un niveau de revenu tel que tous les ménages ayant un revenu supérieur à ce niveau possèdent une voiture, on considérerait les pourcentages de possession par classe de ménages. Cependant, dans le cas où on ne disposerait que des résultats d'une seule enquête, on ne pourrait séparer l'effet de la diffusion de l'effet de l'augmentation des revenus(1).

(1) - Une enquête a été réalisée par le C.R.E.D.O.C. et l'I.N.S.E.E. auprès de 20.000 ménages interrogés en quatre vagues échelonnées sur les 4 trimestres de l'année 1956-57. En plus des renseignements concernant le ménage (niveau de revenu et catégorie socio-professionnelle) de nombreuses questions portent sur l'automobile. Cette enquête permettra d'appliquer à la France un modèle analogue à celui examiné ici.

## E - Melle MORICE

Les modèles précédents utilisaient, pour mesurer l'augmentation annuelle du parc, soit un parc potentiel ou d'équilibre, soit la distribution des revenus. Melle MORICE a établi un modèle réunissant les avantages des deux méthodes, appliqué au cas de la France sur la période 1924-1938. Cette étude temporelle a nécessité d'abord un travail très important de critique et de rassemblement des données existantes sur les ventes, le parc, les revenus et les prix.

L'augmentation du parc, ou demande nette, est égale à la demande totale diminuée de la demande de remplacement.

Pour reconstituer la demande nette, Melle MORICE a soustrait des ventes totales une estimation des ventes de remplacement, à l'aide d'une table de mortalité qu'elle s'est donnée. Ceci suppose que les coefficients de mortalité restent stables et que le remplacement n'est pas influencé par les circonstances économiques telles que la hausse ou la baisse du revenu disponible par habitant. Mais dans le cas de la France, il semble bien en effet que le nombre de voitures mises à la ferraille soit moins influencé par la conjoncture, que par leur état de vieillesse, ce qui n'est pas le cas aux Etats-Unis, et on peut accepter l'hypothèse simplificatrice adoptée ici.

Dans le modèle proposé par Melle MORICE pour expliquer la demande nette ou l'augmentation du parc, les facteurs utilisés sont :

- premièrement, l'écart existant chaque année entre le parc réel et un parc potentiel déterminé par le nombre de ménages ayant un revenu supérieur à un niveau jugé suffisant pour être propriétaire d'une automobile,
- deuxièmement, l'écart du revenu disponible au minimum vital rapporté aux prix réels.

Au sujet du premier facteur, rappelons que SAVINO (1) procédait à l'envers et déterminait sur la courbe de distribution des revenus, un niveau de revenu tel que tous les ménages ayant au moins ce revenu possédaient une automobile. Le parc potentiel utilisé dans le présent modèle est donc obtenu à partir de la distribution des revenus, figurée par une droite de PARETO : c'est le nombre de ménages ayant un revenu supérieur à un minimum, fixé arbitrairement à un niveau correspondant à 570.000 francs par an en 1952 : ce chiffre paraît faible. La droite de PARETO, donnant le nombre de ménages  $N$  ayant un revenu supérieur à  $x$ , a pour équation :  $\log N = \log A - a \log x$ .

Cette droite a, par hypothèse, une pente constante ; elle glisse parallèlement à elle-même, ce qui revient à supposer que la distribution des revenus reste inchangée lorsque le revenu disponible par habitant varie. Le parc potentiel, et par conséquent, l'écart entre celui-ci et le parc réel, peut ainsi être calculé chaque année.

Le deuxième facteur utilisé par Melle MORICE est le rapport du revenu excédentaire (revenu disponible - minimum vital) au prix réel des voitures neuves. Les deux équations obtenues pour la période 1924-1938 donnent de très bons ajustements ; ces équations correspondent à deux séries différentes de revenu disponible :  $Y$  = la demande nette ou l'augmentation du parc.

$$X_1 = \text{l'écart parc potentiel - par réel}$$

$$X_2 = \frac{\text{revenu disponible - minimum vital}}{\text{prix}}$$

$$(1) \log Y = 0,206 \log X_2 + 0,00031 X_1 + 5,50 \quad R = 0,99$$

$$(2) \log Y = 0,69 \log X_2 + 0,00031 X_1 + 4,49 \quad R = 0,94$$

On remarque que le coefficient de  $\log X_2$  est très petit, mais il ne représente pas l'élasticité de  $Y$  par rapport au revenu, puisque l'influence du revenu se fait aussi sentir à travers la variable  $X_1$  : si le revenu croît, le parc potentiel augmente, ainsi que l'écart  $X_1$ .

---

(1) - Bibliographie n° 18.

Melle MORICE explique la demande nette Y par une équation classique, en fonction du revenu X et des prix P, obtenant :

$$Y = 1,406 \frac{X^{3,91}}{P^{1,40}}$$

Le revenu X étant la moyenne des revenus disponibles de l'année actuelle et de l'année précédente. Le coefficient 3,91 est trop élevé à cause de l'imprécision des séries de revenus.

L'interprétation des coefficients des équations 1 et 2 est donc difficile ; il reste néanmoins qu'elles fournissent un ajustement très satisfaisant et que cette méthode combinant l'écart du parc réel à un parc potentiel avec la distribution des revenus semble bien adaptée au problème de l'auto-mobile.

### III

## INFLUENCE

DU MARCHÉ DE L'OCCASION

ET DU TAUX D'INTERET

---

---

---

En dépit de bons ajustements, les modèles des chapitres précédents ont l'inconvénient de négliger un aspect important du mécanisme de la demande de voitures : la liaison entre les marchés des voitures neuves et d'occasion.

Les modèles précédents considéraient le remplacement dans une optique démographique ou actuarielle et analysaient, séparément, l'augmentation du parc comme une fonction du revenu et du nombre de ménages ; ces modèles négligeaient le rôle du marché de l'occasion. Or le marché des voitures neuves est lié à celui des voitures d'occasion, en ce sens qu'on n'achète souvent une voiture neuve que si on peut revendre son ancienne voiture à un prix convenable.

Il en va de même pour l'individu qui envisage de vendre sa voiture pour acheter d'occasion une voiture plus récente, et la distinction entre voitures neuves et anciennes, s'étend à toutes les voitures d'âges différents. Il faudrait, pour le cas de la France, considérer, en plus de l'âge, les types de voitures qui sont beaucoup moins homogènes qu'aux Etats-Unis. On peut donc voir le marché de l'automobile sous l'aspect de substitutions par rapport aux prix.

Les deux modèles présentés ici tiennent compte du rôle des prix, en particulier celui de FARELL (1) de type Walraso-Paretien qui considère des groupes d'âge d'effectifs  $x_i$  donnés, pouvant être affectés de prix  $P_i$ , variables dépendantes. Les individus ou les ménages disposant de revenus  $I$ , se répartiront les voitures existantes.

Dans l'autre modèle, dû à CHOW (2), le problème de la répartition des voitures entre les ménages est traité différemment. Au lieu de découper le parc en tranches d'âges, CHOW l'évalue en valeur, chaque voiture étant comptée pour son prix actuel (donné dans les journaux spécialisés), ce qui évite d'introduire dans les calculs la structure du parc par âge.

La valeur totale du parc ainsi calculée est exprimée en moyenne par habitant, ce qui permet de tenir compte des variations de population.

---

(1) Bibliographie n° 9

(2) - Bibliographie n° 7

Les consommateurs se répartissent les voitures disponibles, neuves ou d'occasion, les prix étant, comme dans le modèle de FARELL, les variables expliquées. Cependant au lieu de considérer les prix correspondants à chaque groupe homogène de voitures, CHOW utilise un indice de prix  $p$ . Cet indice est établi à partir des prix par âge et par type de toutes les voitures composant le parc. Ce modèle consiste donc à rechercher un équilibre entre le parc, et l'indice  $p$ , compte tenu du revenu moyen par habitant. Le parc  $X$  étant ainsi expliqué, on en déduit l'équation des ventes annuelles. L'intérêt de ce modèle est donc d'utiliser une méthode générale inédite ; on remarque en outre le souci d'introduire de nouveaux facteurs : la structure du patrimoine des individus et l'épargne.

## A - FARELL

Le modèle de FARELL, s'il n'est pas utilisable en France pour le moment faute de données, a un intérêt théorique certain, car il considère le problème des substitutions entre voitures de différents prix et rappelle la théorie de Walras et de Paréto.

Appliqué à une partie du parc automobile américain, ce modèle utilise d'une part les résultats d'une enquête budgets de famille, effectuée en 1941 auprès de 1.300 familles urbaines, qui donne la répartition des voitures selon leur âge, donc selon leur prix, parmi la population urbaine des Etats-Unis, d'autre part les séries temporelles des effectifs, par âge, des voitures appartenant aux urbains. On remarquera que FARELL ne considère pas les voitures appartenant aux ruraux et ne distingue pas, parmi les voitures appartenant aux urbains, celles des ménages et celles des entreprises. FARELL construit d'abord un modèle statique ; il passe dans un deuxième stade à une analyse dynamique.

L'ANALYSE STATIQUE.

Les budgets des ménages enquêtés servent à déterminer le revenu moyen,  $G_i$ , des ménages possédant une voiture d'âge  $i$  à l'époque de l'enquête.

Ce modèle consiste à calculer chaque année les prix d'équilibre pour les voitures neuves et d'occasion de façon à égaler l'offre et la demande, en tenant compte :

- 1 - de la composition du parc par âge - le nombre de voitures d'âge  $i$  étant désigné par  $x_i$ ,
- 2 - de la distribution des revenus dans les ménages.

FARELL voit le marché de l'automobile sous l'aspect de substitutions, en ce sens qu'un individu possédant une voiture d'âge  $j$  valant le prix  $P_j$  cherchera à se procurer une voiture d'âge  $i < j$  au prix  $P_i > P_j$ .

Ce modèle a l'avantage de faire intervenir l'effectif de chaque génération d'âge  $i$ , déterminée historiquement, affecté d'un prix réel et non pas seulement le parc total existant.

