



Techniques de prévision appliquées à l'entreprise. Tome 2 : chapitres VI à XI

Michel Salomon, Georges Nahon

► To cite this version:

Michel Salomon, Georges Nahon. Techniques de prévision appliquées à l'entreprise. Tome 2 : chapitres VI à XI. [Rapport de recherche] Centre national de l'entrepreneuriat(CNE); Sema. 1972, 223 p., figures, graphiques. hal-02185658

HAL Id: hal-02185658

<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02185658>

Submitted on 16 Jul 2019

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

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

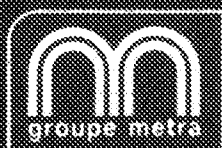
000 4625/0

S.E.M.A. (Metra International)
Service d'Information et de Documentation

LG

LIP

1



sema

9, rue georges pitard, paris 15 - téléphone : 842-68-00

sema (metra international)
société anonyme au capital de 20.792.300 f
siège social : 13/15, rue des sablons, paris 16
r. c. paris 64 b 509 - i. n. s. e. e. 818 75 116 0 149

S.E.M.A. (Metra International)
Service d'Information et de Documentation

T E C H N I Q U E S D E P R E V I S I O N

A P P L I Q U E E S A L ' E N T R E P R I S E

TOME II

chapitres VI à XI

Michel SALOMON et Georges NAHON

Edition provisoire (décembre 1972)

TABLE DES MATIERES

		<u>Pages</u>
<u>TOME I</u>	<u>Introduction</u>	
	. Prévision et décisions dans l'entreprise	3
	. Comment prévoir ?	9
	. Les différents modèles de prévision	10
	. Plan de l'Ouvrage	12
	 <u>OUTILS DE LA PREVISION</u>	
Ch. I	- <u>Rappels Théoriques</u>	13
	1. L'analyse de la demande et les résultats de la théorie des choix du consommateur	13
	2. Rappel des méthodes d'économétrie statistique	26
Ch. II	- <u>Principales Fonctions</u>	55
	2.1. Fonctions de demande	55
	2.2. Fonctions de parcs (ou de stocks d'équipements)	69
Ch. III	- <u>Les tendances</u>	81
	3.1. L'étude des tendances, outil d'observation et d'analyse	81
	3.2. Quelques observations	85
	3.3. Recherche et interprétation de la tendance	94
Ch. IV	- <u>Modèles à facteurs explicatifs</u>	134
	4.1. L'analyse des mécanismes du marché	134
	4.2. La recherche et la sélection des facteurs explicatifs	140
	4.3. La construction d'un schéma de fonctionnement du marché	151
	4.4. Le calcul des paramètres et la validation des modèles	155
	4.5. Les sources d'informations	184

PREVISION ET DECISIONS STRATEGIQUES : LE MOYEN TERME

Ch. V	- <u>La prévision à moyen terme des biens fongibles de consommation</u>	193
5.1.	Données et modèles de base sur la consommation des biens fongibles par les ménages	194
5.2.	Quelques exemples d'applications	220
<u>TOME II</u> Ch. VI	- <u>Biens durables</u>	273
6.1.	Les modèles d'analyse et de prévision	273
6.2.	Quelques résultats et exemples d'études	296
Ch. VII	- <u>La prévision à moyen terme pour les biens intermédiaires et les biens d'équipement</u>	321
7.1.	Quelques aspects particuliers à la demande des biens intermédiaires et des biens d'équipement	321
7.2.	Quelques exemples d'études de prévision pour des biens intermédiaires ou d'équipement	331
Ch. VIII	- <u>La prévision des produits nouveaux</u>	371
8.1.	Première partie - réflexions méthodologiques	371
8.2.	Deuxième partie - exemples d'applications pour les biens de consommation	377
8.3.	Troisième partie - prévisions pour des produits industriels ou intermédiaires	398

PREVISION ET DECISIONS TACTIQUES : LE COURT TERME

Ch. IX	- <u>Prévision à très court terme</u>	415
9.1.	Objectifs et difficultés de la prévision à très court terme	415
9.2.	Le schéma d'analyse	418
9.3.	Les modèles	426
9.4.	La mise en oeuvre pratique	446

	<u>Pages</u>
Ch. X - <u>Les fluctuations autour de la tendance</u> <u>(prévisions à 18 mois)</u>	447
10.1. Existence et importance des fluctuations	449
10.2. Remarques sur les causes de fluctuations	456
10.3. La prévision de la demande de pointe	458
10.4. Exemples de modèles de fluctuations	461
Ch. XI - <u>Systèmes intégrés de prévision à court terme</u>	480
11.1. L'utilité des systèmes intégrés de prévision	480
11.2. Un exemple de système intégré : SYSPRE	481
11.3. Les développements possibles des systèmes de prévision à court terme	496

MISE EN OEUVRE DES PREVISIONS

Ch. XII - Rôle des services de prévision

Les fonctions à remplir par un service de prévision,
et ses relations avec l'organigramme de l'entreprise

Ch. XIII - Développement et plans à moyen terme

La recherche et l'étude des opportunités de développe-
ment et la préparation de la stratégie d'ensemble

Nota : Un chapitre sur la demande des services, et un chapitre
sur la prospective (y compris technologique) seront intercalés
dans ce plan.

BIENS DURABLES

Nous étudierons ici les biens durables de consommation, c'est à dire ceux qui intéressent essentiellement les ménages, tels que logements, appareils d'équipement de logement, automobiles, etc... alors que les biens durables d'investissement, qui intéressent les entreprises, seront examinés dans le prochain chapitre.

Les biens durables s'opposent aux biens fongibles dans ce sens qu'ils ne sont pas détruits par le premier usage que l'on en fait, leur usure est lente et progressive : un bien durable est donc caractérisé en premier lieu par sa durée de vie, liée certes à son utilisation mais aussi au progrès technique, à la mode ou à des circonstances de la vie du ménage comme le changement de résidence, qui peuvent entraîner la "mort économique" du bien alors même qu'il serait en état de rendre encore des services.

Nous allons étudier d'abord les modèles utilisés pour l'analyse et la prévision, puis nous verrons des résultats et des exemples d'applications.

6.1 - Les modèles d'analyse et de prévision

61.1 - Quelques remarques préalables sur la demande des biens durables

Une théorie cohérente du comportement d'achat à l'égard des biens durables reste encore à bâtir, si tant est qu'elle ait un sens car sous l'appellation de biens durables on englobe des biens extrêmement divers. Nous allons d'abord faire quelques remarques avant de dire un mot des théories qui ont été présentées.

En premier lieu, l'achat d'un bien durable est toujours un événement important pour un ménage ; cela est évident s'il s'agit d'un achat exceptionnel comme un logement, ou très important comme une automobile, ou la télévision en couleur, mais cela semble également vrai s'il s'agit d'achats moins importants comme de petits appareils électro-ménagers, une bicyclette ou une montre. C'est sans doute parce que même dans ce cas, la dépense à consentir en une seule fois est considérée comme importante par rapport aux multiples achats quotidiens et répétitifs d'un ménage, mais probablement aussi en raison de l'intérêt affectif qui se porte à la chose achetée, dont on va profiter pendant une certaine période de temps : on souhaite avoir bien choisi, n'avoir pas fait de bêtise, etc... On sait, par des enquêtes, que bien des acheteurs d'une automobile neuve continuent à s'intéresser pendant les mois qui suivent leur achat à tout ce qui se dit sur le modèle qu'ils ont acquis, comme s'ils avaient besoin d'une confirmation a posteriori du bien fondé de leur choix. L'achat d'un bien durable est donc généralement un achat réfléchi.

En second lieu, on évoque souvent le caractère non nécessaire de nombreux biens durables, ou plus exactement de leur possession : le service qu'ils rendent peut parfois se louer comme c'est le cas essentiellement pour le logement, et accessoirement pour l'automobile ou la télévision ; dans d'autres cas il existe des substituts, plus ou moins directs : laveries automatiques pour le linge, etc... Il y a sans doute, selon l'opinion du moment et les prix et services rendus, des biens qui apparaissent comme plus ou moins désirables aux ménages ; cependant il n'y a pas de hiérarchie unique absolue. En effet, les enquêtes faites par l'INSEE montrent que s'il y a des préférences dans l'ordre d'acquisition des différents biens durables, celles-ci ont largement évolué.

Dans l'étude présentée par G. Vangrevelinghe dans Etudes et Conjonctures (septembre 1965) pour l'établissement de prévisions pour 1970, celui-ci remarque que l'ordre semble dépendre de la taille du ménage : "l'ordre le plus fréquent des acquisitions paraît être : réfrigérateur, aspirateur, téléviseur puis seulement machine à laver. Ce n'est que pour les ménages de cinq personnes ou plus, qui représentent 18% de l'ensemble des ménages, que la machine à laver devient prioritaire dans l'ordre des achats.

Aux niveaux élevés de revenus, l'ordre des préférences serait aspirateur, réfrigérateur, puis seulement machine à laver ou téléviseur". Ainsi il existe manifestement une grande latitude dans les choix des acheteurs, qui peuvent être influencés par un grand nombre de facteurs : prix des produits, services rendus, prestige social conféré, importance de la publicité et de la mode, caractéristiques du logement occupé, taille de la famille, etc...

En troisième lieu, il faut noter que l'achat des biens les plus importants à la caractéristique d'une épargne, en ce sens que la dépense faite à un moment donné va rendre un service qui s'étale sur toute la durée de vie du bien en question : on achète en quelque sorte des services futurs. Ce caractère d'épargne est souvent associé à un emprunt contracté en vue de l'acquisition du bien durable. Pour de tels biens (logement principal, résidence secondaire, biens d'équipement très importants), la décision d'achat peut être influencée par les conditions de prêt du moment.

Ces remarques faites, jetons un coup d'oeil - sans entrer dans les détails - sur les théories qui ont été avancées pour expliquer la demande de biens durables ⁺. Dans un premier temps, les considérations se rapprochaient de la théorie classique de comportement du consommateur pour laquelle, à un moment donné, achats et consommations sont considérés comme identiques, et fournissent une utilité qui est prise en compte en comparaison des utilités potentielles que procureraient d'autres consommations.

+ Signalons à ce sujet la communication de A. Wolfelsperger au séminaire d'Econométrie du CNRS le 2 décembre 1963.

Pour un bien durable, on aménageait la théorie en admettant que la consommation d'une période était égale à la dépréciation du bien pendant la période considérée. Cet aspect concerne essentiellement la "mesure" de la consommation correspondante ; le problème est de savoir si l'on fait de cette consommation le mobile prépondérant de la demande, auquel cas on s'intéresse principalement à l'observer puis à l'expliquer comme cela a été le cas dans les premiers modèles économétriques de la demande, notamment celui de Roos et Von Szeliski qui est justement célèbre.

La deuxième attitude possible - qui est semble-t-il largement admise aujourd'hui - est de considérer que ce qui intéresse le consommateur au premier chef c'est la possession du bien durable. Pour J.S. Cramer par exemple la disponibilité d'un bien a autant d'importance que sa consommation, quant à Chow il fait l'hypothèse complémentaire que les individus cherchent à maintenir un rapport constant entre leurs encaisses monétaires et leur stock de biens durables. Cette hypothèse peut sembler très forte en l'absence de résultats objectifs sur ce sujet (tels que, par exemple, des enquêtes donnant l'évolution des structures d'actifs au cours du temps par les mêmes individus) ; en revanche, qu'il y ait un lien entre évolution des liquidités et décisions d'achat de biens durables ne semble pas douteux, puisqu'on l'a constaté en France pour les achats à un an d'automobiles et de télévision. En tout état de cause - et quelle que soit la motivation sous-jacente - c'est la détention des biens que l'on cherche à expliquer.

On en vient ainsi au troisième aspect de la théorie que nous voulions mettre en lumière, à savoir le raccordement avec la notion de Friedman concernant le "revenu permanent". Nous reprendrons ici deux idées soulevées par A. Wolfelsperger dans sa conférence déjà citée :

- D'abord, l'ajustement se fait à long terme sur le revenu permanent (et non sur le revenu courant) : cela se relie à l'idée que le stock de biens durables à long terme est une fraction du patrimoine total, la liaison entre patrimoine et revenu permanent se fait par l'intermédiaire du taux d'intérêt.

- Ensuite, les fluctuations du revenu à court terme, entraînant des revenus "transitoires" positifs ou négatifs, n'affectent pas la décision de long terme : elles influent seulement sur la vitesse d'ajustement entre ce qui est désiré (à long terme) et ce qui est possédé. D'une manière plus précise, des revenus transitoires positifs accélèrent la vitesse d'ajustement ; on "profiterait" en quelque sorte d'une situation instantanée favorable pour réaliser certains achats ou pour en anticiper d'autres. Cela est conforme avec certains faits d'observation courante (placement d'un héritage survenu inopinément, par exemple) ou recueillis dans des enquêtes : dans certaines catégories sociales nous avons recueilli des réponses comme celle-ci : "l'achat de la télévision, ce sera avec la prime de naissance du 3ème enfant". En revanche, des revenus transitoires négatifs vont affecter la demande d'équipement net de biens durables, mais pas la demande de remplacement : en effet celle-ci mesure une consommation de services rendus par les biens durables ; comme la raison même de la distinction en revenu permanent et revenu transitoire est que le revenu permanent correspond à la consommation désirée par les ménages, en cas de revenu transitoire négatif les ménages réduisent leur épargne, mais ne touchent pas à leur consommation, y compris celle qui est fournie par le service des biens durables possédés. De la sorte se trouverait expliqué le mécanisme par lequel la consommation de biens durables est plus forte à long terme que l'augmentation moyenne des revenus. Il s'ensuit naturellement que pour les biens durables on doit s'attendre à trouver des élasticités au revenu différentes selon qu'il s'agit du court ou du long terme : nous en avons déjà parlé en citant notamment les travaux récents de G. Vangrevelinghe en France (voir également le chapitre XI consacré aux modèles de fluctuation).

Nous allons voir maintenant les différents modèles utilisés en pratique.

61.2 - Taux de possession, parc, ventes de premier équipement

a) Relations entre taux de possession, parc, et ventes de premier équipement

La possession des biens durables est donc, nous venons de le voir, une motivation fondamentale des individus ou des ménages ; la première étape de la prévision consistera en une étude de la possession. C'est ensuite qu'on en déduira les ventes d'équipement, puis de remplacement.

On caractérise généralement l'état de l'équipement à un moment donné, par le taux de possession qui est le pourcentage d'individus (ou de ménages) qui possèdent le bien en ce moment.

On appelle par ailleurs taux d'équipement le nombre total d'appareils en service divisé par la population (ou les ménages) : par exemple nombre d'automobiles pour 100 ménages.

Ces deux taux peuvent évidemment diverger d'autant plus que le nombre d'unités de consommation (selon les cas, individus ou ménages) disposant de plus d'un équipement est plus élevé ; seul le premier taux - appelé parfois assez improprement taux de saturation - est limité à 100%.

La courbe représentative de l'évolution de ces taux au cours du temps a l'allure d'une courbe en S, que l'on peut souvent ajuster par une logistique (cf. chapitre II).

Si l'on désigne par P_t le parc d'appareils en service au 1er janvier de l'année t , la différence $\Delta P_t = P_{t+1} - P_t$ représente l'accroissement net du parc pendant l'année t , c'est à dire l'augmentation de l'équipement des ménages pendant cette période ; c'est pourquoi l'on convient de l'appeler également ventes d'équipement.

Dans la pratique, on s'efforcera de distinguer les ventes de 1er équipement des ventes d'équipements complémentaires telles que 2ème voiture, 2ème ou 3ème transistor, 2ème téléviseur, etc...

En désignant par M_t le nombre total des ménages au 1er janvier de l'année t ,

P_t le parc en service au 1er janvier de l'année t

$N_{1,t}$ le nombre des ménages équipés d'au moins 1 appareil au 1er janvier de l'année t

$N_{2,t}$ le nombre des ménages équipés de 2 appareils et plus au 1er janvier de l'année t

α_t^1 le pourcentage des ménages équipés d'au moins 1 appareil

α_t^2 le pourcentage des ménages équipés d'au moins 2 appareils

V_{1t} les ventes de 1er équipement pendant l'année t

V_{2t} les ventes de 2ème équipement pendant l'année t .

on a

$$P_{t+1} - P_t = V_{1,t} + V_{2,t}$$

$$P_t = N_{1,t} + N_{2,t} = (\alpha_{1,t} + \alpha_{2,t}) M_t$$

$$P_{t+1} = N_{1,t+1} + N_{2,t+1} = (\alpha_{1,t+1} + \alpha_{2,t+1}) (M_t + \Delta M_t)$$

$$V_{1,t} = N_{1,t+1} - N_{1,t}$$

$$V_{2,t} = N_{2,t+1} - N_{2,t}$$

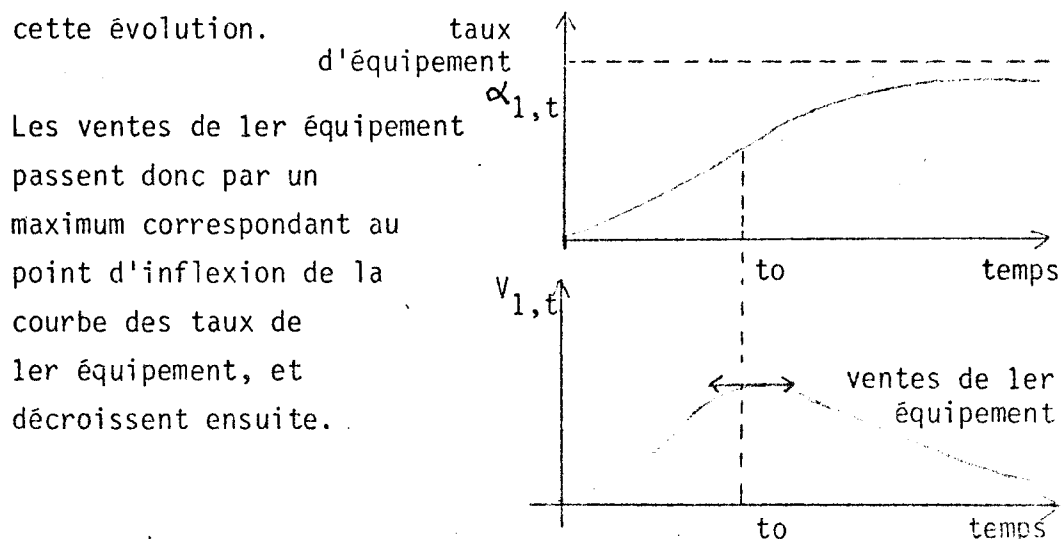
En général, on obtient par des enquêtes auprès des ménages, les grandeurs P_t , P_{t+1} , $\alpha_{1,t}$, $\alpha_{1,t+1}$, $\alpha_{2,t}$, $\alpha_{2,t+1}$ et l'on connaît M_t et ΔM_t avec une précision largement suffisante. En France, ΔM_t est un peu inférieur à $\frac{1}{100} \times M_t$, et l'on connaît les autres grandeurs par des enquêtes, notamment celles de l'INSEE sur les intentions d'achat des ménages, réalisées deux fois par an sur 6 000 ménages depuis 1958. On peut, de la sorte calculer à la fois les parcs et les ventes d'équipement.

Supposons maintenant, pour simplifier la présentation, que P_t représente uniquement le parc de 1er équipement, comme $V_{1,t} = P_{t+1} - P_t$, on voit que les ventes de 1er équipement sont homogènes à la dérivée du parc en fonction du temps ; inversement, la sommation des ventes de 1er équipement sur une période suffisamment courte pour qu'il n'y ait pratiquement pas de destruction de ces appareils, donne la variation du parc pendant cette période.

L'évolution de $\frac{P_t}{M_t} = \alpha_{1,t}$ est le plus souvent une courbe en S

avec une asymptote correspondant à un taux d'équipement - limite qui est différent selon le bien considéré ; la dérivée croît, passe par un maximum correspondant au point d'inflexion de la courbe en S, et décroît ensuite en tendant vers zéro. Si la population des ménages était constante, l'allure de la courbe des ventes de 1er équipement serait celle de cette dérivée.

En première approximation - la croissance démographique étant lente - on peut donc considérer que les ventes de 1er équipement suivent cette évolution.



Dans la mesure du possible, on étudiera les logistiques d'évolution des équipements pour différentes catégories de populations : par exemple, s'agissant des machines à laver, on fera l'étude en fonction de la taille du ménage qui est, dans ce cas, un critère très important.

Dans d'autres cas - par exemple cyclomoteurs - ce sera la nature de l'habitat : communes rurales, petites villes, région parisienne, qui différencie le mieux les moyens de transport utilisés.

b) Modèles d'évolution des parcs (ou des taux d'équipement)

En séries chronologiques, on représentera les courbes en S soit par des logistiques, soit par des courbes de Gompertz (cf. chapitre 2). Signalons que dans une étude sur le développement de la télévision en France, on avait constaté que les taux d'équipement avaient évolué selon des logistiques de forme analogue mais décalées dans le temps d'après les dates d'implantation des émetteurs dans chacune des régions considérées : tout semblait s'être passé comme s'il s'agissait d'un phénomène de "diffusion pure", aucune autre variable que le temps n'ayant pu être mise en évidence de manière significative.

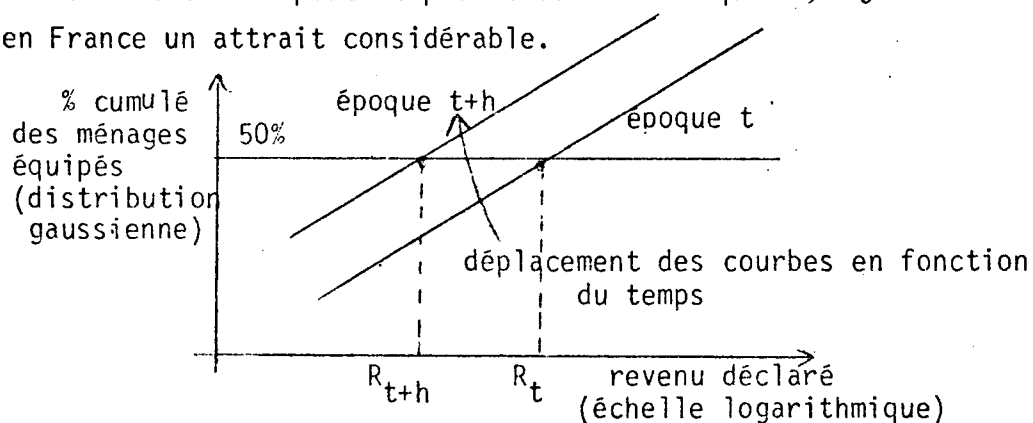
En coupe instantanée, on obtient souvent une excellente liaison en étudiant l'équipement en fonction du revenu du ménage. Pour de nombreux biens durables, on applique le modèle dû à l'économiste hollandais J.S. Cramer⁽¹⁾.