Le modèle consiste à écrire  $n$  équations d'offre :

$$\begin{array}{l}
 x_i = f(y, P, t) \\
 \text{et } n \text{ équations de demande :} \\
 x_i = g(y, P, t)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 ) \\
 ) \\
 )
 \end{array} \right\} i = 1, \dots, n$$

où  $y$  est le revenu,  $P$  le vecteur prix et  $t$  une variable caractérisant le comportement individuel ; les prix servent alors à égaler la demande à l'offre prédéterminée pour  $i > 1$ .

Plusieurs hypothèses sont faites par FARELL dont les plus importantes sont :

- les voitures d'un âge donné forment un groupe homogène et peuvent être affectées d'un prix  $P_i$ .

- pour les voitures de plus d'un an, l'offre est inélastique aux prix et aux revenus ; en effet, le nombre de ces voitures est déterminé ; cette hypothèse n'est qu'une simplification commode, car en réalité l'offre est égale au nombre de voitures en circulation, donc conditionnée par la casse, qui est elle-même influencée par le revenu et les prix. Ainsi (n-1) équations d'offre deviennent inutiles et il reste n équations de demande où les  $x_i$ , les revenus  $y$  et le facteur  $t$  sont donnés, et une équation d'offre pour les voitures neuves. Les variables dépendantes sont les prix  $P_1 \dots \dots P_n$  des voitures d'âge 1 à n, et la demande  $x_1$  des voitures neuves ; utilisant ces équations pour éliminer les prix, il reste une équation reliant la demande  $x_1$  de voitures neuves et le prix  $P_1$ .
- soit  $U_{ik}$  le prix maximal que paierait un individu quelconque  $k$  pour avoir une voiture d'âge  $i$ , s'il n'y avait aucune autre voiture disponible sur le marché ;  $U_{ik}$  ne dépend que du revenu  $I_k$  de l'individu  $k$  à un facteur  $u$  près ; on a :

$$U = U(u I).$$

L'individu  $k$  paiera d'autant plus pour une voiture d'âge  $i$ , que son revenu sera plus élevé. FARELL montre alors que l'individu  $k$  possède une voiture d'âge  $i$  si on a l'égalité :

$$U_i (u I_k) - U_{i+1} (u I_k) = P_i - P_{i+1} = d P_i$$

$P_i$  et  $P_{i+1}$  étant les prix de voitures d'âge  $i$  et  $(i + 1)$ .

On en tire :  $u I_k = G_i (d P_i)$ .

Il en est de même pour tous les individus  $k$  et pour toutes les voitures d'âge quelconque. Plus simplement, ceci veut dire que, étant donné son revenu  $I$ , l'individu cherche à se procurer une voiture dont la position dans l'échelle des prix  $P_i$ , maximisera sa satisfaction.

$G_i$  est le revenu normal d'un ménage possédant une voiture d'âge  $i$ , c'est-à-dire qu'en moyenne, si on prend un ménage quelconque disposant du revenu  $I_k$  différent de  $G_i$ , le fait que le ménage possède une voiture d'âge  $i$ , malgré son revenu  $I_k$  différent de  $G_i$ , est considéré comme un comportement caractérisé par la variable aléatoire  $u$  :

$$u = \frac{G_i}{I}$$

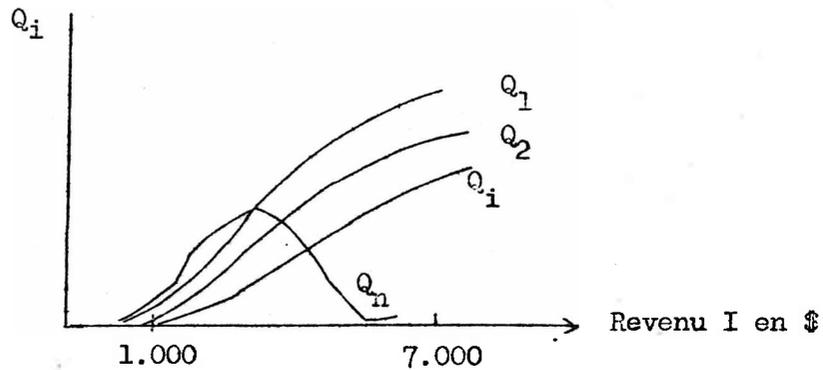
Le logarithme de cette variable  $u$  s'est révélé avoir une distribution normale.

La probabilité qu'un ménage ayant un revenu  $I$  possède une voiture d'âge  $i$ , ou la proportion  $Q_i$  des ménages ayant un certain revenu  $I$ , et possédant une voiture d'âge  $i$ , sera :

$$Q_i = \int_{u = \frac{G_i}{I}}^{u = \frac{G_{i-1}}{I}} f(u) \cdot du$$

Les courbes  $q_i$  en fonction de  $y$  seront de la forme (fig. 17)

Figure 17



La formulation mathématique de l'équation de demande des voitures d'âge  $i$  nécessite la connaissance de la distribution des revenus  $y$  et celle de la variable  $u$  dans la population. Ces deux distributions pourront être obtenues par exemple, à partir d'une enquête budgets de famille. Les revenus  $I$  auront une certaine distribution, et  $u$ , variable aléatoire, liée à des facteurs sociaux, géographiques ou familiaux, aura une distribution observée  $f(u)$ . La demande de voitures d'âge  $i$  s'obtiendra alors en sommant d'abord dans une tranche de revenu déterminée les ménages possédant une voiture d'âge  $i$ , de façon que ces ménages représentent la proportion  $Q_i$  parmi les ménages situés dans cette tranche de revenu et en sommant ensuite par rapport aux différentes tranches de revenu  $y$ . Ainsi :

$$x_i = \int_0^{\frac{1}{y} G_{i-1}(P_{i-1})} F(y) dy \int_{\frac{1}{y} G_i(P_i)} f(u) du$$

où  $\log u$  a une distribution normale.

Les budgets seront groupés par classes de revenu déterminées à l'avance, auxquelles on pourra faire correspondre un revenu moyen  $y$  (moyenne arithmétique des revenus indiqués sur les budgets) ; dans chaque classe, on calculera la proportion  $q_i$  des individus ayant une voiture d'âge  $\leq i$ . Il reste alors à déterminer le paramètre  $G_i(P_i)$  tel que :

$$u = \frac{G_i(P_i)}{y}$$

Alors,  $\log u$  étant distribué normalement, il suffira de lire dans une table de la loi normale la valeur de  $\lambda_i$  correspondant à :

$$\frac{1}{\sigma} \log \frac{G_i(P_i)}{y}$$

où  $y$  est prédéterminé et  $\sigma$  un paramètre inconnu ; le calcul de  $\sigma$  permet de l'estimer à 0,387. Ainsi la proportion  $q_i$  des ménages ayant une voiture d'âge  $\leq i$  étant donné par l'intégrale de GAUSS :

$$q_i = \int_{\lambda_i}^{\infty} f(u) du \quad \text{où } q_i \text{ est connu,}$$

on déduit de la valeur de  $\lambda_i$  obtenue, celle de  $\log G_i$  donc celle de  $G_i$  ; il est ainsi possible de faire un tableau associant une valeur de  $G_i$  à chaque âge  $i$ .

Ce tableau ne sera valable qu'à l'époque de l'enquête ; FARELL, utilisant cette méthode, et à partir des résultats d'une enquête faite en 1941 auprès de 1.300 ménages américains, a calculé les  $G_i$  définis comme le revenu probable des ménages possédant une voiture d'âge  $i$  :

Age $i$	1	2	3	4	5	6	7	$n$
\$ $G_i$	7.530	5.710	4.470	3.830	2.980	2.470	2.290	1.720

#### L'ANALYSE DYNAMIQUE.

Le modèle de FARELL donne jusqu'à présent une relation entre le revenu des ménages et l'âge de la voiture qu'ils possèdent, à une époque donnée. Il s'agit maintenant de déterminer la variation des  $P_i$  en fonction du temps, donc de passer du statique au dynamique : le tableau des revenus "probables"  $G_i$  correspondant à la possession d'une voiture d'âge  $i$  va se modifier avec le temps et l'augmentation des revenus. Cette augmentation sera caractérisée par un indice  $Y_t$  de base 100 à l'époque de l'enquête ( $t = 0$  en 1941). Si l'on dispose alors de statistiques donnant, sur plusieurs années  $t$ , les nombres  $x_{it}$  de voitures d'âge  $i$  possédées à l'année  $t$ , on pourra calculer les nouvelles valeurs de  $G_i$  qui interviennent dans la limite inférieure de l'intégrale :

$$\int_{\frac{G_i}{y}}^{\frac{G_{i-1}}{y}} f(u) du$$

telle que l'équation  $x_{it} = \int_0^{\infty} F(y) dy \int_{\frac{G_i}{y}}^{\frac{G_{i-1}}{y}} f(u) du$  soit vérifiée

et où  $x_{it}$  est connu.

On pourra prendre les valeurs de  $G_i$  qui ont été calculées pour 1941, affectées d'un coefficient  $k_{it}$ , ce qui revient à calculer la valeur de  $k_{it}$  qui permet à l'équation précédente d'être vérifiée, le revenu  $y$  étant encore prédéterminé, et l'indice  $Y_t$  d'augmentation du revenu étant calculé par tête, pour tenir compte de l'augmentation de population. FARELL admet alors que la nouvelle valeur de  $G_i$  à l'époque  $t$  est une fonction inconnue des différences  $dP_i = P_{i-1} - P_i$ , mais telle qu'il suffise de calculer les nouvelles valeurs de ces  $dP_i$  (que nous désignerons par  $dP_{it}$ ) en fonction du temps et de l'augmentation des revenus par tête pour que l'équation donnant  $x_{it}$  soit vérifiée.

Un ajustement des valeurs observées des  $dP_{it}$  à l'équation :

$$dP_{it} = a_i + b_i \frac{Y_t}{k_{it}} + c_i t + \xi_{it} \text{ donne de bons résultats.}$$

$$dP_{it} = (P_i - P_{i+1}) \text{ à l'époque } t$$

$Y_t$  = indice de l'augmentation des revenus par habitant

$k_{it}$  = calculé précédemment

$t$  = temps

$a_i, b_i, c_i$  étant les coefficients inconnus à déterminer, variables avec l'âge  $i$ .

Il y a une équation d'ajustement pour chaque valeur de  $i$ , et autant d'observations que d'années retenues (1947 à 1952). Les résultats obtenus pour les  $a_i, b_i, c_i$  sont :

$i$	$a_i$	$b_i$	$c_i$	$R^2 =$
1	0,72	1,02	- 0,045	0,37
2	0,24	0,52	( pas si- gnifi- catifs	0,26
3	0,21	0,75		0,28
4	- 0,53	1,52		0,59
5	- 0,22	0,81	0,021	0,61
6	- 1,02	1,20	0,078	0,81

Les différences  $dP_i$  sont les dépréciations annuelles d'une voiture entre l'âge  $i$  et l'âge  $(i + 1)$ .

On remarque que  $c_i$ , le coefficient du temps, est négatif pour  $i = 1$  : ceci signifie que la dépréciation annuelle pour les voitures d'un an a diminué avec le temps pendant la période considérée. Pour  $i = 5$  et  $6$ ,  $c_i$  est positif, c'est-à-dire que la dépréciation au cours de la 5ème et de la 6ème années, a augmenté avec le temps.

Quant aux  $a_i$ , ils diminuent avec l'âge (si on excepte  $a_4$ ) : c'est-à-dire que, pour une année  $t$  quelconque, la dépréciation annuelle diminue avec l'âge.

FARELL estime que les  $b_i$  ne sont pas significativement différents d'une valeur indépendante de  $i$ , soit 0,9.

Ce modèle a permis à FARELL de calculer sur la période 1947 - 1952, les  $dP_i$  année par année, donc les  $P_i$ . Les valeurs des  $P_i$  calculées et observées sont assez voisines, et ceci constitue un bon test du modèle. On remarque cependant que les coefficients de corrélation pour l'ajustement des  $dP_i$ , varient de 0,26 à 0,81 ; la dispersion serait due à plusieurs raisons :

- les effectifs par âge  $x_i$  des voitures en circulation appartenant à la population urbaine seule ont dûs être estimés,
- la distribution des revenus, que l'on suppose constante, ne l'est peut-être pas,
- un nombre croissant de ménages possèdent deux voitures et FARELL n'a pu en tenir compte.

Malgré ces inconvénients, le modèle de FARELL représente bien le mécanisme de la demande et des prix, dans un marché où l'influence des revenus, des prix, et de la composition du parc par âge, est plus importante que l'influence des goûts et de la mode. Le but du modèle était d'expliquer le passé ; il présente l'inconvénient d'être difficilement applicable à la prévision de la demande  $x_1$ , puisque, en plus de calculs assez lourds, il faudrait se donner les prix futurs.

## B - CHOW (1)

Le modèle de CHOW est appliqué à la demande d'automobiles aux Etats-Unis sur la période 1921-1953.

---

(1) - Bibliographie n° 7. G. CHOW a bien voulu nous communiquer cette étude avant sa publication et nous l'en remercions.

Le parc est mesuré en valeurs, chaque voiture étant comptée pour son prix actuel. Cela dispense d'avoir à se préoccuper, dans les calculs, de la structure du parc par âge, puisque la mesure du parc, ainsi faite, en tient compte ; en particulier on peut appliquer au parc un coefficient de dépréciation. Les prix sont, comme dans le modèle de FARELL, les variables dépendantes, déterminées par le parc et le revenu, avec cette différence que CHOW considère soit le prix  $p$  du parc total, soit le prix  $p^1$  des voitures neuves et le prix  $p^0$  des voitures de plus d'un an. La première partie du modèle est consacrée à l'étude du parc, en fonction des prix, du revenu et du taux d'intérêt. Dans la deuxième partie, on étudiera les ventes et l'influence de l'épargne sur celles-ci.

1° - ETUDE DU PARC

Utilisant la théorie classique suivant laquelle la consommation est fonction du revenu, CHOW établit une équation reliant le parc  $X$ , le revenu et les prix. Le parc  $X$  tient compte du nombre de voitures de chaque âge en circulation, de leur prix réel, base 1937, et de la population. On se place dans l'hypothèse de substitution parfaite qui permet de mesurer des objets différents avec les mêmes unités. Il s'agit ici de la substitution entre voitures neuves et voitures d'occasion. Il n'y aurait pas substitution parfaite si, indépendamment des prix relatifs des voitures neuves et des voitures d'occasion, les consommateurs préféreraient systématiquement des voitures neuves.

Le parc, mesuré ainsi, subit une certaine dépréciation annuelle qui s'est révélée être grossièrement constante sur la période considérée. On peut donc prédire, sans gros risque d'erreur, la valeur qu'aura le parc de l'année  $t$  un an plus tard en  $(t + 1)$ ; d'autre part, comme la capacité de production est limitée, il s'ajoute à ce parc déprécié, un volume prévisible des ventes. En somme à l'époque  $t$ , le parc total de l'époque  $(t + 1)$  est prévisible, mettons à 10 % près, et peut alors agir comme facteur sur une variable  $p$ , indice de prix de l'ensemble des voitures de tous âges, cette variable  $p$  étant la variable dépendante. Dans le modèle de FARELL aussi, les prix  $P_i$  étaient des variables dépendantes. Ici l'indice  $p$  est calculé chaque année:

$$p = \frac{\sum_i P_i \cdot n_{i,37}}{(\sum_i n_{i,37}) \cdot J}$$

$p_i$  = prix actuels des voitures d'âge  $i$ ,

$n_{i,37}$  = nombre de voitures d'âge  $i$ , en circulation en 1937

$J$  = indice général des prix, base 1937.

Cela s'explique par le fait qu'une baisse du parc  $X$ , signifiant soit un besoin de "plus de voitures", soit un besoin de "voitures plus neuves", entraîne une hausse de l'indice  $p$  du prix de la voiture moyenne ; et inversement dans une période où l'automobile serait un bien répandu en abondance, l'indice  $p$  baisserait.

Ce mécanisme peut être vérifié aux Etats-Unis mais ne l'est pas en France. En outre, l'influence du revenu sur l'indice  $p$  serait positive, ce qui est moins évident. L'équation ajustée est :

$$\log p = \text{Cte} - 0,9 \log X + 1,5 \log I \quad R^2 = 0,93$$

$I$  étant le revenu disponible.

Si  $p$  est bien la variable dépendante, les coefficients sont corrects et il n'y a aucun inconvénient à retourner l'équation, pour obtenir :

$$\log X = - 1,1 \log p + 1,7 \log I$$

CHOW fait remarquer que l'introduction du temps dans le calcul est significative :  $t$  apparaît avec un coefficient de 0,015 dans le cas où  $I$  est le revenu disponible ; le temps agit alors, semble-t-il, sur le parc, par un effet de diffusion.

Si au lieu du revenu disponible, on prend le revenu "normal" calculé par M. FRIEDMANN (1), l'ajustement est amélioré, et les coefficients deviennent : 2 pour le revenu et - 0,9 pour les prix.

---

(1) - Etude non parue citée par CHOW. Le revenu "normal" est une moyenne pondérée du revenu disponible actuel et du revenu des huit années précédentes ; les coefficients de pondération sont décroissants de  $t$  à  $t-8$ , exponentiellement.

### L'INFLUENCE DU TAUX D'INTERET.

CHOW introduit ensuite l'influence du taux d'intérêt ; les consommateurs disposent d'un certain patrimoine total qui peut être décomposé en trois parties : les avoirs liquides, les biens durables et les valeurs mobilières (le montant de ce patrimoine dépend largement du revenu passé, mais est proportionnel en général au revenu actuel).

La répartition entre ces trois catégories dépend :

- 1° - du taux d'intérêt,
- 2° - du taux de dépréciation,
- 3° - du coût de transaction.

L'individu choisira une répartition qui lui semble optimale en comparant le service fourni par les biens durables (forfaitairement considéré comme égal à la somme de l'intérêt du capital immobilisé dans ces biens et de leur dépréciation) au rendement escompté des valeurs mobilières, considérées comme un emploi alternatif du capital placé en biens durables. La répartition du patrimoine entre biens durables et valeurs mobilières dépend donc en premier lieu du taux d'intérêt. Mais le rôle du coefficient de dépréciation est important aussi dans la mesure où un bien durable a d'autant moins d'attrait, toutes choses égales d'ailleurs, qu'il se déprécie plus rapidement.

CHOW, supposant que la consommation reste proportionnelle au revenu, fait par ailleurs l'hypothèse que l'individu désire un rapport constant entre la valeur de ses biens durables et ses avoirs liquides (ce qui peut être discuté). Leur coût de possession est en effet dans les deux cas, proportionnel au taux d'intérêt ; si celui-ci vient à augmenter, les consommateurs pourraient préférer un meilleur placement de leur avoir : par exemple acheter des titres qui rapportent, au lieu de conserver de l'argent liquide ou des biens durables qui entraînent un manque à gagner. Par conséquent, le choix par les consommateurs d'une certaine structure de patrimoine leur paraissant satisfaisante, est influencée par les variations du taux d'intérêt, et le fait de prendre les avoirs liquides ou disponibilités comme nouvelle variable explicative permet de tenir compte de l'influence des changements du taux d'intérêt sur les achats de biens durables.

Se basant sur l'hypothèse que la valeur du parc X de biens durables possédés par des individus est proportionnelle à leurs disponibilités M (déterminées comme la somme de la monnaie en circulation et des dépôts bancaires à l'ordre des particuliers, à l'exclusion des titres) CHOW ajuste l'équation :

$$\log p = \text{Cte} - 0,68 \log X + 1,07 \log M \quad R^2 = 0,91$$

On peut en déduire, le retournement de l'équation étant correct :

$$\log X = - 1,4 \log p + 1,57 \log M$$

L'ajustement fait avec M, paraît significativement meilleur, d'après CHOW, qu'avec le revenu disponible, mais moins bon qu'avec le revenu "normal" ; on aboutit toutefois à des coefficients de prix assez voisins, de l'ordre de - 1, que l'on prenne comme troisième variable, le revenu normal ou les disponibilités.

Au sujet de l'élasticité du parc par rapport au revenu, CHOW présente un calcul intéressant : à partir d'une enquête du type budgets de famille, on peut classer les ménages interrogés, en une dizaine de classes de revenus. A l'intérieur de chaque classe de revenus  $x_1$  % des ménages possèdent une voiture de 1 an,  $x_2$  % une voiture de 2 ans, etc.....