S'agissant par exemple de l'automobile, on suppose que pour chaque ménage il existe un seuil d'accession, en deçà duquel on ne s'équipe pas. Le seuil est variable, puisque l'on constate une évolution continue des taux d'équipement des ménages en fonction des revenus. J.S. Cramer suggère comme loi de distribution du seuil une distribution normale en fonction du logarithme du revenu (distribution dite log-normale).

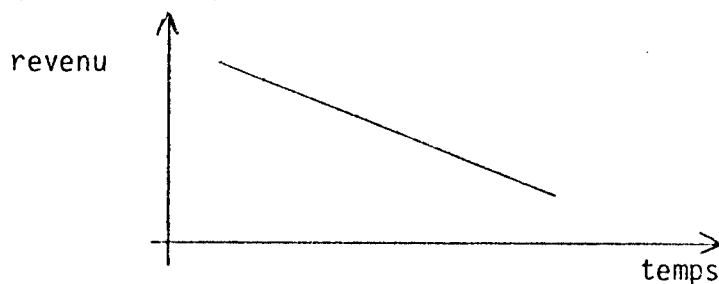
(1) Ce modèle a été présenté par J.S. Cramer dans "Private Motoring and the demand for Petrol", journal of the Royal Statistical Society - series A, 1961.

Par ailleurs, on suppose une distribution normale des effectifs des ménages en fonction également du logarithme de leur revenu (représentation classique, comme on l'a vu au chapitre précédent). Il s'ensuit que la proportion de ménages équipés d'une automobile, pour le revenu r , est l'intégrale d'une loi log-normale dont les paramètres découlent simplement de ceux des deux lois précédentes. On obtient donc une droite en représentant l'évolution de cette proportion en fonction du revenu sur du papier gaussio-logarithmique : c'est ce qui a pu être constaté en France sur les données des enquêtes relatives à l'automobile.

Mais à l'effet revenu s'ajoute un "effet de diffusion", observé sur les différentes enquêtes par le déplacement des droites parallèlement à elles-mêmes : pour un revenu donné, le seuil d'accession à l'automobile décroît au fur et à mesure que le temps passe. Cet effet de diffusion, caractéristique des produits nouveaux, est évidemment très important pour l'automobile qui a toujours exercé en France un attrait considérable.



Si l'on considère le revenu pour lequel 50% des ménages sont équipés, on constate qu'il diminue au fur et à mesure du temps : sur le graphique ci-dessus $R_{t+h} < R_t$. Ce déplacement, caractéristique d'une "vitesse de diffusion" est illustré sur le graphique ci-après établi par l'INSEE⁽¹⁾.



(1) Source : Economie et Statistique, n° 16, octobre 1970 - "15 millions d'automobiles en 1975 par Christiane Thomas".

Pour certains biens les courbes reliant taux de possession et revenus présentent une inflexion (caractéristique d'une saturation) pour les revenus élevés : c'est notamment le cas pour les machines à laver en France, comme on le verra dans l'étude présentée ci-après.

En définitive, on est relativement bien armé en France pour l'étude de l'évolution des parcs (ou des taux d'équipement), grâce aux enquêtes systématiques de l'INSEE sur de nombreux biens durables, permettant à la fois une approche en série chronologique sur le parc total (ou sur le parc par habitat, ou par catégorie socio-professionnelle), et une approche plus fine en coupe instantanée en fonction des revenus déclarés aux enquêtes, l'élément "dynamique" étant introduit par le déplacement des coupes instantanées grâce aux vitesses de diffusion observées dans le passé sur la succession des enquêtes disponibles. Ainsi se trouve effectivement réalisée cette combinaison de séries chronologiques et de coupes instantanées dont nous avons déjà indiqué l'intérêt primordial dans les études de prévisions.

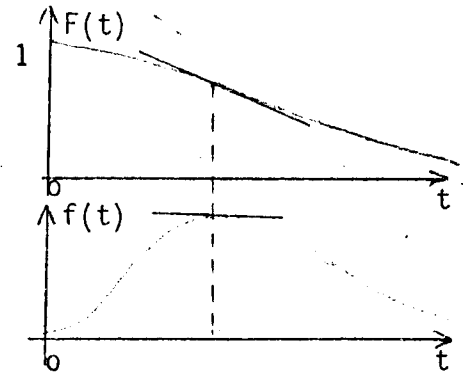
61.3 - Durée de vie, renouvellement

a) L'approche théorique

Les biens durables s'usent, se détruisent, sont abandonnés ou sont périmés : leur disparition crée la demande dite de renouvellement ou de remplacement. Par définition, nous appellerons ventes de remplacement pendant l'année t l'ensemble des ventes nécessaires pour maintenir le parc en service au même niveau entre le début et la fin de l'année t .

Pour tous les biens durables, les ventes de remplacement représentent une proportion des ventes totales croissante avec le temps ; leur connaissance et leur prévision sont donc indispensables dès lors qu'un produit a atteint un certain niveau de développement.

L'approche utilisée pour cette étude est analogue à celle employée en démographie. Si l'on considère une "génération" de biens durables mis sur le marché à une époque origine, il en subsiste une fraction de survivants $F(t)$ au bout du temps t ; inversement il a disparu $1 - F(t)$ qui représente la demande de remplacement initiale pour cette génération (il y a en effet ultérieurement le remplacement du remplacement)



On considérera que la durée de vie d'un équipement est une variable aléatoire qui a une densité de probabilité $f(t) = - \frac{dF}{dt}$

et l'on a $1 - F(t) = \int_0^t f(t) dt$

La durée de vie moyenne est l'espérance mathématique des durées de vie, elle s'écrit donc :

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} f(t) \times t. dt$$

Le problème est de trouver les fonctions F (ou f) qui sont le mieux adaptées à la représentation de ces lois de probabilité pour le bien durable étudié.

La proportion d'équipements qui disparaît entre t et $t + dt$ est :
 $dF = f(t) dt$

Si la probabilité de disparition était constante, quel que soit l'âge de l'équipement, on pourrait écrire :

$$dF = - k F dt \quad \text{avec } k > 0$$

ce qui entraînerait :

$$\frac{dF}{F} = -k dt$$

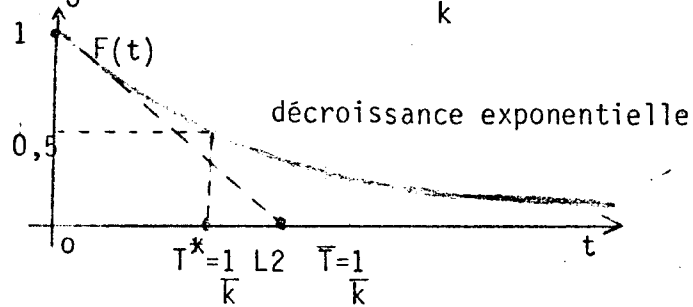
ou $F = e^{-kt} + b$ b étant une constante à déterminer.

comme $F(0) = 1$

on a : $F = e^{-kt}$ et $f(t) = -kF = -k.e^{-kt}$

Cette loi est la décroissance exponentielle ; la durée de vie

$$\text{moyenne } \bar{T} = \int_0^{\infty} k e^{-kt} \times t \times dt = \frac{1}{k}$$



On vérifiera aisément que la tangente à l'origine de la courbe coupe l'axe des temps au point $\bar{T}$ correspondant à la durée de vie moyenne, la médiane est obtenue pour $T^* = \frac{1}{k}$ (elle est

donc inférieure à la moyenne).

Cette courbe ne convient naturellement que pour certains produits ; il est fréquent, en effet, que le taux de mortalité dépende de l'âge du produit, et que par conséquent le coefficient k introduit précédemment soit une fonction du temps, c'est à dire que l'on ait :

$$\frac{dF}{F} = -\varphi(t) dt$$

Les fonctions les plus simples seraient alors des fonctions de puissance de t , du type :

$$\Phi(t) = a t^b \quad a \text{ et } b \text{ étant des constantes}$$

qui conduisent à des fonctions :

$$F(t) = e^{-(\lambda t)^\beta} \quad \text{dites lois de Weibull}$$

$$\frac{dF}{dt} = -\beta \lambda^\beta t^{\beta-1} e^{-(\lambda t)^\beta}$$

On retrouve bien la forme précédente, avec :

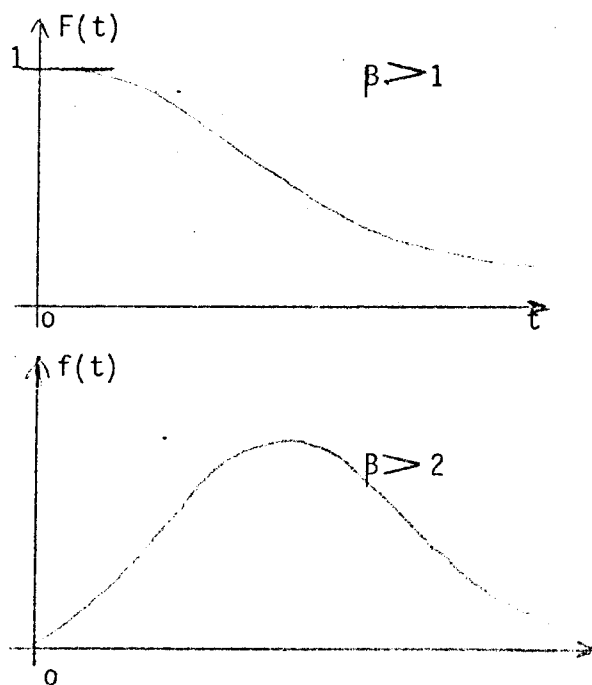
$$\begin{cases} a = \beta \lambda^\beta \\ b = \beta - 1 \end{cases}$$

- Pour $\beta = 1$ on retrouve la décroissance exponentielle.
- Pour $\beta > 1$ $\frac{dF}{dt}$ est nulle pour $t = 0$
- Pour $\beta < 1$ $\frac{dF}{dt}$ est infini pour $t = 0$

Compte-tenu des formes pratiques de courbes de survie, on retiendra donc le cas où :

$\beta \geq 1$

Le forme de la courbe $f(t)$ dépend des valeurs de β ; la tangente à l'origine a une pente nulle pour $\beta > 2$, une pente égale à $2\lambda^2$ pour $\beta = 2$, et une pente infinie pour $\beta < 2$



Le graphique ci-après illustre les formes de 3 courbes correspondant à des valeurs de $\beta = 2$ $\beta = 4$ $\beta = 5,5$.

On constate que plus β est grand et plus la densité de distribution de la durée de vie se rapproche d'une courbe à allure symétrique.

On peut d'ailleurs la vérifier par le calcul ; la vie moyenne :

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} t (ft) dt$$

peut se mettre sous la forme :

$$\bar{T} = \frac{1}{\lambda} \int_0^1 \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

où $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-u} u^{x-1} du$ est l'eulérienne de seconde espèce.

Comme la médiane T^* est telle que $F(T^*) = \frac{1}{2}$

c'est à dire l'époque où 50% des appareils ont disparu,

$$T^* = \frac{1}{\lambda} (\text{Log } 2)^{1/\beta}$$

Pour comparer les valeurs relatives de $\bar{T}$ et de T^* il suffit donc de comparer $(\text{Log } 2)^{1/\beta}$ et $\frac{\Gamma(1 + \frac{1}{\beta})}{\beta}$:

β	$(\text{Log } 2)^{\frac{1}{\beta}}$	$\frac{\Gamma(1 + \frac{1}{\beta})}{\beta}$
1,5	0.78 321	0.90 360
2,0	0.83 255	0.88 623
2,5	0.86 363	0.88 726
3,0	0.88 500	0.89 407
4,0	0.91 244	0.90 782
∞	1	1

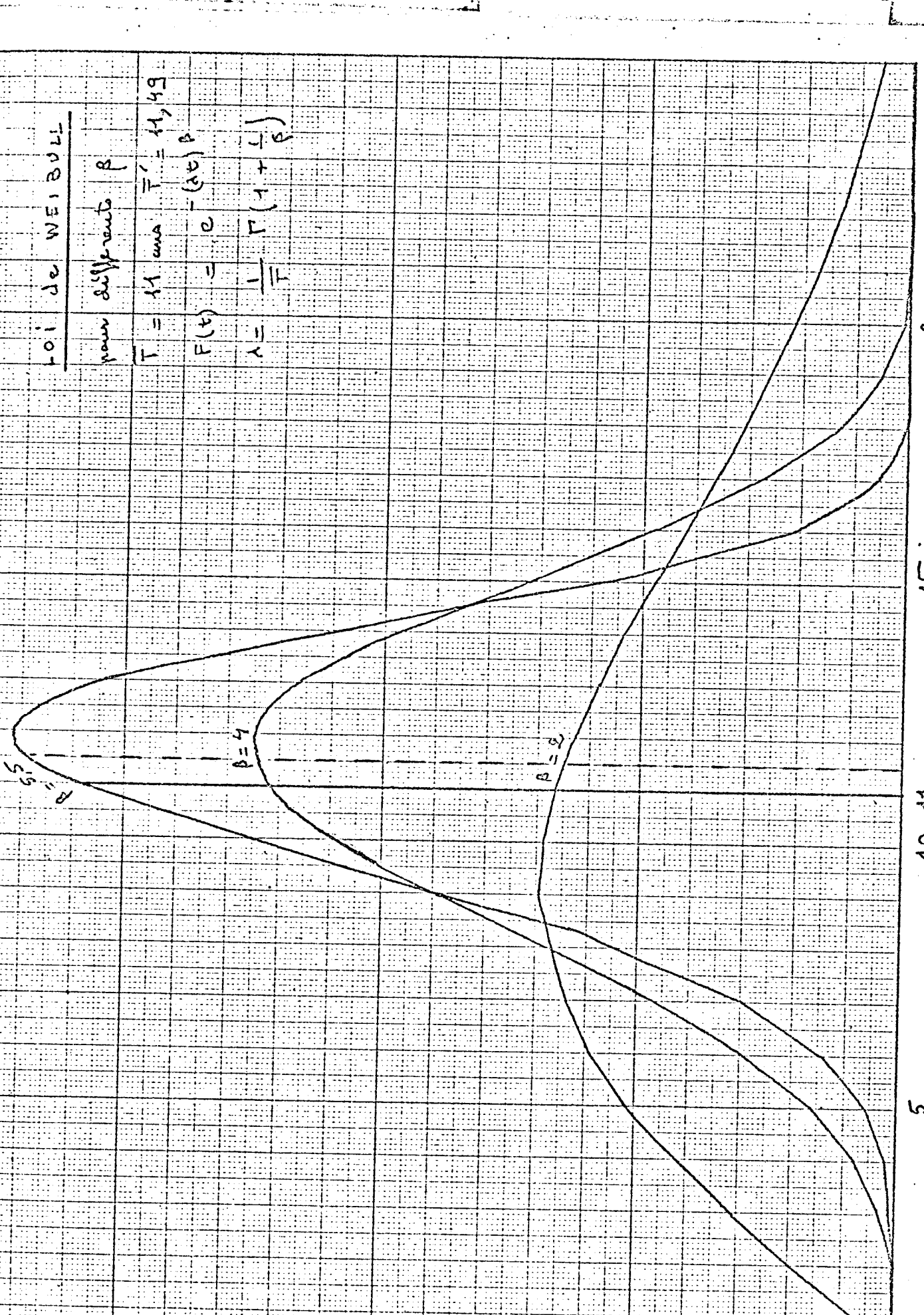
loi de WEIBULL

pour différents β

$$\bar{T} = 11 \text{ ans } \bar{T}' = 11,49$$

$$F(t) = e^{-(\lambda t)^\beta}$$

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}$$



0 5 10 15 20 25

287

On vérifie sur le tableau précédent que plus β est grand et plus les valeurs moyennes et médianes tendent à se rapprocher, montrant l'évolution vers une distribution de moins en moins dissymétrique. Pour de grandes valeurs de β , on peut alors prendre une distribution gaussienne.

b) L'approche pratique

Le problème qui se pose en pratique est d'obtenir des informations suffisantes sur le marché du bien étudié pour obtenir d'abord des observations empiriques sur les durées de vie et ajuster ensuite une distribution théorique (par exemple une distribution de Weibull) sur ces observations.

b.1 - Les observations empiriques :

La construction empirique d'une courbe de durée de vie peut se réaliser de deux manières :

- soit par questions directes auprès des ménages ;
- soit par observations des parcs en service.

Des questions directes peuvent être posées aux ménages dans des enquêtes, en leur demandant de décrire l'historique de leurs achats, d'indiquer s'il s'agissait d'un produit neuf ou d'occasion et ce qu'ils ont fait de l'ancien appareil (lorsqu'il y en avait un). Ce type d'enquêtes ne convient naturellement que si les achats de remplacement sont suffisamment fréquents pour que l'on trouve une proportion significative de ménages ayant une réponse à faire : c'est par exemple le cas pour des achats de rasoirs électriques, de cyclomoteurs, d'automobiles. Cela ne convient pas très bien pour des achats de téléviseurs, de machines à laver ou de réfrigérateurs, tous produits dont la durée de vie moyenne est élevée.

L'étude des parcs d'appareils en service permet de constater ce qu'il subsiste d'une génération d'appareils au bout du temps $t - i = h$, t étant l'époque de l'enquête et i celle de l'entrée de l'appareil dans le parc, c'est à dire la date d'achat. Malheureusement, on ne connaît pas très bien ces dates d'achat, sauf pour les automobiles, à cause du caractère drastique de la déclaration pour obtenir une "carte grise" ; dans la plupart des cas, on ne connaît que les livraisons des producteurs aux détaillants, mais il faut, pour connaître les achats, saisir également les importations et les variations des stocks chez les détaillants.

La plupart du temps, on connaît grâce à des enquêtes auprès des ménages la structure du parc par âge, et l'on rapproche ces informations de celles sur les livraisons d'appareils pour déterminer ainsi les taux de survie au bout de i années. Si l'on dispose de plusieurs enquêtes réalisées à des époques différentes, on obtient plusieurs estimations empiriques de la courbe des taux de survie ce qui donne une courbe moyenne à moins que l'on puisse mettre en évidence une déformation régulière de la courbe en fonction du temps.

Remarquons enfin que l'on peut théoriquement calculer la casse des appareils si l'on connaît, à partir de sources séparées,

- l'évolution annuelle des parcs en service $P_0, P_1, \dots, P_t$
- les ventes totales $V_0, V_1, \dots, V_t$

en effet, les écarts successifs $P_t - P_{t-1}$ représentent les ventes d'équipement, et par différence avec les ventes totales on trouvera les ventes de remplacement, c'est à dire la casse. Cette méthode est nécessairement grossière, puisqu'elle repose sur deux estimations de différences ; néanmoins elle permet de situer des ordres de grandeurs et doit être cohérente avec les méthodes précédentes.

b.2 - L'ajustement d'une distribution théorique aux observations empiriques

Le principe de la méthode consiste à déterminer les paramètres de la distribution théorique, par exemple les paramètres λ et β d'une distribution de Weibull (voir plus haut) ; pour cela on part d'un parc initial et des ventes annuelles (supposées connues), et l'on fait évoluer le parc année par année à l'aide de la loi de mortalité retenue. La paramètre λ de la loi de Weibull est liée à la durée de vie moyenne, tandis que β fait varier la forme de la courbe. En pratique, on fait un balayage de valeurs possibles de λ et β , et l'on retient le couple (λ, β) qui donne le meilleur ajustement entre les parcs calculés et les parcs observés. On peut disposer :

- d'une part de la série annuelle des parcs en service
- d'autre part, de la structure par âge des parcs en service (grâce à une ou plusieurs enquêtes).

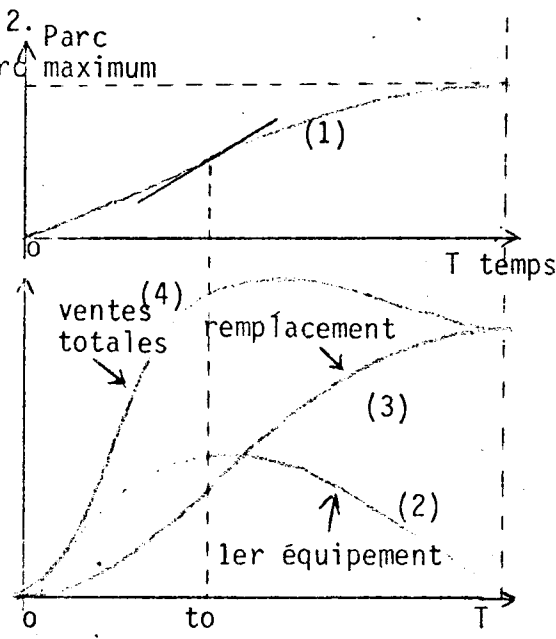
Dans la méthode utilisée par la Sema, on prend successivement une série de valeurs de λ permettant de balayer un intervalle de durée de vie $\bar{T} - h, \bar{T} + h$ $\bar{T}$ étant une estimation de la durée de vie moyenne obtenue soit par enquêtes, soit par comparaisons internationales, soit par comparaisons avec des produits analogues. Pour chaque valeur de λ , on détermine β qui minimise l'écart-type entre parc calculé et parc observé ; on obtient ainsi, de manière approximative, un couple (λ, β) donnant un ajustement de qualité acceptable. On en verra un exemple plus loin à propos des machines à laver en France ; la méthode a été notamment appliquée, avec des résultats très satisfaisants, aux téléviseurs en France.