Pondérant ces pourcentages par les prix moyens correspondants aux différents âges, on détermine le prix moyen des automobiles possédées par les ménages situés dans une classe de revenus. Le graphique donnant la variation de ce prix moyen en fonction du revenu, conduit à une élasticité de 1,4 : cette élasticité est légèrement inférieure à l'élasticité calculée précédemment, du parc  $x$  évalué aux prix actuels, par rapport au revenu (disponible ou "normal").

2° - ETUDE DES VENTES

Ayant expliqué le parc, toujours évalué au prix actuel des voitures en circulation, en fonction des variables revenu ou disponibilités, et prix, on passe facilement aux ventes de voitures neuves en considérant la différence entre le parc à la fin de l'année et le parc précédent déprécié :

Ventes = parc fin (t) - parc fin (t-1) déprécié

$$\text{ou } X_t^1 = X_t - k_t X_{t-1}$$

$X_t$  = parc à la fin de l'année t par habitant

$X_t^1$  = ventes de voitures neuves par habitant

$k_t$  = coefficient de dépréciation ~~#~~ 0,75

Dans l'équation précédente, donnant les ventes  $X_t^1$ , le parc  $X_t$  intervient comme une fonction du prix du parc p et du revenu. Ceci suppose que l'indice p du parc total est un indice de prix convenable ; comme cet indice p ne distingue pas les prix des voitures neuves et d'occasion, cette équation n'est valable que dans l'hypothèse des substitutions parfaites, et dans ce cas le coefficient de dépréciation est égal à 0,75 : la moyenne des  $k_t$  sur la période 1921-1953 est 0,745, c'est-à-dire qu'environ 25 % du parc évalué aux prix actuels est détruit chaque année. La dépréciation en nombre de voitures serait différente.

Pour déterminer la meilleure équation des ventes  $X_t^1$ , CHOW essaie successivement plusieurs équations, avec les variables :

p : prix du parc total

$p^1$  : prix des voitures neuves

I : revenu "normal" de FRIEDMANN (1)

$X_{t-1}$  : valeur du parc précédent

CHOW explique qu'il ne prend pas le prix  $p^0$  des voitures de plus d'un an, parce que celui-ci est déterminé par le parc X, le revenu I et le prix des neuves  $p^1$ .

---

(1) - se reporter aux pages précédentes.

Prenant plusieurs combinaisons de ces variables, CHOW conclut que le prix des voitures neuves  $p^1$ , le parc précédent  $X_{t-1}$  affecté d'un coefficient quelconque, à déterminer, et le revenu normal constituent la meilleure combinaison des variables pour déterminer les ventes :

$$X^1 = 0,45 - 0,07 \cdot p^1 + 0,02 I - 0,29 X_{t-1} \quad R^2 = 0,89$$

Cette équation étant établie avec  $p^1$  comme variable dépendante, nous avons vu qu'on pouvait la retourner, si  $p^1$  est effectivement la variable dépendante.

Le coefficient du parc précédent est égal à 0,29 dans cette équation alors qu'il était égal à 0,75 dans l'équation générale des ventes :

$X_t^1 = X_t - k_t \cdot X_{t-1}$ , établie dans l'hypothèse de substitutions parfaites entre voitures neuves et voitures de plus d'un an, où les prix intervenaient sous la forme du prix  $p$  du parc total.

Le fait que dans l'équation ci-dessus, qui est la meilleure pour expliquer les ventes, interviennent le prix des voitures neuves  $p^1$  et un coefficient du parc précédent bien inférieur à 0,75, permet de mettre en doute l'hypothèse de substitutions parfaites entre voitures neuves et d'occasion : les consommateurs préfèrent les voitures neuves parce qu'elles sont neuves et attachent subjectivement une valeur moindre aux voitures d'occasion indépendamment des prix relatifs.

En plus de cela une interprétation du fait que le coefficient de  $X_{t-1}$  est inférieur au coefficient de dépréciation est donnée par CHOW : chaque année, le parc  $X$  tend vers un certain état d'équilibre qui détermine sa variation annuelle  $X_t - X_{t-1}$ . Or, cet état d'équilibre peut ne pas être atteint entièrement dans l'année, mais seulement dans une proportion  $C$ .

L'augmentation réelle du parc n'est alors qu'une fraction  $C$  de l'augmentation qui conduirait à l'équilibre. On pourrait écrire :

$$\text{Ventes } X_t^1 = C(X_t - X_{t-1}) + (1 - k) X_{t-1}$$

= augmentation + remplacement  
du parc

$$\text{d'où } X_t^1 = C X_t + (1 - k - C) X_{t-1}$$

La valeur de C serait de l'ordre de 0,5 et le coefficient de  $X_{t-1}$  serait donc  $(1 - k - C)$  de l'ordre de  $(1 - 0,75 - 0,50) = - 0,25$ . On retrouve le coefficient de  $X_{t-1}$  de la deuxième théorie.

#### INFLUENCE DE L'EPARGNE

Il est tentant d'introduire l'épargne dans un modèle concernant les biens durables. Or, on peut dire que la consommation est une fraction  $a$  du revenu normal ; l'épargne est donc égale à la différence :

Revenu disponible -  $a$  revenu normal.

On introduira dans l'équation reliant les ventes  $X^1$  au prix et au revenu disponible, une combinaison du revenu disponible et du revenu normal. On obtient les deux équations suivantes, selon qu'on prend l'indice des prix des voitures neuves  $p^1$ , ou l'indice des prix de l'ensemble du parc,  $p$  :

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} (X^1 = 0,46 - 0,02 p^1 - 0,07 X_{t-1} + 0,01 I_D - 0,002 I_E \\ \text{Ventes } \left\{ \begin{array}{l} \text{ou} \\ (X^1 = 0,14 - 0,02 p - 0,21 X_{t-1} + 0,01 I_D - 0,001 I_E \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \quad \begin{array}{l} R^2 = 0,82 \\ \\ R^2 = 0,86 \end{array}$$

$X^1$  = Ventes de voitures neuves par tête

$P^1$  = prix des voitures neuves

$p$  = prix de l'ensemble du parc

$I_D$  = revenu disponible

$I_E$  = revenu "normal".

Dans les deux équations précédentes, le coefficient du revenu normal n'est pas significativement différent de 0. La raison en est que, dans ce coefficient, une composante positive correspondant au désir de consommer est annulée par une composante négative correspondant au désir d'épargner. Par contre, le coefficient des prix  $p$  ou  $p^1$  est différent de 0, ce qui montre que les prix des voitures interviennent dans le choix que fait le consommateur entre achat ou épargne.

IV

ANALYSE

DES DONNEES REGIONALES

---

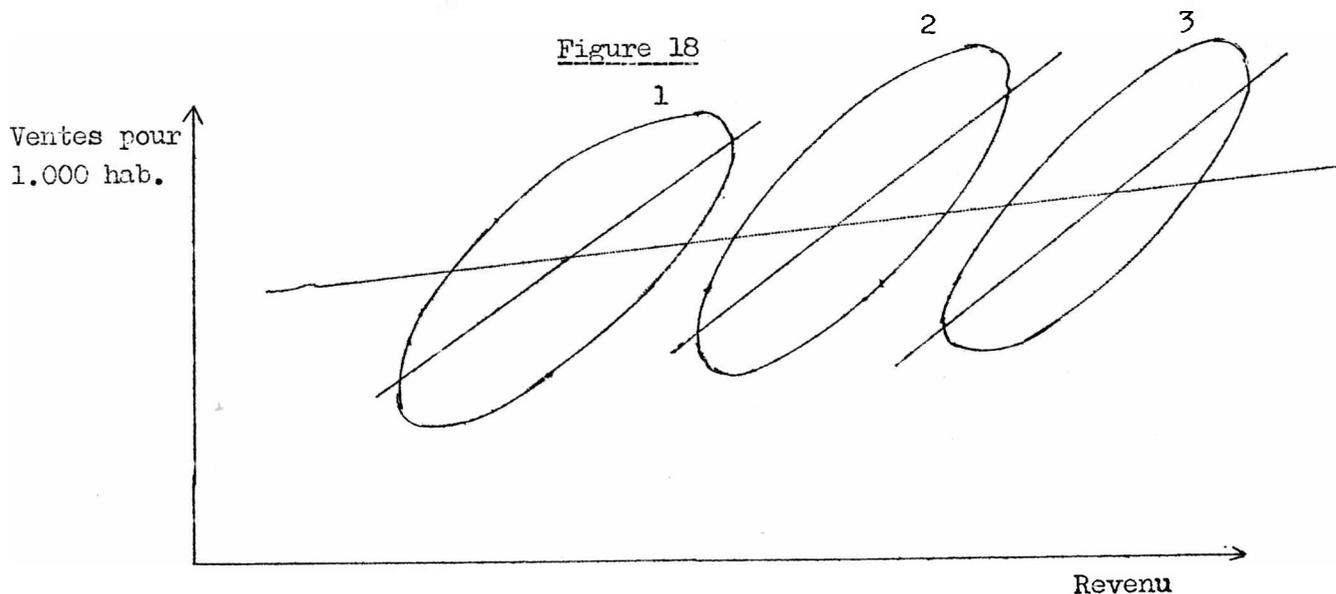
---

---

On peut essayer d'étudier directement les ventes annuelles d'automobiles, en recherchant dans quelle mesure les différences entre les départements des moyennes de ventes par habitant sont expliquées par les différences de facteurs, tels que le revenu moyen par département.

Cette méthode ne repose sur aucune considération théorique. On suppose seulement que les relations liant les consommations individuelles aux facteurs usuels tels que le revenu et les prix, existent encore lorsque'on les applique, non plus à des individus ou ménages, mais à des moyennes de groupements géographiques.

A l'intérieur de chaque département la dispersion des taux de ventes entre groupes socio-professionnels homogènes peut être grande ; c'est à partir de cette dispersion que l'on devrait mesurer l'influence du revenu. Or par la méthode de comparaisons régionales on ne compare que des moyennes régionales. La dispersion de l'ensemble de ces moyennes peut être très inférieure à la dispersion à l'intérieur de chaque région et la mesure de l'influence du revenu peut ainsi être faussée, comme le montre la figure 18.



Chaque nuage de points, 1, 2, 3, ..... correspond à un département. Une droite ajustée aux points moyens de chaque nuage peut ne pas avoir la même pente que les droites ajustées à chaque nuage.

Les relations obtenues sont empiriques ; si ces relations entre la consommation et le revenu pour des groupements géographiques, sont analogues aux relations obtenues par d'autres méthodes - analyse temporelle ou budgets de famille - c'est une confirmation. Mais dans le cas contraire, on ne peut conclure que les résultats obtenus par les autres méthodes soient mauvais.

Le problème des comparaisons régionales est rendu plus compliqué ici, par le fait qu'il s'agit de biens durables. Pour les biens de consommation non durables, en effet, des résultats satisfaisants ont été obtenus : dans le cas du tabac, par exemple, le coefficient d'élasticité par rapport au revenu, calculé par cette méthode est le même que celui obtenu par les autres méthodes. Remarquons que les prix n'ont pas à être considérés, puisqu'ils sont les mêmes d'une région à l'autre (bien que de légères différences de prix puissent exister pour les voitures neuves, à cause des frais de transport de l'usine au revendeur).

On fera d'abord une application de cette méthode aux données françaises, puis on examinera les études de EANDREEN (1) pour les Etats-Unis et de Melle MORICE (2) pour la France.

---

(1) - Bibliographie n° 1

(2) - Bibliographie n° 14.

# A - Application aux données françaises

Les données relatives aux ventes et à la population (1) sont établies avec précision, mais les données sur les revenus départementaux (2) par habitant comportent beaucoup plus d'incertitude et ne représentent souvent qu'un ordre de grandeur : l'indice de revenu adopté pour les agriculteurs en particulier, est très approximatif, à cause de l'autoconsommation et des dépenses d'équipement.

Si on porte sur un graphique en coordonnées logarithmiques les immatriculations de voitures neuves pour 1.000 habitants, en fonction du revenu moyen par habitant, pour chaque département, on obtient un nuage de points assez dispersé, de pente égale à environ l'unité. Mais plusieurs difficultés apparaissent pour l'ajustement statistique et l'interprétation :

## DIFFICULTES STATISTIQUES.

L'ajustement d'une droite par la méthode des moindres carrés est commode, mais, dans certains cas, une courbe conviendrait mieux. En outre, il faut choisir entre la minimisation de la somme des carrés des écarts des points à la droite de régression, parallèlement aux immatriculations ou parallèlement aux indices de revenu : or, dans le cas présent, si l'indice de revenu est la variable explicative, ce qui justifierait de considérer les écarts parallèlement aux immatriculations, la dispersion parallèlement aux indices de revenu est au moins aussi grande, à cause de l'imprécision de ces indices. On obtient les deux équations suivantes :  $\log I = b \cdot \log R + e$

$$\log R = b' \cdot \log I + e'$$

- 
- (1) - Source I.N.S.E.E. : immatriculations de voitures neuves par département - immatriculations de voitures d'occasion par département. immatriculations par professions : agriculteurs, etc.. Population totale et population vivant de l'agriculture.
- (2) - L'Espace Economique Français ; on a utilisé :  
- l'indice de revenu des particuliers en 1951  
- le produit de l'agriculture en 1951  
- le produit départemental total en 1951

e et e' désignant les écarts des observations à la droite de regression. On a trouvé, pour l'année 1954 :  $b = 0,85$  (0,08) et  $b' = 0,62$  (0,07). Le coefficient d'élasticité sera, dans le premier cas 0,85, mais si les écarts doivent être pris parallèlement aux indices de revenus, c'est le coefficient  $b'$  qui est correct pour le calcul du coefficient d'élasticité des ventes par rapport au revenu alors égal à  $1/0,62 = 1,60$ .

#### DIFFICULTES D'INTERPRETATION

Même si le coefficient d'élasticité calculé est correct, on ne sait pas s'il mesure convenablement l'influence d'une variation du revenu, sur les immatriculations.

En effet, d'autres facteurs que le revenu, sont susceptibles d'expliquer les différences des ventes d'automobiles par habitant, entre départements. Si au lieu du revenu R, on prend le pourcentage de population agricole A dans chaque département comme variable explicative, on obtient un nuage analogue, parce que les deux variables explicatives R et A sont colinéaires. Pour mesurer l'influence réelle de ces deux variables, on ne peut essayer d'ajuster une équation telle que :  $\log V = a \log R + b \cdot A + e$

V = ventes totales de voitures neuves pour 1.000 habitants

R = revenu

A = pourcentage d'agriculteurs

car, à cause de la colinéarité de R et A, les coefficients obtenus n'auraient pas de sens, bien que l'on puisse obtenir un coefficient de corrélation élevé. D'autre part, cette équation nécessite l'hypothèse que le coefficient a d'élasticité par rapport au revenu est constant quelque soit A, ce dont on ne sait rien.

La raison de ces difficultés est que le nombre d'immatriculations pour 1.000 habitants, varie beaucoup moins entre départements qu'entre groupes d'individus homogènes quant au revenu à l'intérieur d'un même département.

C'est-à-dire que les groupements imposés par la géographie ne sont pas les groupements optimaux pour une analyse de l'influence du revenu ; ces derniers devraient être faits par rapport aux revenus.

Dans cette optique, pour considérer des populations plus homogènes, quant à leur revenu, nous avons fait le même calcul, en séparant la population vivant de l'agriculture de la population n'en vivant pas. Les taux d'immatriculation varient en 1955 pour la population vivant de l'agriculture : de 0,2 ‰ à 7,2 ‰ (en exceptant le département de la Seine), c'est-à-dire, dans le rapport de 1 à 35, tandis que les taux relatifs à la population urbaine ou rurale non agricole varient de 5,7 ‰ à 22,5 ‰, soit de 1 à 4, c'est-à-dire environ 9 fois moins.

Quant aux indices de revenu correspondants, ils varient entre les 90 départements de 1 à 4 environ, pour chacune des deux sous-populations, alors qu'entre catégories socio-professionnelles homogènes ils s'étalent de 1 à 7 (1).

Si on ne distingue pas les populations agricoles et non agricoles, l'indice de revenu départemental varie seulement de 1 à 2 (Seine et Corse exclues). Le fait que les groupements soient imposés par la géographie risque de fausser les résultats, exactement comme si, dans une enquête "budgets de famille", on groupait les ménages par ville pour étudier l'influence du revenu moyen sur les dépenses moyennes. La population agricole prise isolément forme toutefois un groupe assez homogène auquel il semble légitime d'appliquer la méthode des comparaisons spatiales. Le coefficient d'élasticité obtenu dans ce cas est de l'ordre de 2, signifiant que la demande de voitures neuves est très élastique chez les agriculteurs.

Malheureusement, ceux-ci n'achètent qu'environ 6 % des voitures neuves et leur comportement nous intéresse moins que celui du reste de la population.

#### L'INFLUENCE DU MARCHÉ DE L'OCCASION.

Une autre difficulté vient du fait que les ventes de voitures neuves dans un département sont influencées par le marché des voitures d'occasion qui interviennent comme des substituts. Or, les données actuelles sur les immatriculations de voitures d'occasion, ne suffisent pas pour mener à bien une telle recherche, car elles représentent le nombre de transactions, et une même voiture peut changer de main plusieurs fois dans l'année à l'intérieur du même département.

---

(1) - Voir "Tableau Economique de l'Année 1951" - Ministère des Finances.

Il faudrait disposer de statistiques donnant d'une part les échanges de voitures, à l'intérieur d'un département, entre personnes de catégories socio-professionnelles différentes (au moins agriculteurs et non agriculteurs) et indiquant d'autre part les échanges entre départements, sous la forme "importations-exportations".

Les données actuelles nous montrent cependant que les agriculteurs achètent environ 4 fois plus de voitures d'occasion que de voitures neuves, et que dans les départements pauvres, où la proportion des agriculteurs est forte, le rapport des achats de voitures d'occasion aux achats de neuves est plus élevé que dans les autres départements.

En conclusion, l'analyse régionale des ventes ne paraît pas très satisfaisante pour mesurer l'influence du revenu, c'est-à-dire le coefficient d'élasticité, parce que les groupements géographiques ne permettent pas d'analyser la dispersion des taux de ventes comme le permettraient des groupements de populations homogènes quant à leur revenu.

Pour améliorer cette analyse, il faudrait disposer de statistiques départementales, croisées avec les catégories socio-professionnelles.

## B-BANDEEN

La méthode des comparaisons régionales est utilisée par R.A. BANDEEN, dans une étude faite aux Etats-Unis, appliquée à la dépréciation annuelle du parc de chaque état. La dépréciation annuelle est ici, en valeur absolue, la somme de la dépréciation du parc précédent et de la dépréciation des voitures neuves.

BANDEEN calcule pour les 48 états américains les dépréciations C par habitant, des parcs correspondants aux deux années 1940 et 1950. Il cherche à expliquer les différences, d'un état à l'autre, entre les variations relatives  $C_{1950}/C_{1940}$ , par les différences entre les variations relatives du revenu et de la population dans les mêmes états.

C étant la dépréciation par habitant, y le revenu par habitant et P la densité de population, BANDEEN ajuste l'équation suivante, à partir des 48 observations :

$$\frac{C_{1950}}{C_{1940}} = 0.95 \left( \frac{Y_{1950}}{Y_{1940}} \right)^{0.89} \cdot \left( \frac{P_{1950}}{P_{1940}} \right)^{-0.30}$$

On voit donc qu'à un changement de 10 % du revenu par habitant, correspond un changement de 9 % de la dépréciation par habitant. D'autre part, l'influence négative exercée par la densité de population vient du fait que l'on se sert moins des automobiles dans les états à population dense, à cause des encombrements et de l'existence de transports publics.

BANDEEN calcule la dépréciation C par état en prenant la différence entre le prix d'un modèle donné de voiture d'âge i et le prix du même modèle d'âge i + 1. Il considère, en outre, que l'écart de prix entre les véhicules de 1 an et ceux de 2 ans est une approximation suffisante de la dépréciation de l'ensemble des voitures d'occasion, ce qui est une simplification, bien qu'aux Etats-Unis, les voitures soient conservées assez peu longtemps. En toute rigueur, il faudrait considérer les voitures de tout âge et leur affecter la dépréciation correspondante.

Pour vérifier l'équation obtenue, BANDEEN calcule les dépréciations par état, correspondant à l'année 1953, et par le raisonnement ci-dessous, les immatriculations de voitures neuves qu'il compare aux immatriculations observées.