61.4 - Les ventes totales

Les ventes totales d'une période sont la somme des ventes d'équipement et des ventes de remplacement ; naturellement, pour certains biens, un foyer peut avoir plusieurs équipements (tels que deux voitures par exemple).

Si nous raisonnons, pour simplifier, à population constante, et en considérant dans l'équipement la possession d'un seul appareil par ménage, on se rappelle que l'on peut représenter graphiquement l'évolution des parcs en service et des ventes de 1er équipement

par les courbes respectives 1 et 2. Les ventes de 1er équipement passent par un maximum qui correspond au point d'inflexion de la courbe en S représentative du parc en service. A l'époque T on suppose que tout le potentiel de marché est atteint, le parc est à son maximum et les ventes de 1er équipement deviennent nulles.



Les ventes de remplacement se développent selon une courbe telle que (3), dont la forme dépend naturellement de la durée de vie du produit. A l'époque T, il n'y a plus que des ventes de remplacement. Il faut rappeler ce que cela signifie :

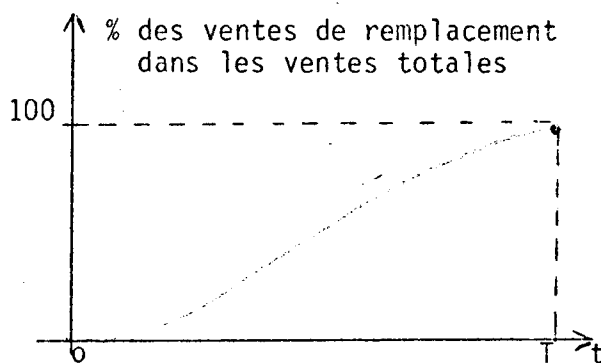
Nous avons supposé que la population était constante, les nouveaux ménages qui se créent remplacent les ménages qui disparaissent, et globalement l'ensemble du parc en service ne change pas ; par ailleurs nous avons laissé de côté, dans cette présentation, les équipements multiples. Dans la réalité il y a une légère croissance de la population (un peu moins de 1% par an en France actuellement) et il y a apparition d'équipements multiples que l'on peut examiner comme un marché supplémentaire, s'ajoutant au premier, mais qui en est distinct, ne serait-ce que parce que - généralement -

Les qualités attendues du deuxième équipement sont différentes de celles du premier.

Les ventes totales sont représentées par la courbe (4) ; dans ce cas de figure, on constate que ces ventes passent par un maximum, peu après l'époque t_0 , et décroissent pour atteindre à l'époque T le niveau des seules ventes de remplacement. Cette décroissance du marché est une "récession structurelle", qu'il ne faut pas confondre avec une récession conjoncturelle ; elle résulte du fait que les ventes de remplacement ne prennent pas suffisamment vite le relais des ventes de 1er équipement qui déclinent.

Bien entendu il est très important pour une profession de pouvoir prévoir à l'avance des récessions structurelles mais c'est très difficile compte-tenu de l'incertitude sur les durées de vie des appareils.

On observera en outre que la part des ventes de remplacement dans les ventes totales est constamment croissante (aux aléas conjoncturels près, qui ne sont pas figurés sur nos graphiques).



Du point de vue "marketing" il s'agit là d'un phénomène extrêmement important, qui a des conséquences sur la nature même des produits à proposer à la clientèle. En effet, lors d'un premier achat, le consommateur ne connaît pas, ou connaît mal, le produit ; il est à la fois très désireux de l'acquérir mais aussi anxieux de ne pas faire de bêtise : c'est en quelque sorte un apprentissage avec le produit. Il sera donc tenté de choisir un produit sûr, c'est à dire garanti par une grande marque mais un produit pas trop complexe, donc pas trop cher, et ceci d'autant plus que les premiers achats sont faits à un moment où le consommateur (ou le ménage) a un revenu relativement faible : on a pu vérifier qu'il en était ainsi pour les premiers achats de rasoirs électriques, ou à l'autre extrémité de la gamme des prix, d'automobiles. Ceci n'est plus tout à fait vrai lorsque le bien durable est essentiellement un instrument de travail, par exemple un cyclomoteur.

En revanche, lors du renouvellement, le consommateur est beaucoup plus expérimenté, il est capable d'apprécier tel ou tel perfectionnement qui lui est proposé, il est souvent aussi plus "installé" dans la vie, ce qui lui permet d'envisager plus facilement une acquisition un peu plus luxueuse : on constate en effet que le prix moyen des appareils achetés lors d'un renouvellement est plus élevé en général que celui des achats de premier équipement. Ceci est vrai, indépendamment de la progression générale des niveaux de vie : autrement dit, à la même époque, il y a une différence de prix moyen entre les appareils vendus en 1er équipement et ceux vendus en renouvellement, et cela d'une manière très générale pour de nombreux appareils ou biens durables.

Ainsi sous l'influence conjuguée d'un double mouvement :

- d'élévation des niveaux de vie et donc des exigences des consommateurs,
- d'accroissement de la part des ventes de renouvellement dans les ventes totales,

assiste-t-on à un glissement progressif des gammes de produits offerts vers des qualités de plus en plus perfectionnées.

Il est donc très important pour les constructeurs de savoir mesurer suffisamment à l'avance l'ampleur de ce mouvement pour pouvoir adapter leur gamme de produits à cette évolution des goûts et des exigences du marché.

Bien sûr, cette analyse doit être compliquée par la prise en considération de nouveaux besoins (tels que deuxième voiture, deuxième réfrigérateur, etc...) qui peuvent être satisfaits par des produits situés plutôt en bas de gamme, ce qui peut donner au marché global une physionomie moins évolutive que celle que nous venons de décrire sommairement. Il n'en reste pas moins que pour tirer le meilleur parti d'un marché, il faut l'analyser avec suffisamment de finesse et qu'alors, au sein des différents sous-marchés que l'on prendra en considération, on trouvera des évolutions analogues à celle que l'on vient de décrire.

Remarque sur les parts des ventes de renouvellement et de 1er équipement

Rappelons que, par convention, nous avons appelé ventes d'équipement l'accroissement net du parc, et ventes de renouvellement la différence entre les ventes totales et les ventes d'équipement. En réalité, chaque année des ménages disparaissent et des ménages nouveaux apparaissent ; si l'on suppose que tous les équipements détenus par les ménages qui disparaissent ne sont pas réutilisés (ce qui est sans doute vrai pour certains appareils), la quantité correspondante est considérée par définition comme du remplacement, alors qu'en fait il s'agira d'équipements acquis par des ménages qui n'étaient pas encore équipés. Par conséquent, lorsque nous disons qu'à population constante les ventes de remplacement tendent vers 100% des ventes totales, cela est vrai dans notre définition, mais cela ne correspond pas à la réalité économique : il y a en effet une fraction de ces ventes de remplacement qui correspondent en fait, pour les ménages concernés, à du premier équipement. On pourra calculer que cette fraction n'est pas très importante, ce qui ne change pas sensiblement l'allure du mouvement que nous avons décrit.

On trouvera dans les graphiques donnés ci-après des exemples d'évolution des ventes totales de biens durables présentant des périodes caractéristiques de récession structurelle.

6.2 - Quelques résultats et exemples d'études

Nous donnerons d'abord quelques résultats illustrant l'évolution des taux d'équipement et des ventes de biens durables dans quelques pays, puis nous examinerons deux études : l'une sur les machines à laver le linge, la seconde sur l'évolution des équipements de chauffage dans les foyers domestiques. Le but de cette dernière étude était en définitive de prévoir la consommation de différentes sortes de combustibles ; elle illustrera les situations dans lesquelles la consommation d'un bien fongible dépend d'un équipement en bien durable, situations que l'on rencontre fréquemment : essence et automobile, pellicules et caméras, énergie et moyens de chauffage, piles et postes radio à transistor, etc...

62.1 - Quelques résultats numériques

62.2 - Une étude des machines à laver

Nous allons donner les grandes lignes d'une étude réalisée en 1970 à la Sema sur les machines à laver le linge en France.

a) Les facteurs influant sur la possession de machines à laver

Le marché est connu :

- pour les livraisons annuelles aux détaillants, par des statistiques syndicales et douanières (de qualité douteuse jusqu'en 1963) ;
- pour les parcs en service, les taux d'équipement des ménages, et les caractéristiques des ménages équipés, par des enquêtes et tout spécialement les enquêtes intentions d'achat de l'INSEE, et pour les trois années 1965 - 66 - 67 les enquêtes permanentes de l'INSEE.

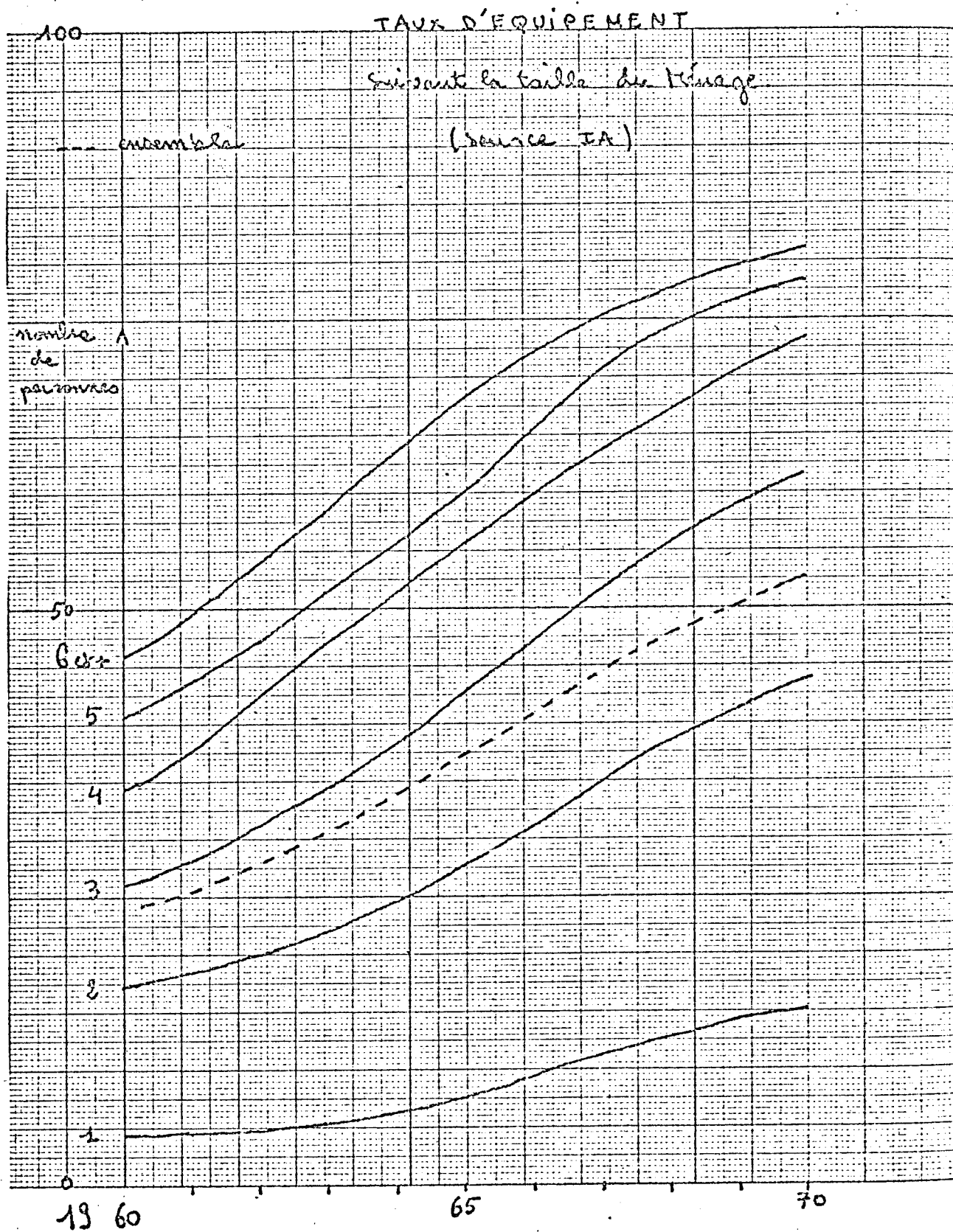
Parmi les facteurs ayant une influence sur la possession de machine à laver, nous citerons :

- le nombre de personnes dans le ménage ; à partir d'un revenu suffisant, les familles nombreuses sont presque toutes équipées ;
- le revenu du ménage, qui joue un rôle très important ;
- l'âge du chef de famille : les taux d'équipement sont plus faibles au-dessus de 60 ans et en dessous de 25 ans ;
- la région : la région parisienne est moins équipée, en décembre 1968, que l'ensemble de la France (42,4% contre 49,9%) ; cela peut tenir à la concurrence des laveries et à l'exiguïté des logements.

Les tableaux ci-après donnent les taux d'équipement, en décembre 1968, en fonction de la taille du ménage, et en fonction du revenu. En outre un graphique illustre l'évolution des taux d'équipement de 1960 à 1970 (d'après les enquêtes "intentions d'achat") dans les différentes classes de ménages selon leur taille.

	TAILLE DU MENAGE						
	Ensemble	1	2	3	4	5	6 et plus
Taux d'équipement	49,9	13,9	41,2	58,8	70,9	75,7	78,8
Nombre de ménages 10^6	16,1	3,2	4,6	3,0	2,4	1,5	1,4

	REVENU EN F								
	Ensemble	moins de 3 000	3 000 à 6 000	6 000 à 10 000	10 000 à 15 000	15 000 à 20 000	20 000 à 30 000	30 000 à 50 000	50 000 et plus
Taux d'équipement	49,9	10,4	19,7	34,9	55,0	62,1	69,8	72,9	76,1
Nombre de ménages 10^6	16,1	0,7	2,0	3,0	3,8	2,7	2,3	1,1	0,3



Enfin l'examen du graphique ci-après de la série des ventes suggère un certain nombre de réflexions :

- on constate d'abord qu'en valeur absolue, les diverses sources statistiques sont assez différentes jusqu'en 1965, tandis qu'en valeur relative (écarts d'une année sur l'autre) elles sont concordantes ;
- d'autre part, la progression des ventes a connu des fluctuations assez fortes, comme on le constate d'ailleurs pour de nombreux biens durables (cf. chapitre X "modèles de fluctuation"). Ces fluctuations peuvent ici s'interpréter de la manière suivante :

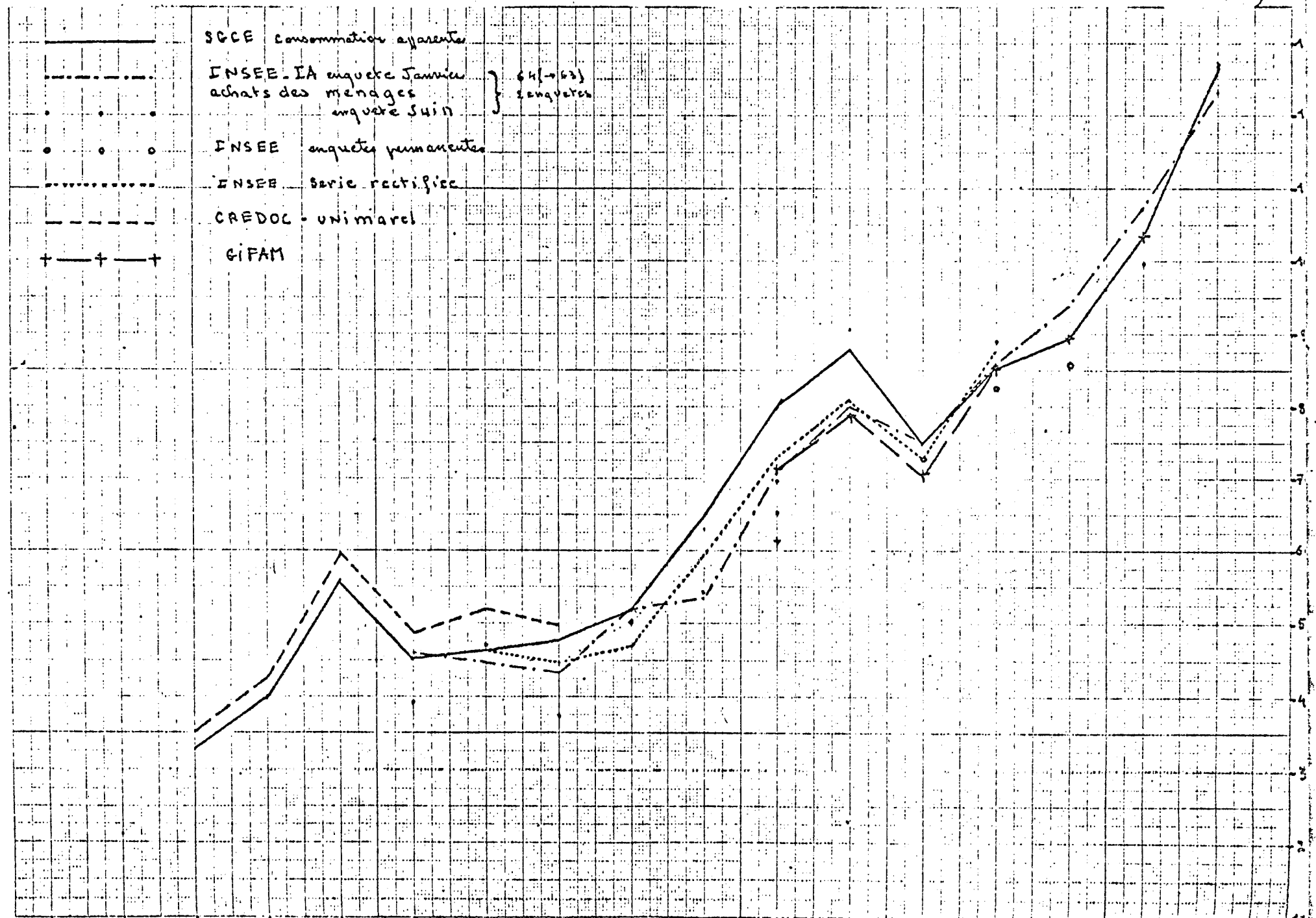
1957 : lancement des machines à tambour, en phase inflationniste

1958 - 1961 : stagnation du marché ; les prix des réfrigérateurs ont déjà baissé alors que ceux des machines à laver sont maintenues assez élevés

1962 - 63 - 64 : expansion des ventes, dans une période d'inflation avec début de baisse de prix des machines à laver

1965 - 66 - 67 : dépression des ventes, mais redémarrage en 1968 avec les machines automatiques de prix modéré.

On peut donc penser qu'une certaine concurrence dans les achats s'est faite entre machines à laver et réfrigérateur, et l'on constate effectivement que dans des modèles de fluctuation (c'est à dire étudiant les accroissements annuels des ventes) on met en évidence une influence significative d'un indice représentatif des rapports entre les prix moyens des réfrigérateurs et des machines à laver.



b) La prévision du parc

On a utilisé le modèle de J.S. Cramer décrit plus haut, en l'appliquant aux résultats des enquêtes INSEE sur le taux de possession en fonction du revenu déclaré lors de l'enquête.

On constate, sur du papier gaussien-logarithmique, que la loi est bien suivie, avec une saturation pour les revenus élevés.