La dépréciation par tête dans chaque état en 1953 est obtenue à partir des chiffres de 1950 modifiés par l'augmentation du revenu et la variation de la population. Mais cette dépréciation est la somme de la dépréciation correspondant aux voitures d'un an ou plus et de la dépréciation correspondant aux voitures de moins d'un an. Etant donné, en 1953, la dépréciation des voitures d'un an ou plus calculée à partir de leurs effectifs et de leur perte de valeur, BANDEEN en déduit par différence, avec la dépréciation totale, la dépréciation correspondant aux voitures de moins d'un an en 1953, pour chaque état. Calculant ensuite la dépréciation moyenne d'une voiture neuve en 1953 (différence entre le prix d'une voiture neuve et le prix du même modèle âgé d'un an) le rapport :

$$\frac{\text{Dépréciation totale des voitures de l'état de moins d'un an}}{\text{dépréciation moyenne d'une voiture neuve}}$$

donne le nombre de voitures neuves immatriculées en 1953 dans chaque état : les immatriculations ainsi calculées sont proches des immatriculations observées.

Dans l'équation obtenue par BANDEEN, l'exposant du rapport  $Y_{1950}/Y_{1940}$  est égal à 0,89,  $Y$  désignant le revenu par habitant. En première approximation cet exposant peut être considéré comme l'élasticité de la dépréciation par rapport au revenu. Il est intéressant de comparer ce résultat de BANDEEN au coefficient d'élasticité déterminé à partir d'une série temporelle. Or, justement aux U.S.A., G. CHOW (1) trouvait que sur la période 1921-1953 l'élasticité du parc mesurée en valeur par habitant par rapport au revenu, était de 1,7, et que la dépréciation était une proportion pratiquement constante du parc : si on admet les conclusions de CHOW, le coefficient d'élasticité de la dépréciation moyenne du parc par rapport au revenu serait donc 1,7. La méthode des comparaisons régionales, comme nous l'avons signalé dans le cas de la France, conduirait par conséquent, dans le cas des Etats-Unis, à un coefficient d'élasticité par rapport au revenu, plus faible que celui obtenu par une analyse temporelle, parce que les variations de moyennes de consommation entre groupements géographiques imposés sont moins sensibles aux différences de revenu, que les variations de consommation d'un pays dans le temps, ou entre catégories sociales homogènes, à un même instant.

## C-Melle MORICE

La méthode des comparaisons départementales est utilisée par Melle MORICE (1) pour l'étude de la demande d'automobiles en France. Comme pour son analyse temporelle des ventes, Melle MORICE s'est livrée à un travail très important de reconstitution de séries utilisables, à partir des données dispersées dont on dispose en France, en particulier pour les statistiques de revenus départementaux d'avant et après-guerre. Les méthodes qu'elle utilise sont très intéressantes en ce sens qu'au lieu de se borner à une analyse des ventes en fonction du revenu, Melle MORICE calcule le parc potentiel de chaque département et exprime la demande de voitures de chaque département en fonction de l'écart entre

---

(1) - Bibliographie n° 7

(2) - Bibliographie n° 14. L'analyse temporelle de la demande d'automobiles en France, par Melle J. MORICE est étudiée au chapitre II : l'augmentation du parc.

le parc réel et ce parc potentiel. On étudiera successivement l'augmentation relative du parc pendant les périodes 1934-1938 et 1949-1953, et la demande totale en 1934 et 1954.

1° - L'AUGMENTATION RELATIVE DU PARC

Au point de vue des données, une difficulté se présentait : il fallait chiffrer le remplacement à l'intérieur de chaque département, et le soustraire des ventes pour obtenir l'augmentation du parc. Ceci était impossible en raison de l'insuffisance des données, et, en première approximation, l'augmentation relative du parc pouvait être mesurée par le rapport :

$$\frac{\text{Demande totale}}{\text{parc}} = \frac{\text{Demande nette ou augmentation du parc} + \text{Remplacement}}{\text{parc}}$$

car, en faisant l'hypothèse que le remplacement est proportionnel au parc (Remplacement = k . Parc), on obtient :

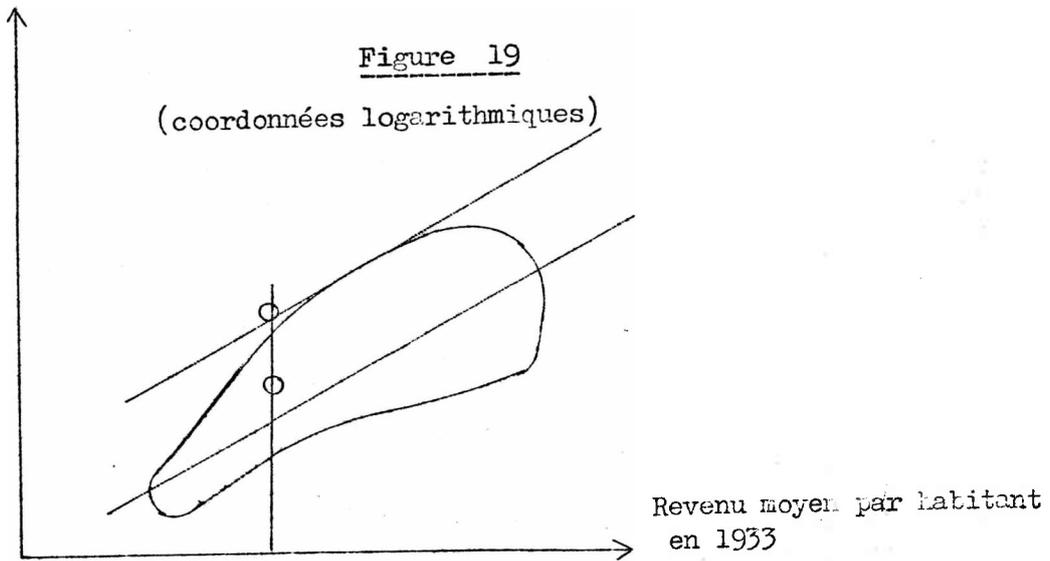
$$\frac{\text{Augmentation du parc}}{\text{parc}} = \frac{\text{demande totale}}{\text{parc}} - k$$

ce qui revient à faire un simple changement d'origine des coordonnées. Mais cette méthode ne donne qu'une approximation de l'augmentation relative du parc, car le rapport du remplacement au parc varie entre départements à cause de la composition du parc par âge. De plus, Melle MORICE fait l'hypothèse que le solde des importations de voitures d'occasion venant d'autres départements qui viennent grossir le parc du département, compensent en partie, pour les départements pauvres, le nombre relativement plus important de vieilles voitures très peu utilisées dans ces départements.

L'augmentation relative du parc est alors expliquée, non par le revenu moyen départemental par habitant, mais par l'écart entre le parc potentiel et le parc réel dans chaque département. Le revenu est introduit indirectement par le parc potentiel, de la manière suivante : la mise en graphique (fig 19) de la densité automobile en fonction du revenu moyen, en 1933, fournit un nuage de points montrant une bonne liaison entre ces deux variables.

densité  
automobile  
1933

Figure 19  
(coordonnées logarithmiques)



Melle MORICE mesure le parc potentiel de chaque département par le parc maximal observé pour les départements de même revenu, le parc maximal correspondant à chaque revenu étant lu sur la parallèle à la droite de regression, passant par les points les plus hauts. Cela nécessite l'hypothèse d'une élasticité constante du parc par rapport au revenu, quel que soit le niveau de revenu.

Cette méthode conduit aux équations d'ajustement suivantes respectivement pour les périodes 1934 à 1938 et 1949 à 1953 :

Y = augmentation relative du parc

$$X = \frac{\text{parc réel}}{\text{parc potentiel}}$$

$$1934-1938 : Y = 748. X^{-0,631} \quad R = - 0,82$$

$$1949-1953 : Y = 157,2 . X^{-0,826} \quad R = - 0,87$$

Ces équations traduisent chacune le fait que l'augmentation relative du parc d'un département est d'autant plus grande, que le parc est plus éloigné du parc potentiel. La liaison parc potentiel-revenu par habitant peut se traduire par les équations suivantes, à des coefficients constants près :

$$1933 : \text{parc potentiel} = (\text{revenu})^{0.73}$$

$$1948 : \text{parc potentiel} = (\text{revenu})^{0.54}$$

ces deux relations n'étant pas données par Melle MORICE, nous avons estimé les coefficients 0.73 et 0.54. Les équations d'ajustement sont alors de la forme :

$$\text{augmentation relative du parc} = \frac{\text{revenu}^a}{\text{parc réel}^b}$$

a, étant de l'ordre de 0,45, pour les deux périodes, et b égal à 0,631 et 0,826 en 1933 et 1948 respectivement.

L'augmentation relative du parc est la même, pour deux départements de revenus différents, mais ayant le même rapport parc réel/parc potentiel ; ceci vient du fait que le parc potentiel adopté par Melle MORICE est une fonction du revenu; l'augmentation relative du parc, pour deux départements de revenus inégaux, est bien plus forte dans le département à revenu plus élevé, ce qui n'apparaissait pas au premier examen des équations obtenues. C'est pourquoi il aurait été peut-être plus simple d'ajuster directement une équation de la forme :

$$Y = (\text{Revenu})^a . (\text{Parc})^b$$

2° - LA DEMANDE TOTALE EN 1934 ET EN 1954

Trois facteurs sont retenus par Melle MORICE pour expliquer la demande totale : le revenu par habitant, la demande de remplacement, le rapport du parc réel au parc potentiel. Pour cela, elle propose l'équation suivante d'ajustement :

$$\text{Demande totale} = a \text{ Revenu} + b \text{ Parc} + c \frac{\text{parc réel}}{\text{parc potentiel}}$$

mais renonce à une telle équation à cause de la colinéarité qu'il y a entre ces variables et qui viendrait fausser la détermination des coefficients. C'est pourquoi Melle MORICE ne conserve comme facteurs, que le parc par habitant pour mesurer la demande de remplacement et le rapport parc réel/parc potentiel. Nous avons vu que le parc potentiel était fonction du revenu, donc qu'il est légitime de ne pas introduire en plus, le revenu.