Machine à laver le linge	Ensemble	moins de 3 000	3 000 à 6 000	6 000 à 10 000	10 000 à 15 000	15 000 à 20 000	20 000 à 30 000	30 000 à 50 000	50 000 et plus
Avril 1960	24,4	4,9	16,7	31,0	41,0	46,6	49,1	57,3	
Avril 1961	27,2	5,7	16,8	32,5	44,6	50,0	57,7	59,1	
Avril 1962	30,0	5,3	16,5	31,7	48,7	55,4	55,7	36,2	
Avril 1963	31,2	6,1	16,3	32,6	46,9	51,8	55,2	58,4	55,5
Avril 1964	35,4	6,2	18,2	34,3	48,7	56,5	59,3	63,0	67,7
Avril 1965	38,6	5,9	16,4	33,6	48,8	57,6	61,0	61,1	74,4
Avril 1966	42,1	8,5	17,9	34,4	52,1	58,7	63,0	63,8	72,5
Avril 1967	45,5	8,3	18,3	35,8	52,6	63,1	66,9	69,8	65,3
Décembre 1968	49,9	10,4	19,7	34,9	55,0	62,1	69,8	72,9	76,1

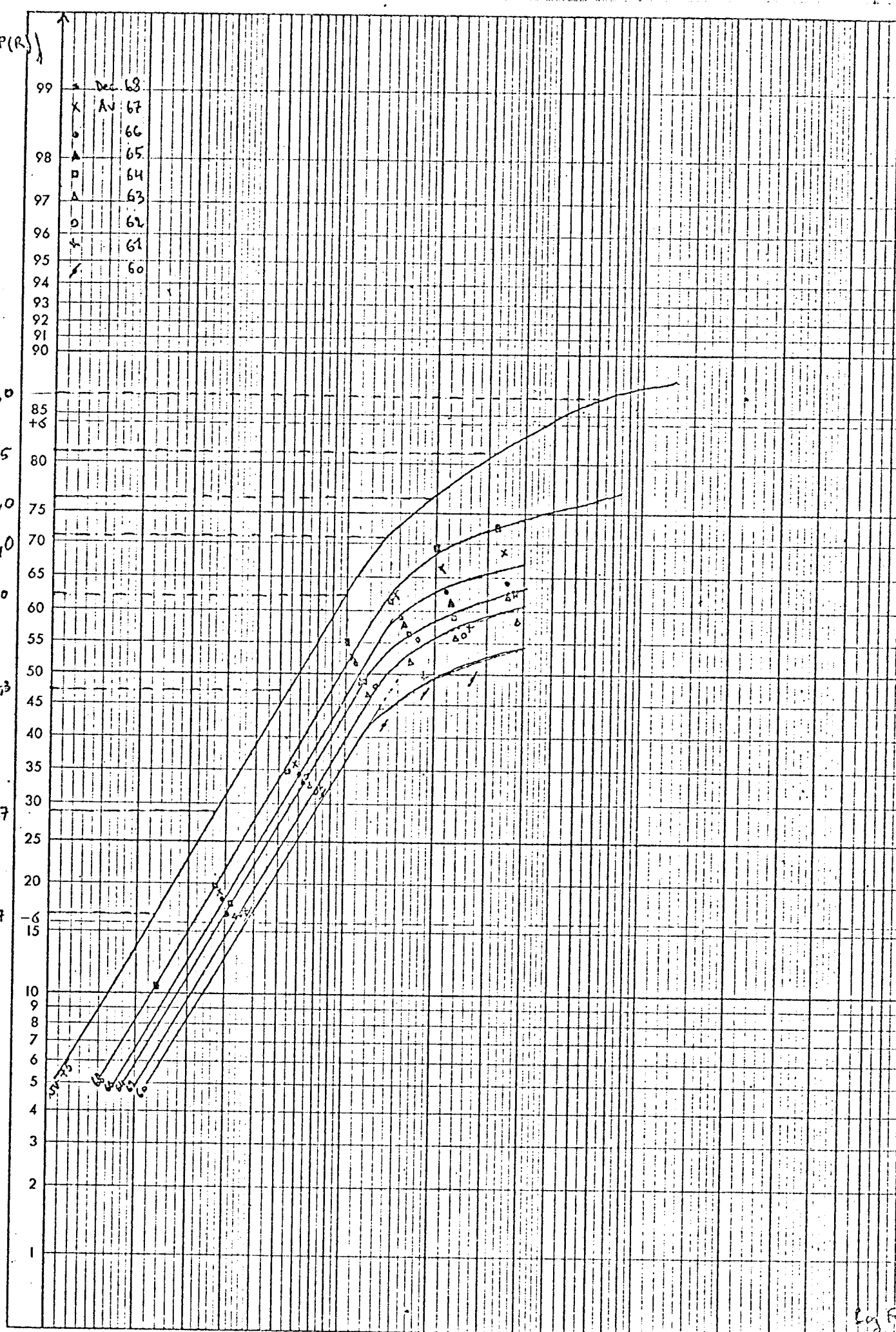
6

$F^{-1}(P(R))$

99
98
97
96
95
94
93
92
91
90

Dec 68
X AV 67
66
65
64
63
62
61
60

87,0
81,5
77,0
74,0
61,0
47,3
28,7
16,7



Log F

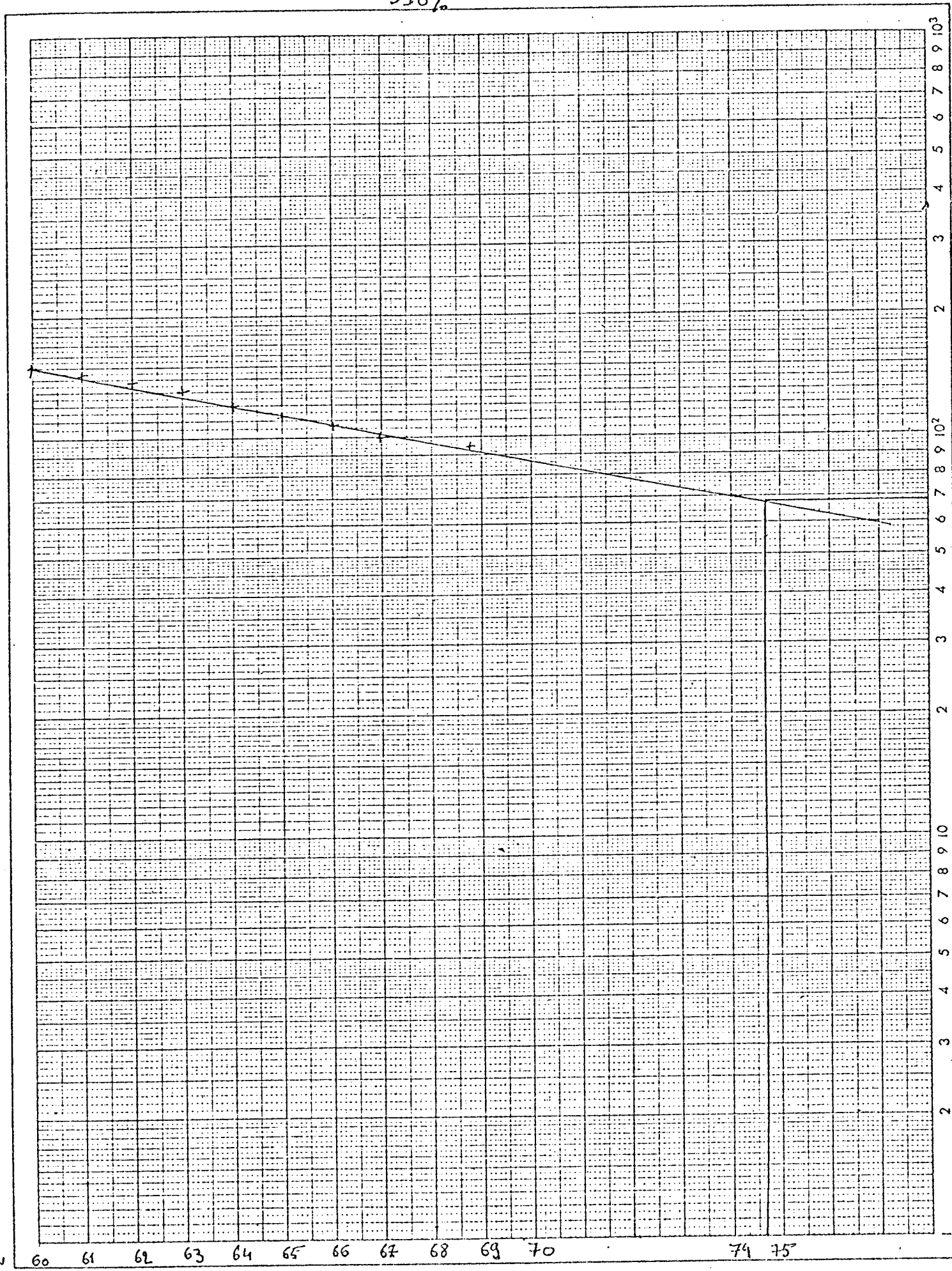
Comme pour la plupart des biens durables les courbes se déplacent parallèlement les unes aux autres en fonction du temps. Le revenu correspondant à 50% de ménages équipés (dans la tranche de revenu correspondante) diminue comme le montrent les chiffres suivants :

Avril	1960	21 000	francs
Avril	1961	14 000	"
Avril	1962	13 700	"
Avril	1963	13 000	"
Avril	1964	12 000	"
Avril	1965	11 400	"
Avril	1966	10 700	"
Avril	1967	10 200	"
Décembre	1968	9 500	"

On constate sur du papier semi-logarithmique que ce taux se déplace sur une droite en fonction du temps (cf. graphique ci-dessous) :

550%

+



Pour élaborer des prévisions, on se sert de cette relation pour obtenir graphiquement, pour 1975, une valeur du revenu de 88 800 francs correspondant au taux de 50% d'équipement. Partant de là, on a pu tracer la droite des taux d'équipement fonction de revenu dans le diagramme gaussien-logarithmique, en choisissant un taux de saturation de 88% pour les revenus les plus élevés, ce qui donne en francs constants 1968 les taux suivants pour le 1/1/75.

Revenu F 68	moins de 3 000	3 000 à 6 000	6 000 à 10 000	10 000 à 15 000	15 000 à 20 000	20 000 à 30 000	30 000 à 50 000	50 000 et plus
taux de possession	16,7	28,7	47,3	62,0	71,0	77,0	81,5	87,0

Il reste enfin à prévoir la distribution des revenus pour 1975 (il s'agit des revenus qui seraient déclarés dans une enquête, dans des conditions analogues à celles des enquêtes précédentes ; on sait que G. Vangrevelinghe a trouvé que le biais dans les déclarations restait le même d'une enquête à l'autre, ce qui justifie le bien fondé de cette méthode).

On constate d'abord que l'ajustement log-normal est convenable (graphique sur papier gaussien-logarithmique) ; en définissant cette loi par la moyenne μ et l'écart-type σ de la distribution normale, on sait que

- e^{μ} représente le revenu médian
- $e^{\mu-\sigma}$ représente le revenu jusqu'à 16% de la population
- $e^{\mu+\sigma}$ représente le revenu jusqu'à 84% de la population.

Sur l'enquête de décembre 1968, on a :

$$\begin{aligned} e^{\mu} &= 8\,700 \text{ francs } 68 \\ e^{\mu-\sigma} &= 3\,600 \quad " \\ e^{\mu+\sigma} &= 16\,500 \quad " \end{aligned}$$

d'où l'on tire μ , σ et le revenu moyen déclaré dont l'expression s'écrit

$$m = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$$

Pour calculer une distribution future au 1er janvier 1975, on fait une hypothèse sur la croissance du revenu moyen, et comme on admet la constance de l'écart-type σ , on en déduit les nouvelles valeurs de μ et $(\mu + \sigma)$, $(\mu - \sigma)$ donnant ainsi l'ajustement d'une droite dans le graphique gaussien-logarithmique. En fait, on a fait une hypothèse H_1 de croissance à 5% par an, et H_2 à 5,5% par an donnant les deux distributions suivantes en francs 68 :

Revenus en F 68	moins de 3 000	3 000 à 6 000	6 000 à 100 000	10 000 à 15 000	15 000 à 20 000	20 000 à 30 000	30 000 à 50 000	50 000 et plus
H 1	3,5	7,2	24,0	44,5	64,0	77,0	92,2	100
H 2	3,1	6,7	23,0	42,5	62,0	75,9	91,4	100

Ayant les taux d'équipement prévus par tranche de revenus, et la distribution future des revenus, on en déduit par intégration le taux moyen prévisionnel au 1/1/75 soit 65,3% dans l'hypothèse H_1 et 66,1% dans l'hypothèse H_2 .

La méthode peut être perfectionnée en segmentant la population de manière plus homogène ; par exemple, il faudrait faire cette segmentation par taille de ménage puisque cette variable est très importante.

On obtient la prévision du parc en faisant une prévision sur le nombre de ménages au 1/1/75.

On a retenu, en définitive, le résultat correspondant à l'hypothèse H_2 et l'on a ajusté une logistique pour représenter l'évolution du parc année par année, de manière à avoir une série cohérente.

c) La prévision des ventes

Les ventes d'équipement se déduisent de la série des parcs prévus. Pour calculer les ventes de remplacement, on a évalué la casse probable à partir d'une recherche sur les durées de vie. On admet que l'on définit ainsi un marché potentiel, qui est la somme des ventes prévisibles d'équipement et de la casse prévue.

La durée de vie a été recherchée par la méthode de type démographique que nous avons décrite plus haut : on détermine une fonction de répartition des durées de vie sous la forme d'une fonction de Weibull telle qu'elle retrace avec une précision satisfaisante l'évolution du parc en service, ainsi que sa structure par âges lorsque celle-ci est connue.

La fonction de Weibull a pour paramètres λ et β , tels que

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T}} \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad \begin{array}{l} \bar{T} \text{ étant la durée de vie moyenne} \\ \Gamma(u) \text{ étant l'eulérienne de} \\ \text{seconde espèce} \end{array}$$

Le programme utilisé fonctionne par "balayage" de valeurs de $\bar{T}$ et β ; on se donne un ensemble de valeurs $\bar{T}$, par exemple : (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) et pour chaque durée de vie $\bar{T}$ on fait varier β , par exemple de 1,5 à 4,0 suivant un pas de 0,1.

Le programme fonctionne à partir d'un parc initial et de la série annuelle des ventes, qu'il fait "vieillir" d'année en année ; β est optimal lorsque l'écart-type résiduel entre les parcs calculés et observés est le plus petit de tous les écarts-types obtenus dans les "balayages" effectués pour une durée moyenne de vie $\bar{T}$ donnée.

Le programme édite :

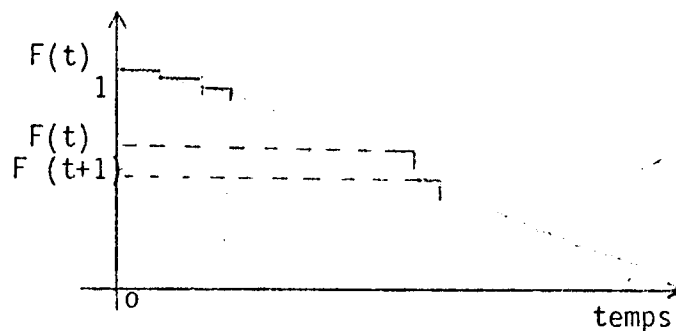
- . les résultats pour chaque durée de vie, avec le β optimal correspondant ;
- . la structure du parc par âge, année par année, de 1963 à janvier 1970, de manière à permettre la comparaison avec les parcs connus par les enquêtes INSEE ;
- . le parc total, la casse, la demande de 1er équipement, les ventes d'occasion, le pourcentage du parc renouvelé, etc...

Résultats

On trouve un écart-type minimal de $\sigma = 0,109$ millions d'appareils, pour $\beta = 5,5$ et $\bar{T} = 11,0$; la loi de survie est donc presque symétrique comme on le vérifie sur le graphique de cette loi donné précédemment.

Notons qu'on n'obtient pas toujours suffisamment d'observations pour pouvoir ajuster convenablement une loi continue ; on fait évoluer $F(t)$ par paliers: $F(0)$ entre 0 et 1, $F(1)$ entre 1 et 2... $F(t)$ entre t et $t+1$ et l'on prend pour $f(t)$ la définition :

$$f(t) = - [F(t+1) - F(t)]$$



Si $\bar{T}$ est la durée de vie moyenne de la loi continue, $\bar{T}'$ celle de la loi discontinue correspondant à la même fonction F , on démontre que :

$$\bar{T} + 1 \geq \bar{T}' \geq \bar{T}$$

Dans le cas des machines à laver, on a trouvé $\bar{T}' = 11,48 \neq 11,5$ ans pour la loi discontinue alors que $\bar{T} = 11$ ans. Le graphique ci-après montre l'allure des courbes F et f correspondant à ces valeurs.

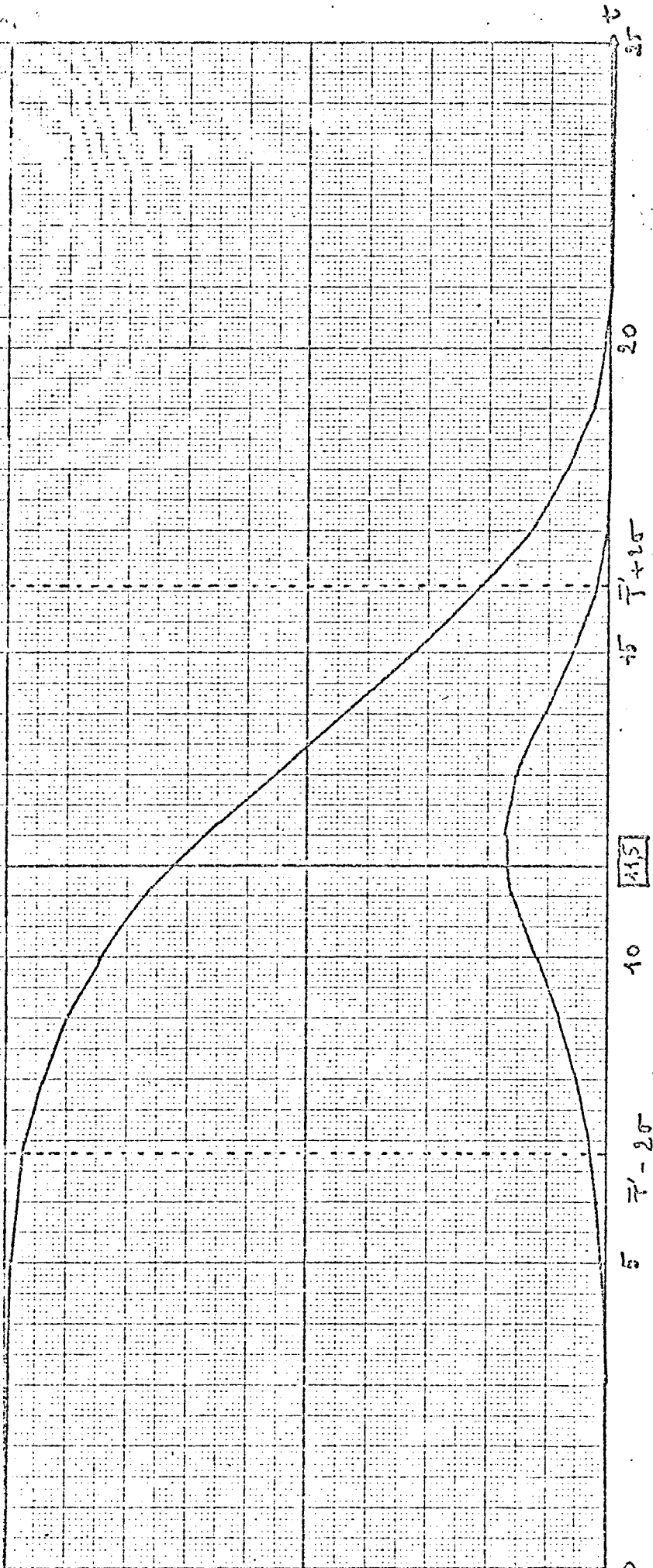
MACHINES A LAVER (Linge)

$$F(x) = e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}} \quad \text{avec } \alpha = \frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = \frac{1}{\lambda}$$

$$\beta = 2,5$$

$$\alpha = 11,5$$

Loi de répartition



0 5 10 15 20 25

0.5 1.0

L'intérêt principal de cette méthode c'est de travailler sur des parcs, dont les statistiques sont relativement bien connues depuis qu'existent les enquêtes intentions d'achat de l'INSEE.

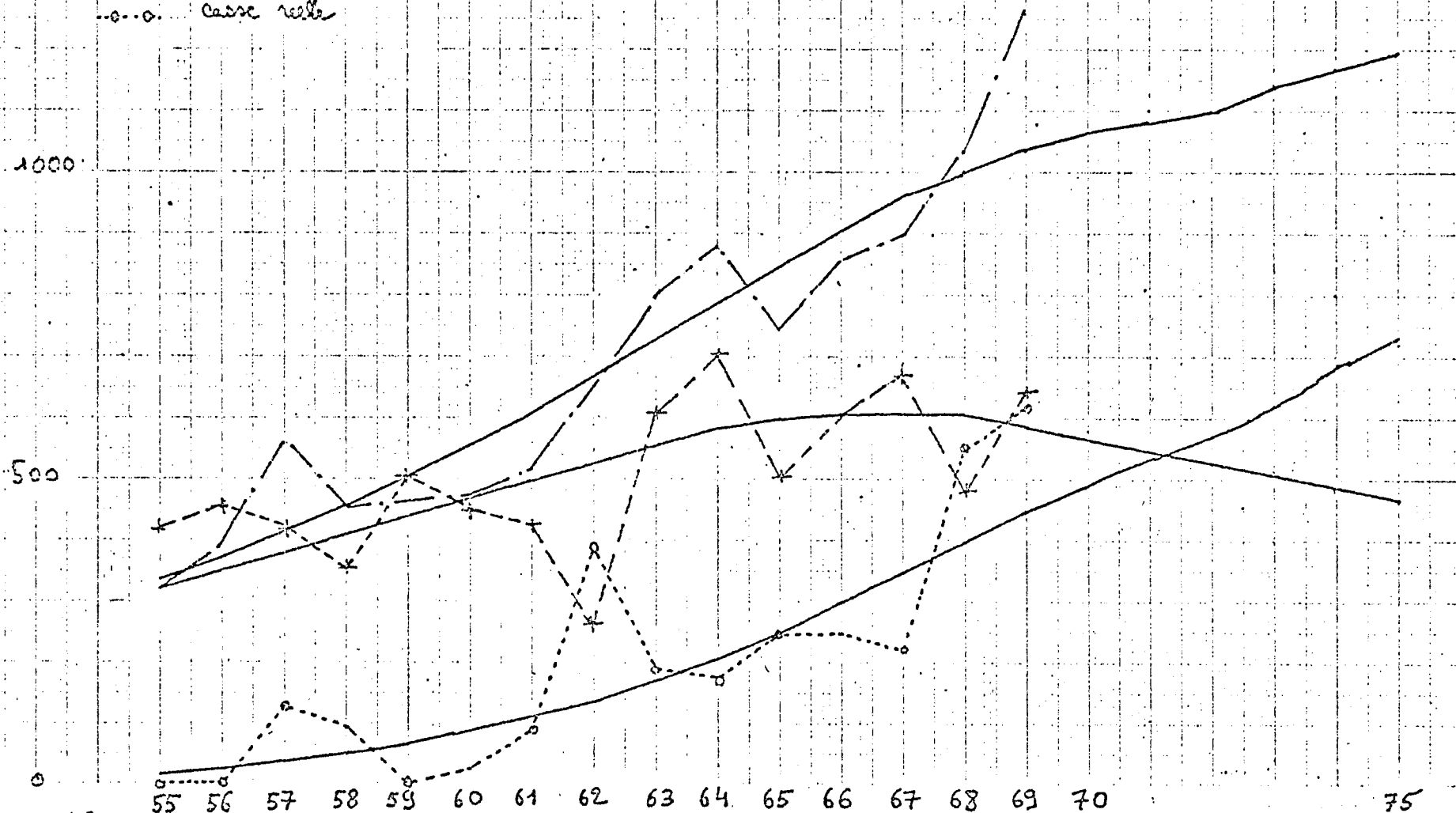
Par ailleurs, on peut faire plusieurs vérifications de cohérence :

- . Les structures de parcs en décembre 62 - janvier 63 : comparaison entre les résultats INSEE et ceux du modèle (Weibull, $\bar{T} = 11$ ans $\beta = 5,5$).