Les équations suivantes sont obtenues, par Melle MORICE, pour 1934 et 1954 :

Y = demande totale

X<sub>1</sub> = parc pour 1.000 habitants

X<sub>2</sub> = rapport  $\frac{\text{parc réel}}{\text{parc potentiel}}$

$$1934 : Y = 8,46 \frac{X_1^{0,99}}{X_2^{0,536}} \quad R = 0,92$$

$$1954 : Y = 7,518 \frac{X_1^{1,455}}{X_2^{0,914}} \quad R = 0,92$$

Le parc X<sub>1</sub> sert ici à mesurer la demande de remplacement ce qui est une approximation, puisque le remplacement dépend du volume du parc, mais aussi de sa composition par âge (voir plus loin).

L'exposant du parc potentiel est plus élevé en 1954 qu'en 1934, ceci traduisant un plus grand désir de voitures, bien qu'il y en ait plus par habitant en 1954 qu'en 1934. Comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent, le parc potentiel est une fonction du revenu, et l'influence d'une augmentation de revenu sur la demande est bien positive.

Si on estime les coefficients d'élasticité du parc potentiel par rapport au revenu, par lecture directe sur les graphiques de Melle MORICE pour 1933 et 1954 et si on remplace dans les deux équations précédentes le parc potentiel par une fonction du revenu, on obtient :

$$1934 : Y = \frac{(\text{parc réel})^{0.99} (\text{revenu})^{0.73 \times 0,536}}{(\text{parc réel})^{0.536}}$$

$$1954 : Y = \frac{(\text{parc réel})^{1,455} (\text{revenu})^{0,30 \times 0,914}}{(\text{parc réel})^{0.914}}$$

Les coefficients du revenu seraient donc 0,39 et 0,27 pour les deux années, ce qui paraît faible : mais nous devrions tenir compte du fait que le parc réel est aussi fonction du revenu. Ce résultat confirme que le coefficient d'élasticité des ventes par rapport au revenu, obtenu par la méthode des comparaisons régionales est, sauf erreur, sous-estimé.

Enfin, Melle MORICE introduit avec raison dans les deux équations précédentes, le rapport des immatriculations de voitures neuves à celles des voitures d'occasion pour tenir compte du rôle joué par les importations de voitures d'occasion venant d'autres départements; ce qui améliore l'ajustement ( $R = 0,96$  au lieu de  $R = 0,92$ ).

En résumé, la partie de l'étude de Melle MORICE consacrée aux comparaisons régionales, présente, en plus d'un gros travail de reconstitution des données, un intérêt théorique certain, par l'utilisation du parc potentiel de chaque département. Cependant on aimerait voir davantage mis en évidence le rôle joué par le revenu, dans la demande d'automobiles, celui-ci n'intervenant qu'indirectement par l'intermédiaire du parc potentiel.

# CONCLUSION

---

---

---

Il ressort de l'étude des modèles économétriques examinés ci-dessus sur la demande d'automobiles que le marché de ce bien n'est pas encore très bien connu ni en théorie ni en pratique. L'hétérogénéité des analyses présentées en est une preuve ; on doit constater en outre un manque important d'informations, en particulier dans le cas de la France.

Deux problèmes se posent par conséquent :

- construire un modèle cumulant les avantages de ceux qui ont été étudiés, et exempt, si possible, de leurs défauts,
- constituer une documentation statistique plus abondante, les renseignements à rechercher étant évidemment fonction du modèle amélioré qu'on aura tenté d'esquisser.

Il semble toutefois utile de dresser auparavant un bilan des modèles étudiés pour essayer d'en dégager les caractéristiques à incorporer au modèle qui sera proposé.

#### BILAN DES MODELES ETUDIES.

Les modèles étudiés se répartissent en deux grandes catégories :

- ceux qui séparent le renouvellement et l'augmentation du parc et les traitent comme deux demandes indépendantes ;
- ceux qui considèrent l'ensemble du parc sous tous ses aspects : mortalité, croissance, transactions des voitures d'occasion. Cette dernière manière de voir paraît être la meilleure, puisque la variable fondamentale est le parc ; les autres variables, remplacement et augmentation, en dépendant étroitement.

On a vu que le remplacement étudié isolément en nombre de voitures était principalement déterminé par la structure du parc par âge, mais que de fortes perturbations dues aux circonstances économiques pouvaient modifier très sensiblement le remplacement probable obtenu par une analyse démographique.

Le calcul du remplacement probable exige la connaissance de la structure du parc par âge et des coefficients de mortalité empiriques résultant des observations passées. C'est donc surtout un problème d'information pratique. Le rôle des variations économiques telles que la hausse ou la baisse des revenus, est par contre assez difficile à déterminer parce que les coefficients de mortalité obtenus par l'expérience sont beaucoup moins stables que pour une population humaine : il serait en effet facile de mesurer l'influence des perturbations dues à la conjoncture sur le nombre de décès, si on était assuré que les coefficients de mortalité soient stables. Dans une population humaine, si le nombre de décès au cours d'une année est le double du nombre de décès probables, c'est pour une raison accidentelle et non parce que les coefficients se sont brutalement modifiés. C'est beaucoup moins certain pour un parc automobile.

En outre, au lieu de se borner à compter le nombre de voitures retirées de la circulation, il semble préférable de considérer aussi l'usure des voitures restantes, c'est-à-dire leur dépréciation annuelle. Ceci est possible lorsque le parc est mesuré en valeur, en comptant chaque voiture pour son prix actuel, au début et à la fin de l'année, ce qui supposerait en France, la connaissance de la composition du parc par marques, par types et par âges, les journaux spécialisés donnant les prix correspondants. On pourrait calculer alors un coefficient de dépréciation du parc, qui, aux Etats-Unis tout au moins, semble pratiquement constant. Cette question de la constance du coefficient de dépréciation mériterait d'être approfondie du point de vue théorique.

Quant à l'augmentation du parc, considérée isolément, deux méthodes distinctes sont utilisées pour l'expliquer :

La première consiste à considérer un parc potentiel - défini comme la limite supérieure vers laquelle tend le parc actuel - en fonction de la structure des revenus et des prix et du nombre d'acheteurs possibles. On peut assimiler le parc à des segments de logistiques comme le fait ROOS. Mais cette méthode comporte deux difficultés : le niveau du parc doit être ajusté chaque année en réponse aux modifications des facteurs explicatifs ; en outre, le nombre d'années nécessaires pour atteindre le parc potentiel reste indéterminée : ROOS suppose que la vitesse avec laquelle le parc réel se rapproche du parc potentiel est proportionnelle au niveau du parc potentiel ; cette solution ne convient qu'imparfaitement. Cependant le fait de prendre comme facteur l'écart entre le parc réel

et le parc potentiel donne de bons résultats. Comme pour le remplacement, on pourra tenir compte de perturbations accidentelles, causées par les circonstances économiques sur la tendance à long terme du parc .

L'autre méthode pour expliquer l'augmentation du parc consiste à utiliser la distribution des revenus : on suppose que tous les ménages ayant un revenu annuel supérieur à un certain niveau R possèdent une voiture.

A cause de l'augmentation générale des revenus, de nouveaux consommateurs atteignent chaque année ou dépassent ce niveau minimal R et sont supposés acheter une automobile (neuve ou d'occasion). En outre, le niveau R peut lui-même baisser à cause de l'apparition de modèles à bon marché et de la diffusion, et ceci favorise l'augmentation du nombre de nouveaux propriétaires.

Ce dernier type de modèle donne des résultats intéressants mais il faudrait, plutôt que d'assimiler tous les propriétaires de voitures aux possesseurs de revenus élevés, considérer le pourcentage des propriétaires à l'intérieur de chaque classe de revenu, pour tenir compte de la répartition réelle des voitures dans les ménages.

Dans cette optique, le modèle de Melle MORICE présente un grand intérêt, car la notion de parc potentiel y est combinée avec l'utilisation de la distribution des revenus.

Les modèles utilisant les méthodes précédentes conduisaient à de bons ajustements de la demande calculée à la demande observée. Cependant, la plupart de ces modèles ne tiennent pas compte du marché de l'occasion ; or, le fait qu'il soit possible de revendre une voiture d'occasion permet à de nombreux propriétaires d'en acquérir une neuve à la place ; en outre, l'existence sur le marché de ces voitures d'occasion permet à des ménages qui ne pourraient acheter une voiture neuve, de devenir tout de même propriétaires. Ces changements de main ont un rôle très important et il semble bien qu'on ne puisse les négliger.

Les deux modèles qui en tiennent compte sont cependant bien distincts.

Dans le modèle de FARELL, les consommateurs classés en catégories de revenu décroissant se répartissent les voitures disponibles, neuves ou d'occasion. Chaque consommateur cherche à satisfaire son désir de posséder une voiture d'un certain prix, tout en tenant compte de son niveau de revenu, en substituant à la voiture qu'il possède, une voiture d'un prix différent. On fait ici l'hypothèse que le prix ou la valeur d'une voiture est lié à son âge ; cette hypothèse convient mieux au cas des Etats-Unis - où les types de voitures sont assez homogènes - qu'en France, où les prix des voitures de même âge sont largement dispersés. Le mécanisme de répartition des voitures parmi les consommateurs, n'est cependant pas rigide ; leur comportement est déterminé par d'autres forces que leur niveau de revenu, et FARELL introduit une variable aléatoire pour représenter les goûts des consommateurs. Ce modèle est excellent pour expliquer le mécanisme des prix, mais il a l'inconvénient d'être difficilement utilisable pour prévoir la demande.

Le modèle de CHOW n'utilise pas cette répartition des voitures parmi les consommateurs en nombre variable et disposant de revenus inégaux. Il ramène le parc total, les revenus et les prix à des moyennes nationales : le parc est mesuré en valeur par habitant, le revenu est le revenu disponible moyen, les prix utilisés sous forme d'indice sont d'une part le prix moyen des voitures de moins d'un an, d'autre part le prix moyen des voitures d'un an ou plus.

Les prix sont, comme dans le modèle de FARELL, les variables dépendantes. Il en résulte un équilibre entre le parc par habitant, le revenu disponible du consommateur moyen, et les prix. Le rôle du marché de l'occasion est donc introduit automatiquement puisque les voitures figurent dans le parc, pour leur valeur actuelle ; le fait qu'elles soient d'âges et de prix différents est introduit dans la valeur du parc et il n'y a plus à en tenir compte explicitement dans le modèle.