		Weibull calculé 11 ans 5,5	
achats en	INSEE	% parc dec.62 des achats]- ∞ , 61]	% Jv. 63 des achats]- ∞ , 61]
58-61	1 879	48	50
55-57	1 183	30	33
52-54	559	14	12
49-51	174	.	pour les années avant 52, d'a- près notre mé- thode on ne peut comparer.
44-48	66	.	
43	52	.	
	3 913	3 748	
RESULTATS DU MODELE			

MARCHE POTENTIEL , 1^{er} EQUIPEMENT, CASSE

— marche potentiel : 1^{er} eq + casse
 - - - " reel
 - * - 1^{er} équipement reel
 casse reel



. Le pourcentage de parc renouvelé chaque année :

1/1	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
INSEE	11,2	15,4	14,6	17,1	17,0	21,6	22,3	24,2
CALCUL pour $\beta = 5,5,$ 11 ans	8,7	10,9	12,4	14,3	16,7	19,3	22,4	25,2
$\beta = 5,5$ 10 ans	12,9	15,4	17,2	19,4	22,3	25,3	28,7	31,5
$\beta = 3,0$ 12 ans	9,7	11,5	12,8	14,2	16,1	18,0	20,3	22,5

L'évolution du marché potentiel total, du 1er équipement et de la casse sont figurés sur le graphique ci-dessous ; on constate que c'est entre 1971 et 1972 que le marché de remplacement (considéré comme équivalent à la casse) dépasse le marché de premier équipement. Pour chaque marché (premier équipement et remplacement), on constate d'importantes fluctuations par rapport aux tendances de longue période qui sont figurées ; ceci justifie toute l'importance accordée aujourd'hui aux "modèles de fluctuation" dans les études de prévision de biens durables (cf. infra chapitre X).

62.3 - Un modèle Markovien de prévision de la consommation d'énergie dans les foyers domestiques

a) Position du problème

Les ménages ont le choix entre de nombreux modes de chauffage : bois, charbon, électricité, gaz, fuel, gaz de pétrole liquéfié, chauffage urbain.

L'analyse de la demande de ces différents combustibles peut se faire par les méthodes classiques exposées à propos des biens fongibles : études des séries chronologiques ou observation des comportements dans des enquêtes. L'expérience montre que les modèles ainsi obtenus faisant intervenir les variables explicatives usuelles telles que les revenus et les prix relatifs ne sont pas très satisfaisants. La raison en est claire : il n'est pas douteux que le choix d'un mode d'équipement de chauffage et la consommation du combustible correspondant sont liés et que ces deux marchés doivent être étudiés simultanément. Il en est d'ailleurs de même dans les nombreux cas où la consommation d'un bien est liée à la possession (ou à la consommation) d'un autre bien.

b) Principe de la méthode

Dans l'exemple que nous considérons, on étudie le comportement des ménages vis à vis de l'équipement et de la consommation de chauffage. On suppose que les ménages peuvent être rangés en un certain nombre de classes, chaque classe étant représentative d'un mode d'équipement (ou d'une combinaison d'équipements) ; si $\bar{c}_{i,k}$ est la consommation moyenne du combustible i , dans la classe k , au cours de la période considérée et si N_k est l'effectif des ménages de cette classe à cette période, la consommation totale du combustible i , s'écrit :

$$C_i = \sum_k N_k \bar{c}_{i,k}$$

L'évolution de C_i dépend donc de celle des deux facteurs N_k et $\bar{C}_{i,k}$ que l'on étudiera séparément.

L'évolution de la consommation moyenne $\bar{C}_{i,k}$ peut être analysée selon les méthodes classiques d'étude de la demande de catégories homogènes de consommateurs : nous n'insisterons pas sur cet aspect. En revanche, l'étude de l'évolution des effectifs N_k pose des problèmes de nature différente que nous allons examiner.

c) Modèle markovien d'évolution des effectifs des classes de consommateurs

Les effectifs N_k^{t+1} de la classe k à l'époque $t+1$ proviennent des effectifs de toutes les classes existantes à l'époque t , si l'on fait l'hypothèse que les nouveaux ménages proviennent d'une classe "réservoir" qui servirait aussi à recevoir les effectifs des ménages qui disparaissent.

On peut considérer que l'on associe à chaque ménage de la classe k à l'époque t la probabilité $P_{kk'}$, de se trouver dans la classe k' à l'époque $t+1$.

En d'autres termes, le vecteur décrivant l'état à l'époque $t+1$

$$\begin{bmatrix} N_0^{t+1} \\ N_1^{t+1} \\ \vdots \\ N_k^{t+1} \\ \vdots \\ N_z^{t+1} \end{bmatrix}$$

se déduit du vecteur analogue décrivant l'état à l'époque t par multiplication avec une matrice de probabilités de passage :

$$\begin{bmatrix} N_0^{t+1} \\ \vdots \\ N_k^{t+1} \\ \vdots \\ N_z^{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_0^t \\ \vdots \\ N_k^t \\ \vdots \\ N_z^t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \dots & p_{0k} & \dots \\ & & & & \\ p_{k0} & p_{k1} & \dots & p_{kk} & \dots & p_{kz} \\ & & & & \\ p_{z0} & p_{z1} & \dots & p_{zk} & \dots & p_{zz} \end{bmatrix}$$

Les sommes des probabilités de chaque ligne sont égales à l'unité :

$$p_{k0} + p_{k1} + \dots + p_{kk} + \dots + p_{kz} = 1$$

Si l'on fait l'hypothèse que les probabilités de passage sont constantes au cours du temps, et si l'on peut les déterminer avec une précision suffisante, on dispose d'un modèle explicatif des comportements permettant de décrire de manière très fine l'évolution des effectifs des diverses catégories d'équipements.

d) Application à la consommation de charbon

Un tel modèle a été utilisé pour essayer d'expliquer et de prévoir la demande de charbon dans les foyers domestiques en France.

d.1 - Détermination de classes homogènes de ménages consommateurs de charbon

Les données de base disponibles ont été élaborées à partir d'une importante enquête réalisée par les Charbonnages de France au cours de la campagne de vente 1957-1958. Il était possible de distinguer les ménages suivant les caractéristiques de l'habitat (dimension de la commune), du logement (type et ancienneté), de l'équipement de chauffage, de la situation sociale du ménage, de la région et enfin de la consommation annuelle de combustible.

On a recherché l'influence sur la consommation annuelle de charbon, de ces différents facteurs ; on a relevé notamment que le type de logement (selon les 3 variantes : rural, urbain-collectif, urbain-individuel) avait une influence très importante, et qu'il était possible de distinguer des classes d'équipement de chauffage, correspondant à des consommations moyennes présentant des différences significatives entre elles. Il a même été possible de faire apparaître des différences significatives en fonction des autres caractéristiques, notamment en ce qui concerne les régions.

La faiblesse des effectifs de l'échantillon n'a pas permis de subdiviser les classes en combinant différents critères et il a été nécessaire de limiter l'étude à 6 classes de ménages caractérisées par leurs équipements de chauffage ($k = 1, 2, \dots, 6$). Les quantités moyennes consommées par ces classes présentaient entre elles des écarts significatifs pour un seuil de 95 % ; de plus, la forme des distributions des consommations autour des moyennes de chaque classe, ainsi que la valeur des coefficients de variation permettait de considérer ces classes comme relativement homogènes.

d.2 - Etablissement d'une matrice de probabilités de passage

Une méthode directe pour l'estimation des probabilités de passage consisterait à mesurer dans le temps, les fréquences des différents comportements des ménages à l'égard des divers types d'équipement ; malheureusement, les données disponibles ne permettaient pas d'adopter une telle méthode.

Des enquêtes effectuées en 1954-1955 et 1957-1958, permettaient de connaître seulement la répartition des ménages entre les différentes classes à ces deux époques. Les probabilités de passage ont donc dû être estimées en exprimant le fait que la distribution de 1957-1958 se déduit de celle de 1954-1955 par l'application de ce système de probabilités de passage.

Le tableau ci-après donne, dans la première colonne, une description sommaire des 6 classes d'équipement retenues et indique dans les deux dernières colonnes la répartition des ménages au cours des deux enquêtes. Les fréquences des diverses classes, à l'époque 1954-1955, $f_k^{(1)}$, et à l'époque 1957-1958, $f_k^{(2)}$ peuvent s'écrire :

$$f_k^t = \frac{N_k^t}{\sum_{k=1}^6 N_k^t}$$

L'insuffisance des informations sur la création de nouvelles unités de consommation, ainsi que sur la disparition de ménages au cours des périodes étudiées, a conduit à faire des hypothèses simplificatrices pour éviter de faire intervenir les probabilités p_{0k} et p_{k0} . Les passages des unités entre les diverses classes, d'une époque d'enquête à l'autre, s'expriment alors par les 6 équations suivantes :

$$f_k^{(2)} = \sum_{k'=1}^6 p_{k',k} f_{k'}^{(1)} \quad (k = 1, 2, \dots, 6) \quad (4)$$

les probabilités $p_{k',k}$ étant les probabilités de passage entre deux époques, 1954-1955 et 1957-1958, distantes de trois ans.

Types d'équipements	n° d'ordre k	Fréquences ménages %	
		Enquête 1954-55 100 $f_k^{(1)}$	Enquête 1957-58 100 $f_k^{(2)}$
Chauffage central collectif avec ou sans cuisinière et poêle ...	1	1,1	1,8
Chauffage central individuel au charbon	2	6,8	7,8
Pas de chauffage central, pas de poêle, mais cuisinière	3	32,3	22,5
Pas de chauffage central, pas de cuisinière, mais poêle	4	7,1	7,2
Pas de chauffage central, mais cuisinière et poêle	5	25,0	30,2
Autres	6	27,7	30,5
Total		100	100

Les $f_k^{(1)}$ et $f_k^{(2)}$ ne sont pas indépendantes ; elles sont liées par la relation :

$$\sum_k f_k^{(2)} = \sum_{k'} f_{k'}^{(1)} = 1.$$

D'autre part, les probabilités de passage sont liées par les 6 équations :

$$\sum_{k=1}^6 p_{k'k} = 1 \quad (k' = 1, 2, \dots, 6) \quad (5)$$

On dispose ainsi de 11 relations indépendantes pour déterminer les 36 probabilités $p_{k'k}$. Il est donc nécessaire de fixer 25 d'entre eux au moyen d'hypothèses de base et de relations supplémentaires.

L'examen des divers types d'équipement montre que certains passages ne peuvent pratiquement jamais avoir lieu, ce qui conduit à un certain nombre de probabilités nulles. De cette manière, le nombre d'inconnues se trouve limité à 15 liées par 11 relations indépendantes. Le tableau ci-après donne la matrice de base avec les inconnues restant à déterminer.

ancien équipement	Nouvel équipement					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	p_{21}	p_{22}	0	0	0	p_{26}
3	0	p_{32}	p_{33}	0	p_{35}	0
4	0	p_{42}	0	p_{44}	0	p_{46}
5	0	p_{52}	0	0	p_{55}	p_{56}
6	p_{61}	0	0	0	0	p_{66}

3

Pour se donner 4 relations supplémentaires, permettant de résoudre le système, on considère les différentes inéquations auxquelles conduisent les inégalités exprimant que les p_{ik} sont des probabilités, c'est-à-dire $0 \leq p_{ik} \leq 1$, quand on les combine avec le système d'équations (4) et (5). On obtient ainsi des limites pour certaines probabilités et l'on considérera diverses solutions obtenues en se plaçant à ces limites.

On obtient en définitive des matrices de probabilités "limites" encadrant les matrices cherchées et qui permettent de donner des fourchettes pour la répartition des ménages entre les différentes classes d'équipement.

Il a été possible de s'assurer de la validité des résultats obtenus en les recoupant par des informations sur les ventes annuelles d'équipements de chauffage. En définitive, 3 matrices de probabilités de passage ont été étudiées, dont 2 paraissent les plus vraisemblables et conduisent d'ailleurs à des résultats assez voisins.

d.3 - Etablissement de perspectives de consommation

Par la suite, à partir d'hypothèses sur la stabilité des probabilités de passage, ou sur leur évolution, il est possible d'obtenir des perspectives de répartition des ménages entre les 6 classes retenues. A l'aide d'éléments, ou d'hypothèses complémentaires sur l'évolution des quantités moyennes consommées à l'intérieur de chaque classe, en tenant compte notamment du progrès technique, du prix du combustible et des exigences de confort, on obtient en définitive des perspectives de consommation pour chaque classe et, par addition, pour l'ensemble des consommateurs. Cette méthode analytique a fourni une prévision globale pour 1965, qui a été confirmée par deux autres études basées sur des méthodes synthétiques.

Comme on s'en rend compte, le modèle analytique établi n'a pu être utilisé en l'occurrence que de manière imparfaite, parce que le matériel statistique avait été recueilli antérieurement, à l'occasion d'enquêtes destinées à d'autres fins. L'un des avantages du modèle mathématique exposé réside notamment dans le fait qu'il fixe un cadre précis aux enquêtes tendant à recueillir l'information nécessaire aux études sur les perspectives de la demande. Sur le plan explicatif, il permet de rendre compte du mécanisme des mouvements des consommateurs entre les diverses classes ; en d'autres termes, il donne une image analytique de la fluidité d'un marché.

e) Conclusion

Ce modèle, mis au point par la Sema dans une étude pour le compte des Charbonnages de France en 1959-60, a donné lieu par la suite à des développements et des perfectionnements par M. Dousset, Directeur au Ceren, notamment grâce à l'abondance des données statistiques qu'il a pu faire établir pour améliorer la connaissance des consommations. L'hypothèse d'une évolution des probabilités de passage au cours du temps a d'ailleurs dû être retenue.

32

Pour notre part, nous avons eu l'occasion d'appliquer ce modèle dans des études régionales de consommation d'énergie. Son intérêt majeur réside dans la description très fine des comportements ; des applications de tels processus markoviens ont pu être faites à l'étude de la fidélité des consommateurs à des marques lors d'achats répétitifs de biens fongibles. D'autres applications ont été faites à des achats de biens durables, notamment d'automobiles (cf. chapitre VIII : prévision des produits nouveaux).

CHAPITRE 7

LA PREVISION A MOYEN TERME POUR LES BIENS INTERMEDIAIRES ET LES BIENS D'EQUIPEMENT.

Les biens d'équipement (usines, machines,...) augmentent les capacités de production ou de service (infrastructures routières..) ; les biens intermédiaires sont destinés à être incorporés soit dans des biens de consommation (tôles pour automobiles, produits chimiques pour lessives..) soit dans les biens d'équipement (demi-produits pour des usines ou machines, ciment dans des ouvrages d'art..).

Les acquéreurs de ces biens -qu'ils soient d'équipement ou intermédiaires- sont des entreprises ou des administrations, et non des particuliers comme pour les biens de consommation, et de ce fait les facteurs explicatifs de la demande sont différents de ceux que nous avons rencontrés précédemment. Le développement de ces biens est lié au niveau des capacités de production, à leur technologie, à la demande finale de biens de consommation etc.. ainsi qu'au comportement des industriels acheteurs qui peuvent stocker ou destocker, investir plus ou moins, modifier leurs gammes de fabrication ou leur action territoriale (exportations) etc..

C'est la raison pour laquelle nous avons groupé leur étude dans ce chapitre dont la première partie traite des aspects particuliers de la prévision de ces biens, et la seconde présente des exemples d'applications.

71. QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS A LA DEMANDE DES BIENS INTERMEDIAIRES ET DES BIENS D'EQUIPEMENT.

71.1. L'évolution de la demande des biens d'équipement est très irrégulière

On constate que souvent la demande des biens d'équipement, et dans une moindre mesure celle des biens intermédiaires, oscille très fortement autour de la tendance à long terme : ainsi les immatriculations des camions de 6 tonnes et plus en France augmentent au rythme moyen de 8,7 % par an, mais cet accroissement a parfois dépassé 20 % (1956, 1960, 1961, 1963, 1964) et il a parfois été négatif (1950, 1952, 1953, 1957, 1958, 1959, 1965) comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous :

Tableau n° 1

Immatriculations en France des véhicules
de 6 tonnes et plus de poids total en charge

<u>années</u>	<u>nombre</u>	<u>% accroissement annuel</u>
1948	12 940	
1949	11 428	- 11,7
1950	9 316	- 18,5
1951	9 818	+ 5,4
1952	9 449	- 3,8
1953	8 199	- 1,3
1954	10 774	+ 31,4
1955	13 140	+ 22,0
1956	16 833	+ 28,1
1957	15 885	- 5,6
1958	15 762	- 0,8
1959	12 849	- 18,5
1960	15 540	+ 20,9
1961	19 663	+ 26,6
1962	20 569	+ 4,6
1963	25 304	+ 23,0
1964	30 302	+ 19,8
1965	26 170	+ 13,6
1966	27 971	+ 6,9
1967	29 741	+ 6,3
1968	31 378	+ 5,5

La raison principale de ces fluctuations tient essentiellement au caractère discontinu des décisions d'investissement et a fait l'objet, on le sait, d'une analyse déjà ancienne par Aftalion qui a montré comment de légères variations de la demande finale entraînaient des fluctuations beaucoup plus amples de la demande des biens d'équipement. En ce qui concerne les biens intermédiaires, on sait également que des fluctuations de la demande finale sont amplifiées par les décisions de stockage et d'approvisionnement des différents intermédiaires situés le long de la chaîne allant de la production à la commercialisation.

Au niveau de l'ensemble de l'économie, ces phénomènes peuvent être résumés par l'observation comparée de la production intérieure brute et des investissements productifs, retracés dans le tableau ci-dessous pour la période 1956-1971 :

Accroissements annuels comparés de la Production Intérieure Brute et des Investissements Productifs (en volume)		
Années	P I B	Investissements productifs
1956	5,1 %	10,6 %
1957	6,4	12,1
1958	2,6	3,8
1959	3,0	0,8
1960	7,7	8,7
1961	5,7	14,7
1962	7,2	9,1
1963	6,3	6,9
1964	7,0	9,0
1965	4,8	4,7
1966	5,9	10,2
1967	5,0	6,3
1968	4,3	7,0
1969	7,7	12,9
1970	6,1	8,2
1971 (estimé)	5,3	6,5
Moyenne	5,6 %	8,2 %

Les variations de la P.I.B. autour de sa moyenne 5,6 % sont faibles, les points extrêmes enregistrés dans cette période étant 2,4 et 7,7, soit une amplitude totale de 5,3 % légèrement inférieure à la moyenne elle-même ; celles des investissements productifs s'échelonnent de 0,8 à 14,7 soit une amplitude de 13,9 % plus de 60 % supérieure à la moyenne 8,2 %.

Sur ces séries, Monsieur Jean MATOUK a ajusté le modèle économétrique :

$$\dot{I}_p = 1,36 \text{ P.I.B.} + 0,046 \dot{G} \quad (\text{période 1956-71})$$

(0,09) (0,013)

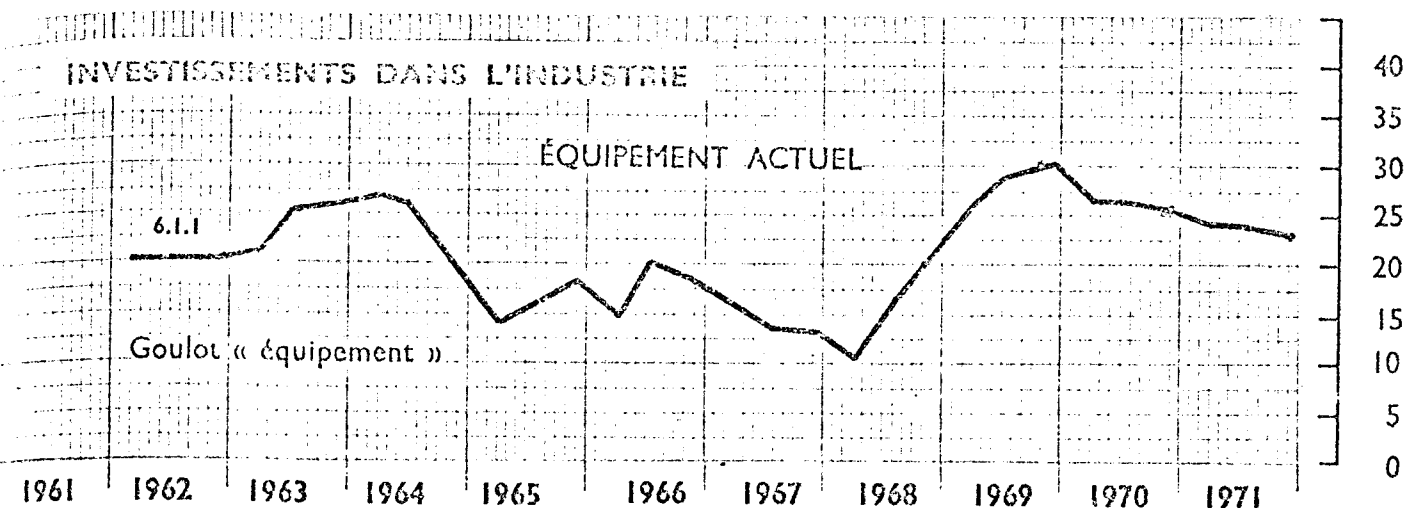
écart type résiduel : 1,9 %

dans lequel

- $\dot{I}_p$ = accroissement en %, d'une année à l'autre, des investissements productifs.
- $\dot{P.I.B.}$ = accroissement en %, d'une année à l'autre, de la PIB.
- $\dot{G}$ = variation relative des "goulots" de production déclarés par les industriels à l'Insee en Novembre de chaque année.

Les coefficients 1,36 et 0,046 ont des caractéristiques d'élasticité ; ils ont été ajustés dans le cadre d'un système d'équations simultanées établies par J. MATOUK, par la méthode des doubles moindres carrés ; on constate qu'ils sont largement significatifs.

La notion de "goulots d'équipement" est dégagée par l'Insee lors des enquêtes effectuées trois fois par an (mars, juin, novembre) auprès des industriels ; le graphique ci-dessous, extrait de "Tendances de la conjoncture" n° 12 (décembre 1971), montre que ce facteur est susceptible d'évolutions importantes et parfois brutales.



71.2. Choix des unités et mesures sont délicats

Pour mesurer il faut disposer d'unités de mesure, ce qui n'est pas toujours simple. Ainsi pour des camions de tonnages importants (plus de 5 tonnes), on a retenu dans certaines études la tonne de charge utile, telle qu'elle est constatée sur les différents modèles. Pour des engrais, on raisonne directement en éléments fertilisants : azote, potassium, ou phosphore. Dans l'énergie on utilise le TEC, tonne d'équivalent charbon, grâce à des équivalences énergétiques entre les divers combustibles ; mais ces équivalences dépendent des performances des appareils qui les utilisent, de sorte que l'évolution du parc de ces appareils entraîne une modification des coefficients d'équivalence.

Les unités choisies doivent posséder un caractère relativement homogène au cours du temps pour permettre des comparaisons valables ; ainsi pour les caisses d'emballage en carton, une tonne en 1972 rend un service plus important qu'une tonne en 1960, car les qualités ont progressé : on doit donc introduire un coefficient technique correcteur permettant de reconstituer pour l'ensemble de la période observée une série de tonnages homogène quant au service rendu sur le marché.

Par ailleurs les flux de produits sont difficiles à repérer, car on les trouve à divers niveaux de l'activité industrielle, et les mouvements des stocks sont toujours très mal connus. Les seuls progrès possibles résident dans l'organisation des statistiques au niveau des professions : déclarations communes de livraisons, constitution de "panels" d'intermédiaires et dans la réalisation d'enquêtes.

71.3. Les enquêtes en milieu industriel sont délicates

La grande source de données est naturellement constituée par les enquêtes, mais celles-ci se sont développées plus tard et plus lentement que les enquêtes auprès des ménages ; c'est, qu'en effet, les enquêtes "industrielles" sont délicates à conduire pour un ensemble de raisons tenant notamment à l'échantillonnage et à la conduite même de l'entretien.

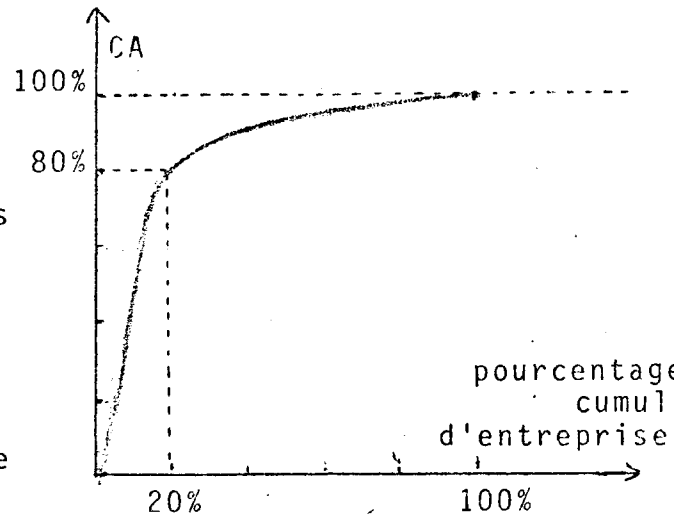
713.1. L'échantillonnage

La constitution d'un bon échantillon d'entreprises à interroger est beaucoup plus délicate que celle d'un échantillon de ménages, et ceci pour trois raisons principales :

- a) Une "base de sondage", c'est à dire une liste exhaustive de l'ensemble des entreprises à interroger n'existe pas toujours ou est très difficile à constituer. En effet, beaucoup de produits industriels ont des applications très nombreuses et intéressent donc une grande variété de sociétés. Les critères à prendre en compte pour inclure telle ou telle société dans l'univers qui nous intéresse (c'est à dire dans la "base de sondage") ne sont pas simples, ni toujours opératoires. On est donc conduit de ce côté à des approximations et l'on recherchera des recoupements grâce à des statistiques globales.

- b) La stratification de l'échantillon est presque toujours nécessaire ; on sait qu'il y a une concentration de l'activité industrielle résumée de manière frappante par la loi dite des "20 - 80", à savoir que 20% des entreprises d'une branche feraient 80% du chiffre d'affaires de la branche en question.

Cette courbe de concentration est figurée dans le graphique ci-contre.



Bien entendu, dans la pratique cette "loi"

s'applique avec de larges variations : dans certains cas 20% des entreprises les plus importantes ne feront que 50% du chiffre d'affaires total ou au contraire plus de 80%.

Ce qui est vrai, et qu'il faut garder présent à l'esprit, c'est l'esprit de cette loi, qui traduit une grande concentration dans un petit nombre d'entreprises. Il s'ensuit que dans une enquête industrielle, on fera ce que l'on appelle une "stratification" : on découpera l'univers des entreprises à interroger en plusieurs classes selon l'importance de leur chiffre d'affaires (relativement au produit qui nous intéresse). On adoptera un taux de sondage différent dans chaque classe ; par exemple, si l'on a retenu 4 classes, on interrogera peut être toutes les entreprises de la 1ère catégorie, 50% des entreprises de la 2ème, 25% des entreprises de la 3ème et 5% des entreprises de la 4ème catégorie.

On tient évidemment compte de ces proportions lors de l'estimation du marché global.

Cette méthode consiste en fait à chercher à tirer le meilleur parti possible d'un certain nombre d'enquêtes, c'est à dire d'une certaine dépense, au regard de la quantité d'informations apportée par ces enquêtes.

- c) Le choix de la place au sein de la chaîne de production est très important ; donnons-en un exemple : les matières plastiques proviennent de résines fabriquées dans des installations industrielles de grande dimension par un petit nombre de producteurs ; elles sont mises en oeuvre par des "transformateurs" équipés de machines telles que presses à calendrer, presses à injection, machines à mouler, etc., qui fabriquent des pièces vendues le plus généralement sous forme de produit semi-finis à des industriels qui les incorporent dans des produits finis comme les automobiles, les réfrigérateurs, l'ameublement, etc...
- Pour étudier le marché des matières plastiques, c'est à dire connaître, pour chaque résine, les tonnages produits et les utilisations finales de ces tonnages, on peut enquêter aux 3 niveaux producteur de résine, transformateur, industriel producteur du produit fini. Chacun de ces trois niveaux présente un intérêt mais on doit remarquer que le producteur de résine sera relativement discret, puisqu'il opère dans un oligopole ; quant à l'industriel producteur du produit fini, il y en a une très grande variété et il sera relativement coûteux de vouloir reconstituer de manière chiffrée l'ensemble des applications des matières plastique à ce niveau : en revanche on y trouvera d'intéressantes indications sur l'évolution future.

Il reste le cas du transformateur de matières plastiques : cet industriel est très intéressant à interroger car il constitue une sorte de goulot dans ce marché ; avec un échantillon bien fait de transformateurs on peut en effet reconstituer avec précision la description du marché, ainsi que les tendances.

On voit donc, à partir de cet exemple, toute l'importance qu'il y a à choisir le bon niveau auquel seront faites le plus grand nombre d'enquêtes.

713.2. La conduite de l'enquête

Les enquêtes industrielles comportent, comme les enquêtes sur des produits de consommation, des aspects quantitatifs (consommation de produits, équipements en machines, achats à tel prix, etc...) et des aspects qualitatifs (intentions d'achat, développements d'activités nouvelles, modifications de produits, satisfaction à l'égard d'un produit ou d'une société, etc...).

A la différence des enquêtes de consommation où l'enquêteur est enfermé la plupart du temps dans le cadre très strict d'un questionnaire minutieusement rédigé et compréhensible de toute personnes interrogée, les enquêtes industrielles requièrent une forte participation de l'enquêteur. En effet, le questionnaire qui lui est remis n'est qu'un guide d'entretien, destiné à faciliter la conversation et à rappeler tous les thèmes à aborder. L'enquête concerne des aspects techniques que l'enquêteur doit être à même de comprendre et il dispose d'une grande liberté pour mener son entretien.

La conversation est souvent longue : deux heures, parfois davantage. Sur un même sujet, il est fréquent que plusieurs personnes doivent être interrogées dans une entreprise : s'agissant par exemple du marché des camions, on peut interroger le chef d'un chantier, le conducteur, le responsable du service d'entretien, le directeur de l'entreprise.

Il s'ensuit que les enquêtes industrielles doivent être conduites par des gens de métier, ayant une solide formation technique et connaissant bien les aspects particuliers des produits sur lesquelles ils mènent une étude de marché.

71.4. La stabilité et la signification des modèles de prévision doivent être analysés avec soin

Parmi les reproches les plus fréquemment adressés par les "sceptiques" à l'égard des prévisions de produits industriels, on entend souvent dire que la rapidité du progrès technique -avec son cortège d'incidences sur la création de produits nouveaux ou sur l'évolution des prix- rend toute prévision impossible, voire nuisible.

Il faut d'abord distinguer entre prévision et modèles de prévisions ; pour ce qui est de la prévision, chacun est obligé d'en faire, tout particulièrement lors de décisions d'investissement.

Pour ce qui est des modèles, il faut, pour qu'ils soient utiles, qu'ils soient réalistes, c'est à dire prennent en compte tous les éléments fondamentaux. C'est ainsi que l'évolution d'une réglementation peut devenir décisive pour l'emploi par exemple d'une matière plastique dans l'emballage d'un produit alimentaire. De même, l'abolition d'une préférence douanière peut modifier radicalement les possibilités d'un marché.

Par ailleurs, les conditions de l'offre peuvent changer brusquement, à la suite de l'apparition de procédés industriels nouveaux : ainsi la production d'éthylène à très bas prix dans des steam-cracking de grande capacité a-t-elle entraîné une baisse spectaculaire du prix du polyéthylène en France : de 6,40 F. le kilo. en 1952, à 2,15 en 1962 et 1,25 en 1969. Au fur et à mesure que le prix diminue, apparaissent des possibilités d'emploi comme substitut d'autres produits : il y aura donc des "seuils" dont le modèle de prévision devra tenir compte.

La "stabilité" des modèles au cours du temps est liée à la variété des événements perturbateurs à long terme, ceux que le Professeur GOUX nomme les facteurs explicatifs "structurels" : on doit s'efforcer de les recenser lors de l'analyse, même si l'on n'est pas toujours capable d'apprécier la date à laquelle leur rôle interviendra.

En définitive, la construction de modèles réalistes suppose une collaboration très étroite entre les prévisionnistes et les techniciens du marché considéré ; cela permet de réaliser une analyse rigoureuse des conditions régnant sur un marché, une critique précise des chiffres utilisés lors de la construction des modèles, et la prise en compte d'hypothèses d'évolution admises -et donc comprises- par des industriels. Nous allons examiner maintenant quelques exemples d'études qui ont été réalisées par de telles équipes.

72. QUELQUES EXEMPLES D'ETUDES DE PREVISION POUR DES BIENS INTERMEDIAIRES OU D'EQUIPEMENT.

2.1. Le marché des camions en France

Les questions posées par le constructeur étaient :

- Ou'elle est la gamme de véhicules la mieux adaptée au marché et

quelles orientations faut-il proposer aux techniciens chargés de l'élaboration des produits ?

- Quelles sont les perspectives de vente à moyen terme (5ans) de camions et tracteurs routiers civils d'une capacité de plus de 3 tonnes de charge utile ?

Ce vaste problème a fait l'objet d'une série d'études dont certains aspects ont été exposés dans un article publié par la revue METRA en 1963 * ; nous allons en présenter ici succinctement les éléments essentiels.

72.1.1. L'étude de la gamme

Les véhicules industriels ont des emplois variés : transports de matériaux, utilisation dans les chantiers de travaux publics, transports de produits agricoles à longue distance, transport de produits pétroliers, transports divers à longue distance, transports à courte distance, livraisons en ville etc.. Les Sociétés qui les utilisent vont du transporteur individuel, propriétaire d'un véhicule, à des entreprises considérables qui en possèdent plusieurs centaines. Il s'agit d'abord d'introduire quelques éléments de classement,

- en déterminant des catégories d'emploi des véhicules ;
- en classant les entreprises selon leur importance dans les achats de véhicules neufs.

Des enquêtes rapides permettent de retenir quelques grandes catégories d'emploi :

- bâtiment et travaux publics : véhicules transportant des matières pondéreuses de faible valeur sur des distances faibles, parfois en terrain difficile ;
- transport de marchandises sur moyenne et longue distance : véhicules transportant des marchandises de valeur unitaire relativement élevée, parfois dans des délais rapides (denrées périssables) ;

* "Une étude de produits industriels : le marché des camions en France", par Louis PERRUCHE et Michel SALOMON, revue METRA, Vol. II, n° 1, 1963.-

- transport de marchandises à courte distance et en ville : véhicules s'arrêtant fréquemment, dans des rues souvent encombrées ;
- transports agricoles ;
- transports de matières spéciales (frigorifiques, inflammables,

Les statistiques établies par l'INSEE à partir des cartes grises des véhicules permettent de connaître approximativement la répartition des marchés entre ces grandes catégories d'emplois.

Des enquêtes ont été menées auprès des catégories les plus intéressantes, afin de dégager les principes d'une gamme de véhicules à partir d'une connaissance précise des conditions d'utilisation et des desiderata de la clientèle. Elles nécessitaient l'établissement d'un questionnaire et d'un plan d'échantillonnage.

Le questionnaire de l'enquête sur la profession du bâtiment et travaux publics, par exemple, a été élaboré en deux étages :

- conversations très détaillées avec le constructeur et une quinzaine d'experts (ingénieurs des Ponts et Chaussées, spécialistes appartenant à des Syndicats Professionnels, Ingénieurs Conseils en bâtiment et travaux publics, Directeurs, Ingénieurs en chef ou responsables du parc de véhicules d'entreprises importantes);
- établissement d'un premier questionnaire qui fut expérimenté auprès de 40 entreprises de bâtiment et travaux publics, et des exploitants de carrières, sélectionnés pour leur importance, leur réputation, ou leur compétence particulière.
- A l'issue de cet inventaire très complet des problèmes et tendances, le questionnaire définitif fut établi de manière très précise et détaillée.

Le plan de sondage ne pouvait être un simple tirage représentatif des 23.600 entreprises de bâtiment et travaux publics recensées : avec 150 interviews on n'eût couvert qu'une faible partie du parc (environ 0,6 %), étant donné la grande disparité de la taille entre les entreprises. En outre, les entreprises intéres-

santés sont surtout celles qui achètent des véhicules neufs et non des véhicules d'occasion. Il fallait donc raisonner la construction du plan de sondage à partir des informations disponibles (c'est une situation que l'on rencontre pratiquement dans toutes les enquêtes industrielles et c'est -notons le en passant- une attitude que l'on prend de plus en plus dans les enquêtes de produits de grande consommation grâce aux progrès des techniques de segmentation).

On va raisonner à trois niveaux :

- . importance respective des entreprises de bâtiment et des entreprises de travaux publics ;
- . classement des entreprises par taille ;
- . répartition géographique ;

Une enquête de L'INSEE donnait pour 1956 la répartition des investissements en véhicules lourds :

. entreprises de bâtiment	30 à 40 millions de francs
. entreprises de travaux publics	60 à 70 millions de francs
. entreprises mixtes	30 millions de francs

<u>Total</u>	120 à 140 millions de francs
--------------	------------------------------

Se basant sur cette répartition, les 150 entreprises à enquêter devraient comprendre 30 % d'entreprises de bâtiment et 70 % d'entreprises de travaux publics ou mixtes.

S'agissant du classement des entreprises par taille, on pouvait distinguer trois catégories :

- Catégorie 1 - entreprises employant plus de 200 personnes ;
- Catégorie 2 - entreprises employant de 50 à 200 personnes ;
- Catégorie 3 - entreprises employant moins de 50 personnes.

On a délibérément favorisé dans l'échantillon les grosses entreprises pour deux raisons :

- elles possèdent et achètent la plus grande partie des camions neufs (les catégories 1 et 2 représentent 80 % du marché).

- l'expérience montre que les opinions de ces entreprises conditionnent les attitudes et avis des petits entrepreneurs qui "ne veulent pas essayer les plâtres".

Enfin on a choisi de concentrer les interviews dans 8 départements seulement. Cela permet de mettre en évidence des différences significatives qui n'apparaîtraient pas si les interviews étaient réparties dans toute la France ; de la sorte, on peut conclure avec plus de certitude sur les caractéristiques adaptées à telles conditions géographiques et par ailleurs on peut utiliser les résultats propres à une région pour expliquer et donc corriger les biais introduits dans un tel choix raisonné.

Les départements ont été choisis en fonction des critères suivants :

- importance de l'activité de la profession dans le département ;
- existence de chantiers importants ;
- caractère maritime, industriel ou agricole.

Représentativité de l'échantillon

Les 150 entreprises interrogées avaient 2684 véhicules de plus de 3 tonnes de charge utile, soit 6,5 % du nombre total de ces véhicules dans la profession ; ce pourcentage est dix fois plus grand que si l'on avait tiré au sort l'échantillon. Le tableau ci-dessous donne la comparaison de la répartition par marque fournie par l'enquête avec la répartition révélée par le fichier automobile : les distorsions constatées (notamment en faveur des véhicules divers de 3,5 tonnes et 5 tonnes) ont été expliquées. Ainsi compte-tenu des remarques faites à posteriori, l'échantillon retenu permet de représenter valablement les opinions et besoins de la clientèle ; mais une telle méthode n'aurait pu être utilisée sans précautions complémentaires (que l'on n'explicitera pas ici) pour obtenir des informations quantitatives sur le marché.

REPARTITION DES VEHICULES PAR CLASSE DE TONNAGE ET PAR MARQUE

(a) valeur en % déduite de l'enquête

(b) valeur en % d'après le fichier automobile

	3,5 t		5 t		7 t		10 t		15 t	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
BERLIET	3	9	12	21	52	48	44	45	7	10
CITROEN	5	18	17	15	0	0	0	0	0	0
RENAULT SAVIEM	10	13	3	6	30	25	10	13	7	5
UNIC	-	16	2	12	5	10	30	27	36	36
DIVERS	82	44	66	46	13	17	14	15	50	49
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nombre véhicules										
recensés (1)	146		1086		360		118		217	
réels (2)	13833		15110		7041		4960		562	
(à l'époque de l'enquête)										
(1) / (2)	1,05 %		7,2 %		5,1 %		16,5 %		38,5 %	

Résultats de l'enquête

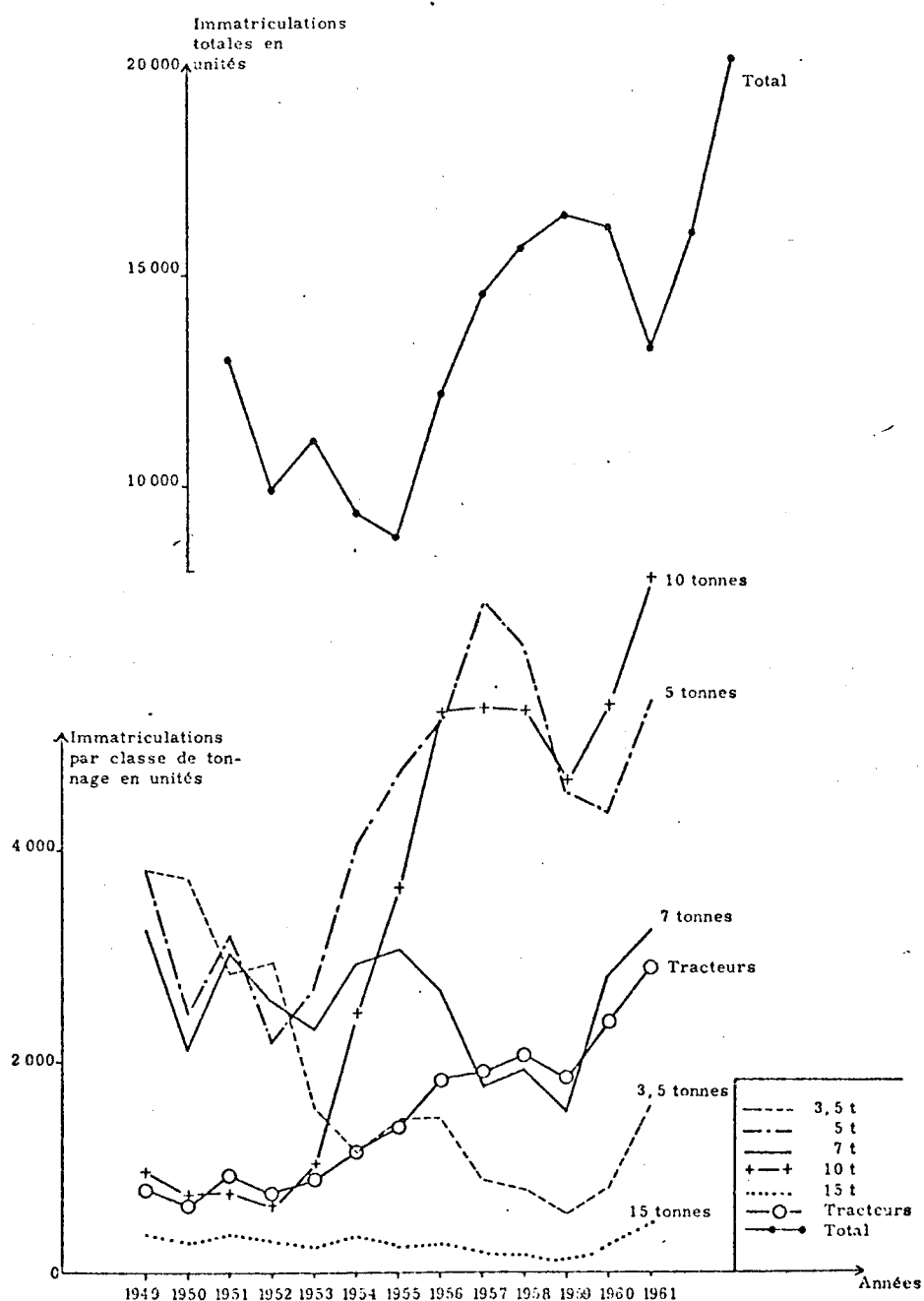
Les interviews étaient effectuées par les techniciens très avertis du sujet ; chaque interview durait une heure et demie à deux heures et dans nombre de cas plusieurs personnes furent interrogées dans la même entreprise lorsqu'elle avait une certaine taille. L'enquête permettrait de connaître les caractéristiques techniques souhaitées par les utilisateurs, ainsi que les avis sur les différents véhicules présents sur le marché.

Le dépouillement des questionnaires tient compte du poids à accorder à chaque entreprise dans le résultat final ; ce poids dépend du nombre de véhicules que possède l'entreprise dans la catégorie de tonnage concernée. La distribution des réponses permet d'observer des points d'accumulation correspondant aux différents véhicules souhaités dans la gamme, ainsi qu'à leurs caractéristiques techniques.