Un calcul préalable assez lourd est cependant nécessaire pour estimer cette valeur du parc, à partir des effectifs et des prix actuels. Une fois le calcul fait, le modèle lui-même est simple. Ce qui fait en outre l'intérêt de ce modèle est l'utilisation d'un facteur, jusqu'à présent négligé par les auteurs autres que CHOW, le patrimoine, ou plutôt la structure du patrimoine des consommateurs ; ceux-ci pouvant en effet choisir entre plusieurs utilisations de leur fortune : la garder sous forme de liquidités, posséder des biens durables, constituer un portefeuille, ou encore avoir une fortune immobilisée en terrains ou en immeubles. Aussi bien la valeur totale du patrimoine que sa structure peuvent avoir une influence sur les achats et la possession de biens durables.

Cette innovation théorique, qui consiste à introduire le montant de la fortune ou de ses éléments comme facteurs explicatifs de la demande de biens durables, est importante et méritait d'être soulignée. Les facteurs classiques, prix et revenu, ne paraissent pas en effet susceptibles d'expliquer complètement la demande de ces biens qui sont eux-mêmes des éléments du patrimoine et sont acquis comme source d'un revenu en nature - le service qu'ils procurent. Mais en matière de patrimoine plus encore qu'en matière de ventes ou de parc de biens durables, la documentation statistique fait défaut, et sans elle, on ne saurait construire de modèle opérationnel.

L'ensemble des modèles étudiés présente enfin l'inconvénient majeur de ne pas reconnaître l'existence de différents marchés de l'automobile : clientèle d'entreprises - individuelles ou sociétaires ; clientèle de ménages - salariés ou indépendants. Le comportement de ces clientèles est distinct, de sorte que vouloir étudier une demande indifférenciée constitue une simplification excessive et risquerait, dans le cas français, de conduire à des résultats erronés.

#### CARACTERISTIQUES D'UN MODELE ECONOMETRIQUE DE LA DEMANDE D'AUTOMOBILES EN FRANCE.

Il n'est ni possible ni souhaitable de faire la synthèse des modèles étudiés ci-dessus sous prétexte de construire un modèle amélioré convenant au cas français ; ils ont en effet été conçus à des époques et dans des pays différents et font appel à des méthodes d'analyse trop diverses. Ils peuvent toutefois nous aider à déterminer les caractéristiques que devrait comporter un modèle répondant à la situation française. Ces caractéristiques définiront le plan de recherches statistiques à entreprendre pour rendre le modèle proposé opérationnel.

On devra tout d'abord traiter séparément les deux clientèles, ménages et entreprises, qui ont, selon toute vraisemblance, un comportement distinct.

A partir des modèles examinés qui traitent essentiellement des ménages, on peut dresser la liste des facteurs susceptibles d'influencer la demande provenant de ce secteur. Ce sont :

- la distribution détaillée des revenus croisés avec les catégories socio-professionnelles,
- la fortune des ménages (montant et structure),
- les catégories socio-professionnelles détaillées,
- le nombre de ménages dans chaque catégorie,
- les prix des voitures neuves et d'occasion,
- l'âge du chef de ménage et la composition de la famille dans chaque catégorie.

En ce qui concerne les entreprises et administrations, on devra distinguer d'une part les entreprises individuelles - dont on admettra que le comportement peut être étudié en liaison avec celui des ménages, d'autre part, les sociétés et administrations.

Dans le cas de ces dernières, on ignore les facteurs qui déterminent leur demande de voitures : les modèles analysés au cours de cette étude négligent tous ce problème auquel il faudrait consacrer une étude spéciale. Cependant, on peut suggérer quelques uns des facteurs qui paraissent avoir le plus d'influence :

- les bénéficiaires, distribués et non distribués,
- l'âge et le taux d'utilisation des véhicules, les grandes sociétés et administrations étant probablement plus attentives à ces variables que les particuliers,
- la fiscalité,
- l'effectif des cadres.....

A partir de l'ensemble des facteurs énumérés ci-dessus, dont on sait d'expérience dans le cas des ménages qu'ils ont une influence significative sur la demande, on pourra construire un modèle économétrique de la demande applicable à la France et permettant des extrapolations. Mais il est auparavant nécessaire de déterminer la relation précise, en France actuellement, entre les variables proposées et la demande de voitures. C'est-à-dire qu'il faut d'abord rechercher des corrélations significatives entre les achats de voitures neuves ou d'occasion et le parc existant d'une part, et les facteurs énumérés ci-dessus d'autre part, en distinguant différentes catégories de consommateurs.

Dans le cas des ménages, on établira par exemple des tableaux croisés suivant le critère du revenu et de la catégorie socio-professionnelle. Dans chaque case figurera :

- le nombre total de consommateurs
- le nombre de voitures possédées, classées par âge, et par modèle, et leur valeur actuelle moyenne,
- les flux annuels : achats de voitures neuves, nombre de voitures mises à la ferraille, et surtout échanges entre cases de chaque tableau et entre le tableau des ménages et le tableau analogue correspondant aux entreprises.

A partir de ces données, on procédera à une analyse détaillée de la demande, compte-tenu du parc possédé par les consommateurs de chaque catégorie, en vue de déterminer des paramètres de comportement (coefficients d'élasticité par exemple) caractéristiques pour la France.

Il ne s'agit donc pas encore d'un modèle susceptible d'extrapolation, mais d'une analyse statistique préalable, indispensable à l'élaboration d'un tel modèle.

Cette analyse pourrait porter sur une seule année, ou, de préférence, sur une série d'années, ce qui permettrait de mieux saisir l'évolution des comportements et par conséquent d'extrapoler plus sûrement.

La réalisation d'une telle analyse, et l'élaboration d'un modèle économétrique de la demande d'automobiles en France qui en résulterait, posent cependant un grave problème d'information.

La statistique actuelle ne donne que des chiffres sur les ventes annuelles par catégories d'acheteurs, les prix et la composition du parc par âge. Les données disponibles ne représentent donc qu'une faible partie de celles qui seraient nécessaires à l'analyse suggérée ci-dessus et à l'élaboration d'un modèle économétrique de la demande de voitures en France.

Si l'analyse sur le plan théorique semble satisfaisante, il y a encore beaucoup à faire par conséquent au stade de l'expérimentation et de la vérification des hypothèses que l'analyse théorique menée au cours de cette étude a pu suggérer.

# BIBLIOGRAPHIE

---

---

---

Ouvrages généraux

- BOULDING : A reconstruction of Economics - Wiley - New York 1950
- HICKS : Valeur et capital - Dunod - Paris 1956
- HUBER : Cours de démographie - Tome VI - Herman 1941
- LANGE : Price flexibility and employment - Coles commission for research in economics - Monograph n° 8 - Chicago 1945
- SAMUELSON : Foundations of Economic Analysis - Harvard University Press - Cambridge 1947

Etudes sur l'automobile ou les biens durables

- 1 - BANDEEN : Automobile consumption. Econometrica - Vol. 25 - Avril 1957
- 2 - BOITEUX : L'amortissement ; dépréciation des automobiles - Revue de Statistique appliquée - Vol. 4 - 1956
- 3 - K. BOULDING : An application of population analysis to the automobile population of the U.S. - Kyklos - Vol. 8 - Fas. 2 1955
- 4 - BRADFORD : A system of life table for physical property based on the truncated normal distribution. Econometrica n° 4 Oct. 1947
- 5 - BREMS : Long run automobile demand. Jour. of Marketing - Avr. 1956
- 6 - CHAUVET et CARMILLE : Contribution à l'étude du prix des voitures d'occasion - Etudes et Conjoncture - I.N.S.E.E. - Sept. 1957
- 7 - CHOW : The demand for automobiles in the U.S., a case study in consumer durables. - Massachusetts Institute of Technology - North Holland Publishing Company - Amsterdam 1957
- 8 - DE WOLFF : The demand for passenger cars in the U.S. - Econometrica Avril 1938.

- 9 - FARELL : The demand for motor-cars in the U.S. - Journal of the Royal Statistical Society - Vol. 117 - 1954
- 10 - FERBER : Factors influencing durable goods purchases. Bureau of economic and business research - University of Illinois Bulletin.
- 11 - FRECHET : Les ensembles statistiques renouvelés et le remplacement industriel - Centre de documentation universitaire - Paris
- 12 - GRIFFIN : The life history of automobiles - Michigan Business studies - Vol. 1 - 1926
- 13 - HENON : La gestion du matériel dans les entreprises privées Cahier du séminaire d'Econométrie - n° 1 - 1951
- 14 - Melle MORICE : La demande d'automobiles en France. Armand-Colin Paris 1957
- 15 - NERLOVE : A note on long run automobile demand. Journal of marketing - Juillet 1957
- 16 - ROOS et VON SZELESKI : The dynamics of automobile demand : factors governing changes in domestic automobile demand. General Motors Corporation - New-York 1939
- 17 - SAUVY : L'automobile en France depuis la guerre (de 1914) Statistique générale de la France - Juillet à décembre 1933
- 18 - SAVINO : Un modello per previsioni di circolazione automotociclistica in Italia - Industria 1954
- 19 - SCOVILLE : Behavior of the automobile industry in depression New-York 1935
- 20 - STONE et ROWE : The market demand for durable goods. Cambridge 1955 Etude non publiée.

Périodiques

- I.N.S.E.E. : Le parc français de véhicules automobiles - 1er Janvier 1955 - Immatriculations des voitures particulières et commerciales par catégorie professionnelle des acheteurs, en 1955 et 1956.

MOTOR BUSINESS : (The Economist Intelligence Unit) n° 1, 2, 4, 5  
6, 9 (Décembre 1954 à Décembre 1956)

MARKETS after the defence expansion : Department of Commerce - U.S.A. - 1952

FORTUNE : A new kind of car market Sept. 1953 - The biggest  
car market yet - November 1956

L'ARGUS

L'ESPACE ECONOMIQUE : I.N.S.E.E. 1955

0  
0 0

Imprimé  
30, Rue d'Astorg  
PARIS-8<sup>e</sup>

Prix de l'Abonnement : 2500 Frs  
Directeur - Gérant :  
G. ROTTIER