72.1.2. L'établissement d'un modèle prévisionnel de la demande de camions

Les immatriculations annuelles de véhicules neufs sont connues et publiées par l'INSEE d'après le Fichier Central Automobile des "cartes grises". Le graphique ci-après montre leur évolution de 1949 à 1961 (l'étude a été réalisée en 1962 pour la première fois et réactualisée depuis lors). On constate des fluctuations très importantes dans la croissance ainsi que des mouvements entre les catégories de véhicules : cela empêchait d'avoir recours à une méthode simple de détermination de tendance, par méthode graphique par exemple. La méthode de prévision retenue a permis de surmonter ces difficultés d'une part en autorisant, par l'introduction d'une unité commune, la comparaison entre des camions de catégories différentes, d'autre part en corrélant la variable retenue pour représenter les immatriculations annuelles avec un indicateur économique.

Immatriculations de véhicules industriels
de plus de 3 tonnes de charge utile



Choix des variables

Il faut d'abord définir une variable capable d'être exprimée dans une unité commune à tous les véhicules. Si l'on part de l'optique d'un "parc" de véhicules susceptibles d'offrir un service de transport, c'est la tonne-kilomètre par unité de temps (par exemple, par an) qui conviendrait, et c'est bien l'unité qui permet, dans les comptes de transport de la Nation, d'effectuer des comparaisons entre les différents moyens de transport utilisés (rail, route, eau, avion). Si l'on s'intéresse à l'optique "flux", qui est celle des immatriculations annuelles, on peut raisonner en tonnes de charge utile demandées chaque année.

Cette variable "tonnes de charge utile" est aisément transposable en chiffre d'affaires, car on a observé que le prix de vente d'un camion rapporté à la tonne de charge utile est pratiquement indépendant de sa taille. Dans le modèle économétrique, la variable à expliquer sera le volume annuel d'immatriculations neuves exprimées en tonnes de charge utile. Ce calcul est assez lourd car il doit être effectué à l'aide de statistiques détaillées par type de véhicule.

La variable explicative retenue est la formation brute de capital fixe, après que d'autres variables eussent été essayées. Le F.B.C.F. convient particulièrement bien, car l'achat d'un camion est effectivement un investissement. Du point de vue statistique, on a vérifié que la variable "immatriculations" était bien corrélée au F.B.C.F. : un modèle reliant les accroissements annuels des deux grandeurs montre que les variations annuelles du F.B.C.F. expliquent 40 % de la variance observée pour les immatriculations en tonnes de charge utile (ajustement effectué sur 15 points : de 1949 à 1963).

Choix du modèle

La relation la plus simple est linéaire :

$$I_t = 2,92 F - 79,4$$

$$R = 0,964 \text{ sur 13 points (1949 à 1961).}$$

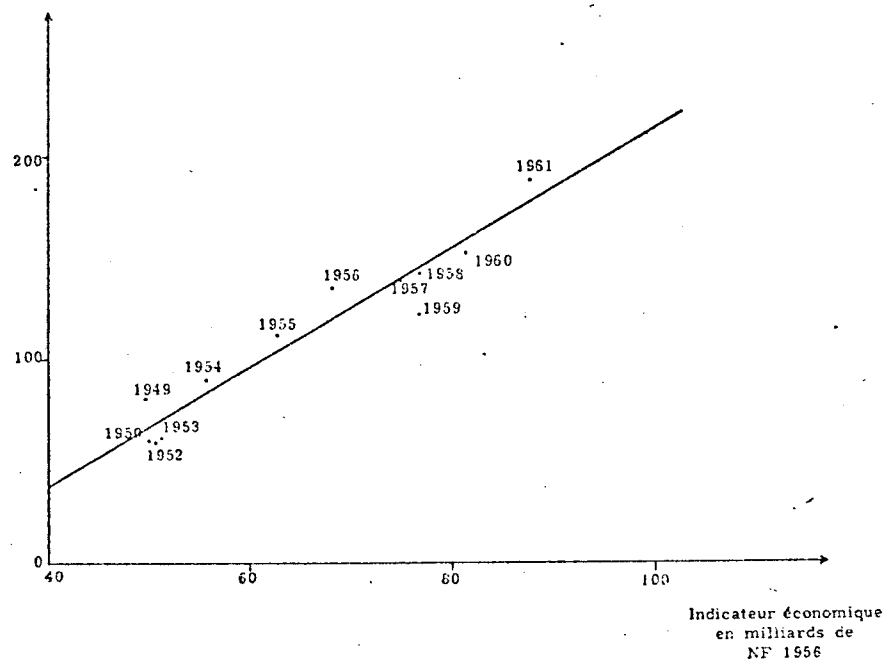
I_t = Immatriculations en millions de tonnes de charge utile.

F_t = F.B.C.F. en milliards de nouveaux francs 1956.

et le graphique ci-après illustre la qualité de l'ajustement réalisé.

Evolution des immatriculations en fonction de l'indicateur économique retenu

Immatriculations en
milliers de tonnes
de charge utile



Bien que la liaison soit étroite, on constate des écarts importants pour certaines années ; on remarque que les observations s'organisent selon une "loi" cyclique autour de la droite de tendance, à savoir :

- point correspondant à l'année 1949 au-dessus de la droite
- points 1950, 1951, 1952, 1953, au-dessous de la droite
- points 1954, 1955, 1956, au-dessus de la droite
- points 1957, 1958, 1959, 1960 au-dessous de la droite
- point 1961 au-dessus de la droite

Cette constatation conduit à introduire dans le modèle une variable complémentaire permettant de rendre compte de ces oscillations. Deux solutions ont été envisagées :

1) Tenir compte d'un "cycle du camion" en remarquant qu'à des années où les entrées dans le parc sont supérieures à la normale, succèdent des années où les entrées sont inférieures à la normale ; les acheteurs n'auraient donc réagi qu'avec un certain délai (3 à 4 ans) au suréquipement ou au sous-équipement.

Ainsi, on constate que l'écart entre le point observé l'année t et la droite tendance est sensiblement égal à l'opposé de la demi-somme des écarts correspondants observés les années $t - 3$ et $t - 4$.

Le modèle retenu consiste à tenir compte de cette composante cyclique, en calculant l'équation de régression correspondant alors au meilleur ajustement. Celle-ci est $y = 2,99 x - 83,0$ avec un coefficient de corrélation sur 9 points de 0,989.

2) introduire dans le modèle un coefficient "accélérateur" en remarquant que les entrées dans le parc sont supérieures à la normale les années où l'augmentation de l'indicateur économique est elle-même supérieure à la moyenne. Concrètement, ceci correspond au phénomène suivant : les acheteurs de camions, sensibles aux fluctuations économiques, ont tendance à exagérer les tendances réelles tant en période de développement (fortes immatriculations de 1956 et 1961) qu'en période de récession (faibles ventes de 1953 et 1959).

L'indicateur utilisé est alors $E_t \times \frac{E_t}{E_t - 1}$

L'équation de régression correspondante est, avec les mêmes notations que précédemment, $I_t = 2,70 E_t \times \frac{E_t}{E_t - 1} - 74,8$

Le coefficient de corrélation calculé sur 13 points est $r = 0,98$.

Résultats de l'ajustement des modèles retenus aux observations passées.

Dans ce qui suit, nous appellerons :

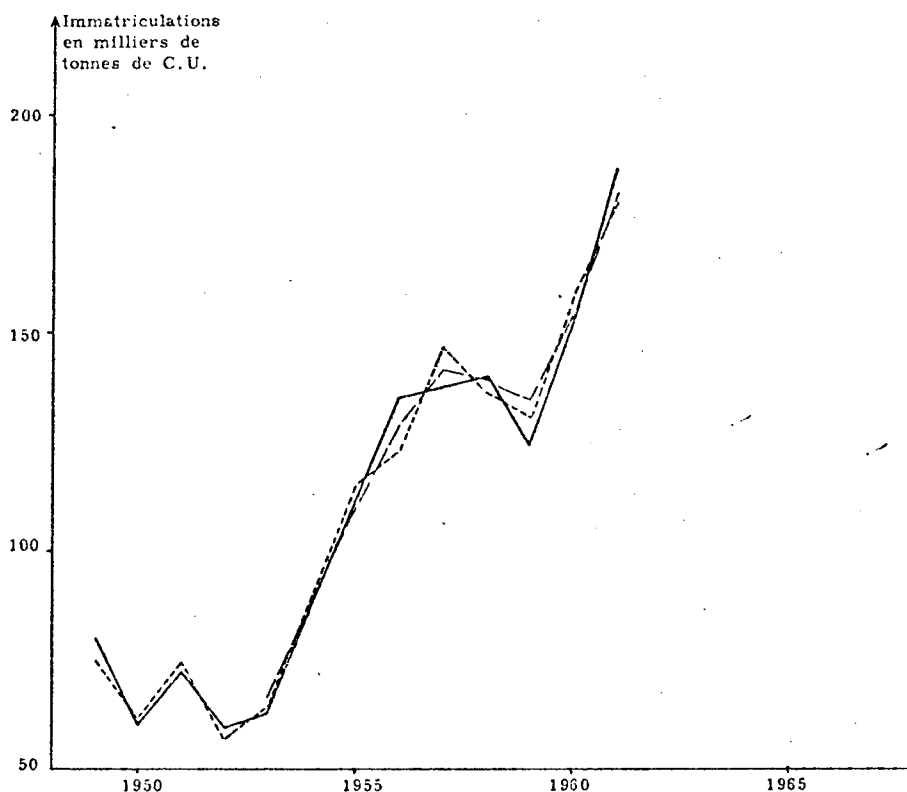
- modèle avec "cycle", la méthode d'ajustement faisant intervenir les immatriculations des années antérieures à l'année étudiée,
- modèle avec "accélérateur", la méthode d'ajustement ne faisant intervenir que l'indicateur économique sous la forme :

$$E_t \times \frac{E_t}{E_t - 1}$$

COMPARAISON DES IMMATRICULATIONS REELLES AVEC LES
IMMATRICULATIONS CALCULEES PAR LES MODELES

LEGENDE

- immatriculations observées
 - - - - - immatriculations calculées par le modèle avec "cycle"
 - - - - - immatriculations calculées par le modèle avec "accélérateur".



Les résultats du calcul par ces deux méthodes sont résumés dans le tableau ci-après et illustrés par le graphique ci-dessus.

Les résultats de cette comparaison montrent que les écarts relatifs entre valeurs calculées et valeurs observées sont généralement inférieures à 5 %, n'atteignant des valeurs comprises entre 5 et 10 % qu'aux périodes de retournement de conjoncture ; 1953, 1956-1957, 1959.

- les courbes représentant l'évolution des immatriculations calculées reproduisent les fluctuations de la courbe d'immatriculations réelles en n'atténuant que les modifications brutales de tendance.

COMPARAISON ENTRE IMMATICULATIONS CALCULEES ET
IMMATICULATIONS OBSERVEES

(écarts $\frac{\text{immatriculations observées} - \text{immatriculations calculées}}{\text{immatriculations observées}}$ calculées en

	<u>modèle avec cycle</u>	<u>modèle avec accélérateur</u>
1949		5,5
1950		- 2,0
1951		- 5,2
1952		5,0
1953	- 6,1	- 3,5
1954	1,4	1,0
1955	0,8	- 3,2
1956	4,9	8,9
1957	- 1,8	- 5,6
1958	0,3	2,6
1959	- 9,8	- 6,2
1960	- 0,1	- 4,3
1961	2,7	4,3

Des analyses de type conjoncturel permettraient d'expliquer et de réduire encore les écarts observés mais, pour un modèle de prévisions à moyen terme, la précision obtenue est suffisante.

Critique de la forme du modèle

Le modèle $1 = a F + b$ où b est négatif correspond à une élasticité par rapport à F qui est plus grande que 1 et qui décroît en tendant vers 1 lorsque F augmente indéfiniment. (Cf. Chapitre 2). On peut se demander si un tel modèle est bien adapté pour la prévision à moyen et long termes.

Des essais ont été effectués avec un modèle logarithmique, à élasticité constante : on constate que cette élasticité, lors d'ajustements successifs, a tendance à décroître au cours du temps :

élasticité par rapport au FBCF	1,633	sur la période de 1949-61
"	1,600	" 1949-65
"	1,579	" 1949-66

Le modèle linéaire paraît avoir une meilleure stabilité au cours du temps : le coefficient a avait les valeurs suivantes :

0,977	sur la période	1949-1961
1,107	"	1949-1965
1,099	"	1949-1966

On peut sans doute admettre une légère tendance à la croissance de ce coefficient.

Application à la prévision

Compte-tenu de la légère tendance de ces deux modèles à évoluer en se rapprochant l'un de l'autre, il semble qu'ils peuvent constituer les limites de la prévision, celle-ci devant se trouver plutôt au voisinage de la fourchette basse (modèle linéaire).

Par ailleurs, les valeurs futures du FBCF sont estimées à partir des travaux du Commissariat au Plan et de la Direction de la prévision du Ministère des Finances.

Pour passer des immatriculations en tonnes de charges utiles au nombre futur de camions, on part de l'observation de l'évolution de la charge utile moyenne : celle-ci avait progressé régulièrement de 1950 à 1961 par la conjugaison de deux facteurs :

- le progrès technique, qui permet aux constructeurs d'obtenir des rapports charge utile de plus en plus élevés ;
 poids mort
- la tendance des utilisateurs à exiger des véhicules de capacité de plus en plus grande.

Cependant la charge utile des véhicules est limitée supérieurement par les exigences du Code de la Route.

345

C'est à partir de ces considérations que sont estimées les perspectives en nombre de camions. A titre indicatif, signalons que la prévision formulée en 1962 avait été de 28.300 véhicules pour l'année 1967, les chiffres réels ayant été de 27.971 en 1966 et 29.741 en 1967.

On peut donc conclure qu'un modèle de ce type a eu une stabilité vérifiée par l'expérience sur la période 1949 - 1967, décrivant ainsi convenablement la tendance, tandis que les immatriculations réelles ont connu des fluctuations importantes autour de celle-ci comme on l'a fait remarquer au début de ce chapitre. Il convient donc, pour effectuer des prévisions à plus court terme (1 an à 18 mois) d'utiliser des modèles tels que ceux décrits plus loin au chapitre 10 "les fluctuations autour de la tendance".

72.2. La prévision à moyen terme de la consommation de matières plastiques en Europe.

Les modèles de prévision décrits ci-après ont été élaborés dans le cadre de l'étude "Europlastic" dont l'objectif était la détermination des perspectives de développement de l'industrie des matières plastiques dans les pays du Marché Commun et le Royaume-Uni de 1965 à 1970 et 1975. Sans ce contexte favorable, il est certain que les économistes chargés de l'établissement des prévisions n'eussent pu mettre au point des méthodes élaborées faute d'avoir pu disposer au préalable d'une analyse approfondie du marché et de données statistiques précises :

- l'analyse du marché, effectuée par des méthodes comparables dans les différents pays étudiés, comprenait essentiellement :
 - . une étude technique des différentes matières plastiques (déjà commercialisées ou encore au stade de la recherche) afin de déterminer, compte tenu de leurs propriétés, les possibilités de développement de leur utilisation et les probabilités de substitution à d'autres matériaux à moyen terme ;
 - . une étude de la structure de l'industrie de production de résines et de l'industrie de transformation afin de recenser les contraintes ou de définir les hypothèses à prendre en compte pour l'établissement des prévisions (contraintes introduites par l'inégalité des vitesses d'évolution technique

au niveau des producteurs et au niveau des transformateurs, hypothèses sur l'évolution des coûts de production ou de transformation) ;

- . une étude des différents secteurs industriels utilisant des matières plastiques (bâtiment, emballage, peinture et vernis..) afin d'effectuer des projections de la consommation à moyen terme dans chacun de ces secteurs. Cette méthode analytique de prévision tenait compte de la description détaillée des utilisations actuelles et potentielles et des perspectives de développement de chaque secteur (par exemple développement de l'activité de la construction pour le secteur "bâtiment").
- le recueil des données statistiques homogènes d'un pays à l'autre impliquait :
 - . une définition précise des produits afin que les données relatives aux différents pays soient effectivement comparables ;
 - . une définition de la consommation réelle, laquelle peut être en effet mesurée à trois niveaux différents : au niveau de la consommation des résines, au niveau de la consommation de produits semi-finis (plaques, films, tuyaux,...), ou au niveau de la consommation de produits finis ;
 - . une vérification de la validité des statistiques afin de corriger les erreurs éventuelles et de prendre en compte, si besoin est, les auto-consommations.

Ceci posé, nous allons montrer comment se sont déroulés les différentes phases de l'élaboration des modèles : choix des variables, recherche d'une formulation, sélection des modèles.

Le choix des variables

Ce choix est déterminé :

- d'une part, par la prise en considération des facteurs explicatifs de la consommation qui ont été mis en évidence par l'analyse du marché ;
- d'autre part, par les données statistiques disponibles.

a) Variable à expliquer

C'est évidemment la consommation de matières plastiques de chaque pays étudié. Les données statistiques correspondantes sont publiées, mais la précision de ces chiffres est malheureusement insuffisante : un travail préalable important a donc été entrepris, par voie d'enquêtes auprès des producteurs de résines, pour confirmer ou corriger ces statistiques de base (en tenant compte en particulier, et chaque fois que cela était possible, des variations de stock d'une année sur l'autre).

Cette élaboration des données statistiques a ainsi permis d'établir, par pays, une série de consommation de matières plastiques, exprimée en poids de résine sèche, de 1954 à 1964 inclus. Les statistiques correspondantes ne permettent cependant que difficilement la comparaison d'un pays à l'autre, car il faut tenir compte de la taille, c'est-à-dire de la population, de ces différents pays. Aussi, avons-nous finalement retenu comme variable à expliquer la consommation par habitant dans chacun des pays étudiés.

b) Variables explicatives

L'étude du marché et une première analyse comparative des statistiques de consommation montrent que le niveau de consommation de matières plastiques et son évolution dépendent :

- du niveau général d'activité économique du pays et de son évolution,
- des prix des matières plastiques comparés aux prix des produits industriels concurrents : acier, verre, papier, aluminium,...
- d'une pénétration plus ou moins grande des matières plastiques dans les habitudes de consommation.

Ces différents facteurs explicatifs ont été introduits dans les modèles par l'intermédiaire des variables suivantes :

- le produit national brut par habitant pour lequel on peut établir des séries statistiques, s'appuyant sur des définitions identiques, quel que soit le pays, sur la période 1954-1964 ;
- un indice de prix caractéristique de l'évolution générale du prix des matières plastiques.

Enfin, afin de pouvoir comparer l'évolution de ces prix à celle des prix des produits concurrents, l'indice précédent a été déflaté par l'indice des prix de gros des produits industriels.

L'indice de prix ainsi obtenu a été utilisé pour tous les modèles économétriques relatifs aux agrégats de consommation (total des matières plastiques, des résines thermonlastiques, des résines thermodurcissables). Pour les modèles relatifs à chacune des trois résines thermonlastiques, il faut en plus tenir compte de la concurrence entre ces résines, ce qui conduit à utiliser d'autres indices de prix ; le rapport du prix de la matière étudiée (PVC par exemple) au prix moyen pondéré des matières plastiques précédemment défini ;

- le nombre d'années écoulées depuis le début de la production de matières plastiques dans le pays considéré. Ce nombre d'années, qui illustre la pénétration des matières plastiques dans les habitudes de consommation, est défini sans ambiguïté pour les différentes matières plastiques.

La recherche d'une formulation

Dans la recherche d'une formulation, il faut d'abord effectuer un choix puis contrôler la valeur de ce choix :

- choix de la forme mathématique des relations entre variables explicatives et variables à expliquer ; ce choix est orienté par l'analyse économique de l'influence des différentes variables explicatives ;
- contrôle de ce choix par un calcul statistique qui permet, en outre, de déterminer les coefficients numériques qui interviennent dans la formulation.

Afin de déterminer le modèle qui semble le mieux adapté à la prévision de consommation de matières plastiques, nous avons été amenés à modifier progressivement les choix qui, initialement, pouvaient être envisagés. Les formulations ont ainsi été recherchées dans trois axes :

- à partir des séries chronologiques de consommation, c'est-à-dire en traitant les pays indépendamment les uns des autres,

- à partir de coupes instantanées, c'est-à-dire en comparant, une année donnée, les consommations des différents pays,
- en utilisant simultanément séries chronologiques et coupes instantanées.

a) Analyses en séries chronologique

Ces analyses peuvent être effectuées, par pays, sur la série des 11 données statistiques correspondant aux consommations des années 1954 à 1964. Le nombre d'observations est relativement faible et il est de ce fait impossible :

- d'inclure dans les modèles plus de deux variables explicatives (PNB et prix, PNB et temps) et, par suite d'autocorrélations entre ces variables, d'isoler leurs influences réelles sur la consommation ;
- de mesurer l'évolution probable du rythme annuel de croissance de la consommation de matières plastiques ; cependant, les résultats obtenus par les modèles testés (modèles du type $\log C = \log \text{PNB} + b \log P + C$) permettent d'affirmer que l'hypothèse du maintien d'une élasticité constante de la consommation par rapport au PNB est à rejeter : la comparaison sur les observations passées des consommations observées et des consommations calculées par le passé met, en effet, en évidence un biais systématique, la distribution des différences entre valeurs observées et valeurs calculées n'étant pas aléatoire, mais une fonction du temps.

Ces différentes raisons (impossibilité de prendre en compte toutes les variables explicatives, impossibilité de mettre au point des modèles de structure compatible avec les caractéristiques essentielles du marché) ont alors conduit à rejeter, pour le calcul prévisionnel, les modèles qui auraient pu être élaborés à partir des seules séries chronologiques.

b) Analyses en coupe instantanée

Les coupes instantanées permettent de comparer, pour une année donnée, le niveau de consommation de matières plastiques dans différents pays. Avec le Japon, on dispose pour chaque année de huit observations statistiques. Le nombre de ces observations statistiques est trop faible pour pouvoir mesurer simultanément

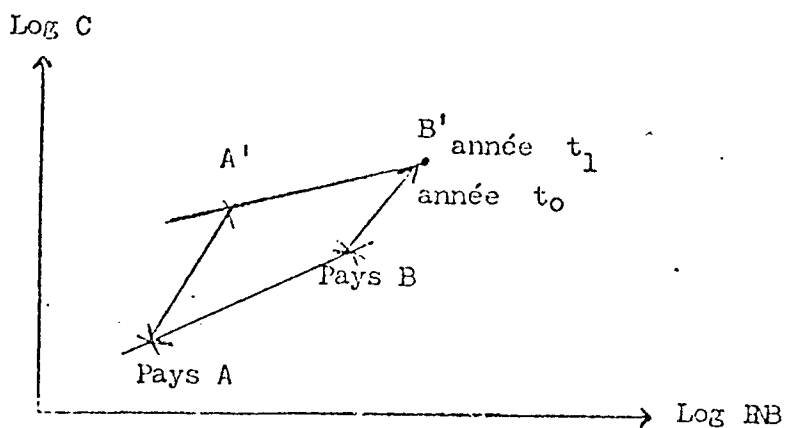
l'influence de plusieurs variables explicatives ; aussi avons-nous limité l'analyse en coupe instantanée à des modèles de la forme :

$$\log C = a \log \text{PNB} + b \quad (\text{pour une année donnée})$$

qui mettent en évidence l'influence du niveau économique d'un pays sur la consommation de matières plastiques.

Les résultats des calculs de corrélation correspondant à ces modèles montrent que :

- l'élasticité de la consommation au PNB diminue de façon importante au cours du temps, ce qui implique que les modèles de prévision devront tenir compte, soit d'un phénomène de ralentissement du développement de la consommation au fur et à mesure de la croissance de l'activité économique globale, soit d'élasticités différentes selon le niveau de consommation de matières plastiques : des élasticités plus fortes doivent être retenues pour les pays où la consommation est la plus faible. En effet, comme l'illustre le schéma ci-contre, un même taux de croissance du PNB dans deux pays A et B ne peut se traduire en coupe instantanée par une élasticité décroissante (pente de la droite A' B' inférieure à celle de la droite A B) que si dans le pays A plus faible consommateur, l'élasticité au PNB est plus forte que dans le pays B (pente de la droite A A' supérieure à celle de la droite B B') ;



- les coefficients de corrélation sont, dans tous les cas, inférieurs à 0,9 et ont tendance à diminuer dans le temps, ce qui conduit à ne pas considérer comme suffisamment satisfaisants de tels modèles.

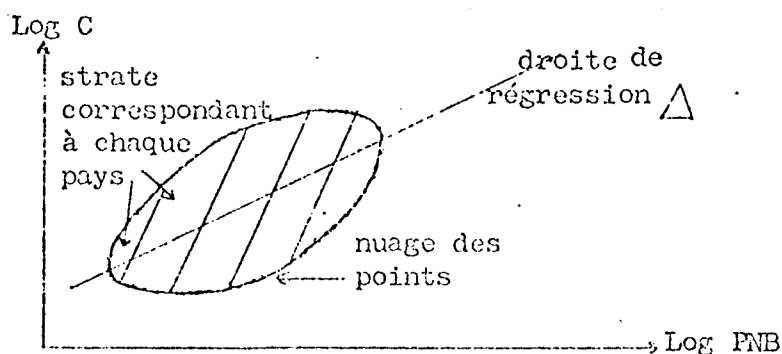
c) Utilisation simultanée de séries chronologiques et de coupes instantanées

Les analyses précédentes sur séries chronologiques et sur coupes instantanées ont essentiellement mis en évidence que :

- le nombre d'observations statistiques disponibles pour chaque calcul de corrélation est faible et ne permet donc pas de prendre en compte valablement plusieurs variables explicatives ;
- l'analyse sur série chronologique seule ne conduit pas à des résultats satisfaisants par suite des autocorrélations entre variables explicatives (dont les séries sont régulièrement croissantes pour le temps et le PNB, régulièrement décroissantes pour les prix) ;
- l'analyse en coupe instantanée fournit des résultats insuffisants pour leur utilisation à la prévision, mais elle montre que l'élasticité de la consommation de matières plastiques au PNB décroît lorsque le PNB augmente, phénomène qui devra apparaître dans le modèle de prévision retenu.

Pour pallier les insuffisances de ces analyses et profiter au mieux des informations apportées, soit par les séries chronologiques, soit par les coupes instantanées, nous avons alors envisagé des modèles prenant en compte simultanément toutes les informations statistiques sur la consommation (évolution dans le temps et comparaisons entre pays).

Sur le plan méthodologique, la mise au point de tels modèles nécessite une analyse critique approfondie des résultats des statistiques afin d'éviter les conclusions fallacieuses auxquelles pourraient conduire de bonnes corrélations. Le principal écueil à éviter est illustré par le schéma ci-contre où, pour simplifier, nous avons admis qu'il n'y avait qu'une variable explicative, le PNB : sur cet exemple, on voit directement qu'un calcul de corrélation sur l'ensemble des points du nuage aboutirait à une élasticité de la consommation par rapport au PNB (pente de la droite de regression Δ) très différente des élasticités calculées indépendamment pour chaque pays (pente des droites de regression relatives aux strates des points de chaque pays).



La méthode adoptée a donc consisté à sélectionner, parmi les modèles envisageables, ceux qui fournissaient un bon ajustement non seulement pour l'ensemble des observations statistiques utilisées, mais pour chaque pays pris individuellement ; autrement dit, les calculs ont été effectués sur l'ensemble des données statistiques, ce qui donne une plus grande souplesse dans le choix des formulations et la qualité des modèles ainsi obtenus a été vérifiée au niveau de chaque pays.

La sélection des modèles

Les modèles finalement retenus se répartissent en deux catégories : les modèles relatifs aux agrégats de consommation (ensemble des matières plastiques, résines thermoplastiques, résines thermodurcissables) et les modèles relatifs à chacun des trois principales résines thermoplastiques (PVC, polyéthylène, polystyrène).

a) Modèles relatifs aux agrégats de consommation

Ces modèles sont de la forme :

$$\log C_{i,t} = a_i \log PNB_{i,t} + b_{i,t} + k_i$$

où les notations sont les suivantes :

$C_{i,t}$ consommation par habitant, une année t , dans le pays i ,
 $C_{i,t}$ est exprimée en grammes par habitant.

- $PNB_{i,t}$ produit national brut par habitant (d'un pays i , l'année t) exprimé en dollard 1954 par habitant.
- $p_{i,t}$ indice du prix des matières plastiques (d'un pays i , l'année t) par rapport à l'indice du prix de gros des produits industriels.
- a_i constante caractéristique d'un pays i .
- b coefficient identique pour tous les pays.
- k_i coefficient caractéristique d'un pays. La valeur de ce coefficient est apparemment liée à l'ancienneté des matières plastiques dans le pays, c'est à dire à la date de début de production nationale.

La détermination des coefficients a_i , b , k_i a été obtenue à l'aide d'un calcul de corrélation programmé spécialement et réalisé sur calculateur électronique Control Data 3600.

Les résultats du calcul sont illustrés par le graphique n° 1 qui montre en particulier la bonne adéquation du modèle à chaque pays.

B) Modèles relatifs à chacune des principales résines thermoplastiques

La répartition de la consommation de matières thermoplastiques entre les trois résines étudiées (PVC, polyéthylène, polystyrène) varie très sensiblement selon les pays : ainsi, en 1964, la part de la consommation de PCV dans la consommation de thermoplastiques n'était que de 24 % aux U.S.A. et atteignait 47 % aux Pays-Bas. Ces écarts dépendent en particulier de l'ancienneté de production de la résine dans le pays considéré et du prix relatif de la résine étudiée par rapport aux autres matières plastiques.

De ce fait, les modèles retenus sont de la forme suivante :

$$\tau_{n,i,t} = a \sum_{n=1}^{n=3} \pi_{n,i,t} + b \theta_{n,i,t} + c_i$$

où les notations sont les suivantes :

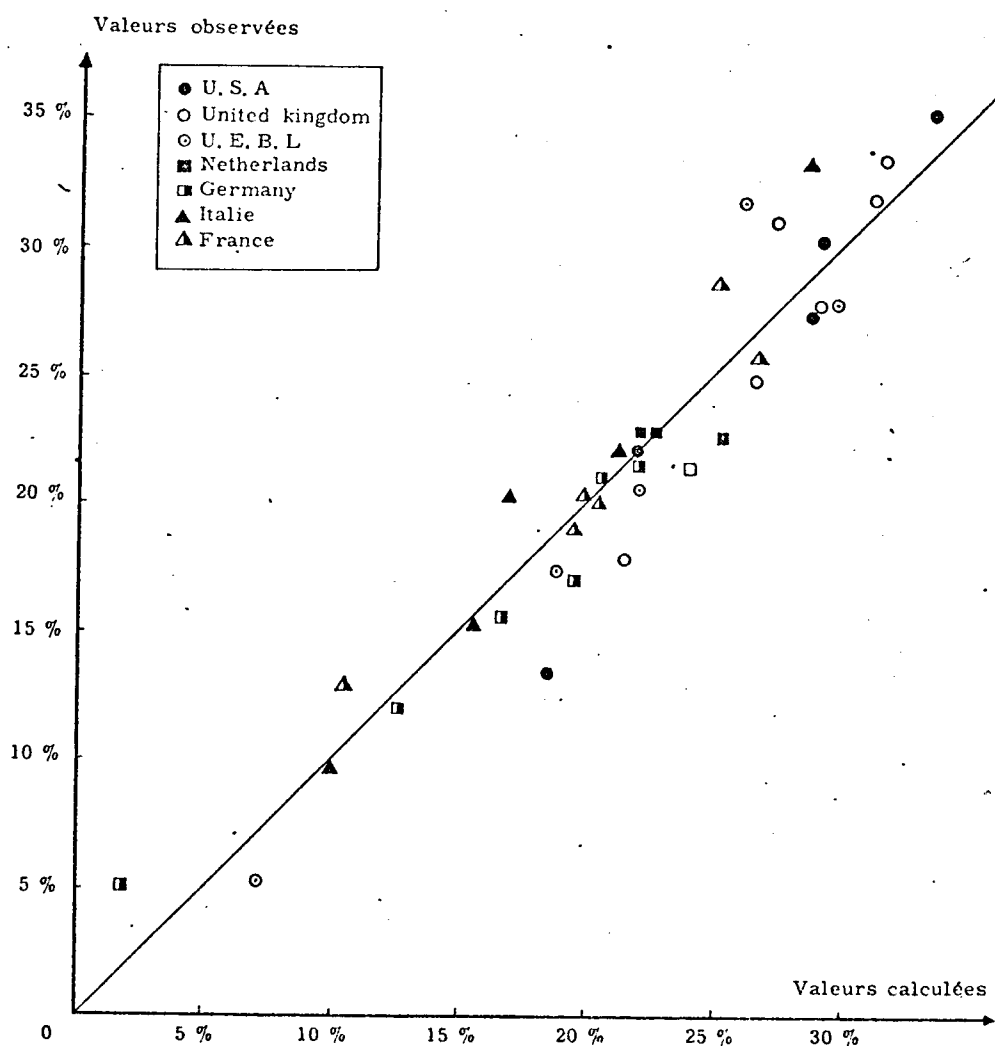
n	indice caractéristique d'une résine thermoplastique ($n = 1$ pour le PVC, $n = 2$ pour le polyéthylène, $n = 3$ pour le polystyrène)
i	indice caractéristique d'un pays
t	indice caractéristique d'une année
τ_n	part de la consommation de la résine thermoplastique n dans l'ensemble des résines thermoplastiques
π_n	prix relatif de la résine thermoplastique n par rapport au prix moyen des matières plastiques
θ_n	nombre d'années écoulé depuis le début de la production nationale de la résine n

Les coefficients a et b sont identiques pour tous les pays ; par contre, c_i est caractéristique de chaque pays. Il sont également calculés sur ordinateur Control Data 3600 à l'aide d'un programme qui permet en particulier de ne retenir dans le modèle final, propre à chaque résine, que les variables π_n et θ_n qui ont effectivement un caractère explicatif (à titre indicatif, ces variables sont au nombre de deux pour le PVC, trois pour le polyéthylène, quatre pour le polystyrène).

Le graphique n° 2 illustre, sur l'exemple du polyéthylène, la qualité des résultats obtenus avec de tels modèles.

Graphique n° II
Résultats de l'application au Polyéthylène du modèle

$$\tau_{2,t,t} = \sum_{n=1}^{n=3} a_n \pi_{n,t,t} + b \theta_{2,t,t} + c_i$$



72.3. Programme de développement d'usines fabriquant des caisses-carton

723.1 - Exposé du problème

Une société fabriquant des caisses de carton d'emballage disposait de plusieurs unités de fabrication réparties en divers points du territoire ; elle se posait la question de son développement soit par extension ou rénovation d'unités existantes, soit par implantation (ou acquisition) de nouvelles unités, selon un échénacier et une localisation à définir.

Il s'agit d'un cas typique de décision "stratégique" comme les entreprises en ont à résoudre à diverses époques de leur existence ; dans le cas particulier, la prévision des marchés et des ventes sera un élément d'un calcul d'investissement qui prendra en compte les données techniques et financières propres à la société dont il s'agit. La conduite d'une telle étude demande une symbiose assez étroite entre des responsables de l'entreprise au fait des problèmes techniques, commerciaux et financiers, des spécialistes de la prévision des marchés et des spécialistes des calculs d'investissement et rentabilité. La solution ne se dégage pas d'un seul coup au terme d'une étude : elle s'élabore progressivement grâce à des approximations successives qui permettent de rétrécir le champ des "possibles" pour arriver in fine à un petit nombre de solutions explorées d'une manière plus détaillée.

Il faut dire que l'utilisation de certains programmes sur ordinateur permet aujourd'hui une investigation plus large et plus complète qu'autrefois sur les diverses variantes envisagées. Cela présente, à notre sens, l'immense intérêt de ne pas écarter a priori telle ou telle solution, faute d'être capable de l'examiner sérieusement. Or un problème de formulation simple peut devenir rapidement inextricable sans l'assistance de tels moyens : partant par exemple de trois usines A, B, et C que l'on peut, sur une période de 10 ans, moderniser, développer, ou supprimer et auxquelles on peut ajouter une 4ème usine D à un moment à préciser, on a rapidement un très grand nombre de solutions à examiner.

Cela posé, notre propos va être d'examiner l'établissement de prévisions de vente en volume et valeur dont il faut disposer pour nourrir l'étude de rentabilité.

L'emballage en caisse carton est relativement coûteux à transporter (faible valeur par unité de volume), chaque usine a donc une zone géographique de desserte relativement limitée.

On devra donc être en mesure de disposer d'informations précises sur les marchés régionaux et leur évolution, ainsi que sur l'évolution possible (ou supputée) des concurrents pour pouvoir calculer la part de marché accessible dans chaque région à partir des diverses unités de production.

Par ailleurs, pour établir des budgets prévisionnels, il faudra disposer d'une estimation des prix de vente il est clair que ceux-ci sont également liés à la localisation des clients, car la concurrence oblige chaque producteur à supporter une fraction (plus ou moins grande) du coût de transport.

Cette fraction est faible lorsque l'entreprise est dans une situation géographique favorable par rapport à ses concurrents, elle est forte dans le cas contraire. On voit donc l'importance qui s'attache à l'établissement de prévisions régionales de ventes très sérieusement étudiées.

723.2 - Plan d'ensemble de l'étude de prévisions

Le parti général adopté pour l'étude de prévision ⁽¹⁾ a été de déterminer, par grande région, le bilan actuel production - consommation de carton et de chercher à prévoir l'évolution de la consommation par région de manière à classer par ordre de préférence les zones où il convenait soit de s'implanter, soit de développer une fabrication existante. On conçoit en outre qu'à partir d'une telle projection de la consommation - et compte-tenu de ce qui est connu sur les capacités de production de la concurrence - on puisse faire des hypothèses sur les livraisons possibles de telle ou telle de nos usines.

Le plan d'ensemble de l'étude de prévision a alors été le suivant :

- 1°) structure de la consommation nationale de carton par secteurs d'utilisation ;
- 2°) évaluation de la consommation régionale actuelle ;
- 3°) prévisions de la consommation de carton au niveau national ;
- 4°) prévisions de la consommation de carton au niveau régional.

Nous allons examiner les grandes lignes de ces différentes phases.

(1) Etude menée à la SEMA par R. Abgueuen sous la direction de M. Salomon.

723.3 - La structure de la consommation nationale de caisses-carton

A l'époque où fut menée cette étude (1962) on disposait d'une étude détaillée réalisée en 1960 par l'Association des Syndicats de Producteurs de Papiers, Cartons et Celluloses sur la consommation de carton ondulé en 1958⁽¹⁾.

Cela permettait de connaître, pour 1958, la répartition de cette consommation par grands secteurs utilisateurs ; à titre d'exemple, le secteur "Alimentation" était décomposé en 15 sous-secteurs : eaux minérales, jus de fruits, conserverie, biscotterie - biscuiterie, chocolaterie - confiserie, beurre, fromage, café - thé chicorée, pâtes alimentaires, lait de conserve, margarine, sucre, condiments, produits amylacés, bouillons et potages.

Ces résultats permettaient de définir des "coefficients techniques" mesurant la pénétration du carton dans un secteur déterminé ; par exemple, si la production d'un secteur s'exprime en tonnes, le coefficient technique s'exprimera en pourcentage de cette production. Ainsi en 1958, la consommation de carton dans les conserves était de 29 300 t pour une production de 720 000 t : le coefficient technique est :

$$\frac{30\ 000}{720\ 000} = 4,06\%$$

S.E.M.A. (Metra International)
Service d'Information et de Documentation

Dans le cas d'un secteur dont la production s'exprime en valeur, le coefficient technique s'exprimera en tonnes par millions de francs par exemple.

(1) Cette étude avait été conduite pour l'Association par M. Pariat.

En 1962, on disposait d'une estimation des coefficients techniques pour 1958 et d'une prévision pour 1965, faites par M. Pariat ; un premier travail a consisté à faire des évaluations pour 1962 et pour 1970.

L'évolution des coefficients techniques dépend du pourcentage de marché potentiel acquis par l'emballage en caisse carton et de l'évolution du rapport poids de l'emballage

poids du produit . Des enquêtes industrielles faites dans les principaux secteurs consommateurs d'emballages et des interviews auprès d'experts ont permis de faire des hypothèses sur l'évolution des coefficients techniques. A l'époque on a constaté que pourcentage du marché potentiel conquis par la caisse carton était très variable selon les secteurs utilisateurs : certains comme la margarine ou les appareils électro-ménagers pouvaient être estimés conquis à 100% en 1970, tandis que d'autres comme l'ameublement étaient très en arrière.

723.4 - L'évaluation de la consommation régionale actuelle

Pour passer du niveau national au niveau régional, il fallait disposer d'une clé de répartition. La méthode adoptée s'est fondée sur l'hypothèse que le nombre de salariés d'un établissement pouvait donner, en première approximation, cette clé de répartition.

L'Insee tient en effet un fichier donnant, par département, le nombre d'établissements et les salariés correspondants travaillant dans un secteur donné de l'économie. Partant donc de la consommation française de carton en 1962 dans un secteur, on a ventilé cette consommation entre les départements, au prorata des effectifs salariés de ce secteur dans chaque département.

Cette méthode est naturellement approximative ; elle implique notamment les hypothèses suivantes :

- La production d'une entreprise, dans un secteur donné, est proportionnelle au nombre des salariés ; c'est une hypothèse restrictive, car la productivité est variable d'une entreprise à l'autre. Pour minimiser l'erreur correspondante, on n'a pris en compte que les entreprises occupant soit plus de 10 soit plus de 50 salariés selon le secteur considéré.
- La consommation de carton ondulé ne dépend que de la production de l'entreprise ; c'est également trop restrictif, puisque certaines entreprises peuvent jouer un rôle "pilote" en matière d'emballage.
- Le secteur d'activité déclaré à l'Insee correspond majoritairement à l'activité exercée.

On peut penser que dans les départements où il y a de nombreuses entreprises du secteur considéré, des compensations s'opèrent, limitant ainsi l'importance des erreurs. De même en regroupant un certain nombre de départements, on doit obtenir des approximations meilleures.

En pratique la méthode a été appliquée en considérant seulement les principaux secteurs utilisateurs de caisse carton ; pour 1962 on a retenu 45 secteurs représentant 62,5% de la consommation totale française (contre 67% en 1958) ; pour les autres secteurs, petits consommateurs de carton, la dispersion était trop grande pour qu'une clé fondée sur la répartition des salariés ait eu un sens. On a donc préféré considérer en bloc l'ensemble des secteurs laissés de côté dans l'analyse, et appliquer un coefficient global (pour 1962, le coefficient $\frac{1}{0,625} = 1,6$) pour évaluer la consommation totale d'un département.

363

Cette méthode conduit probablement à surestimer les départements faibles consommateurs de carton au détriment des départements plus gros consommateurs ; on peut penser en effet que les "petits" secteurs laissés de côté "gravitent" plutôt autour des secteurs fort consommateurs.

Pour valider la méthode, on a procédé à une enquête directe auprès d'industriels de 10 départements, enquête dont le caractère pouvait être presque exhaustif compte-tenu de la connaissance du marché par les professionnels. La comparaison entre les deux méthodes a confirmé le fait qu'au niveau de l'ensemble des 10 départements, les estimations différaient de moins de un demi pour cent : au niveau d'un département très important, l'écart était inférieur à 3% ; les écarts en valeur relative pouvaient être importants pour des départements faibles consommateurs, mais cela correspondait à de faibles écarts en valeur absolue.

En définitive, la méthode pouvait être considérée comme très valable d'une manière générale, quitte à apporter telle ou telle modification ponctuelle pour des industries particulièrement consommatrices de carton (par exemple, eaux minérales).

723.5 - La prévision de consommation au niveau de la France entière

Les syndicats professionnels établissaient une série annuelle des tonnages livrés ; en 1962 la série était disponible depuis 1950. Comme on a eu l'occasion de le dire dans un précédent chapitre, les tonnages ne sont pas directement comparables : en effet, il apparaît progressivement un allègement des papiers intervenant dans la composition des cartons ondulés.

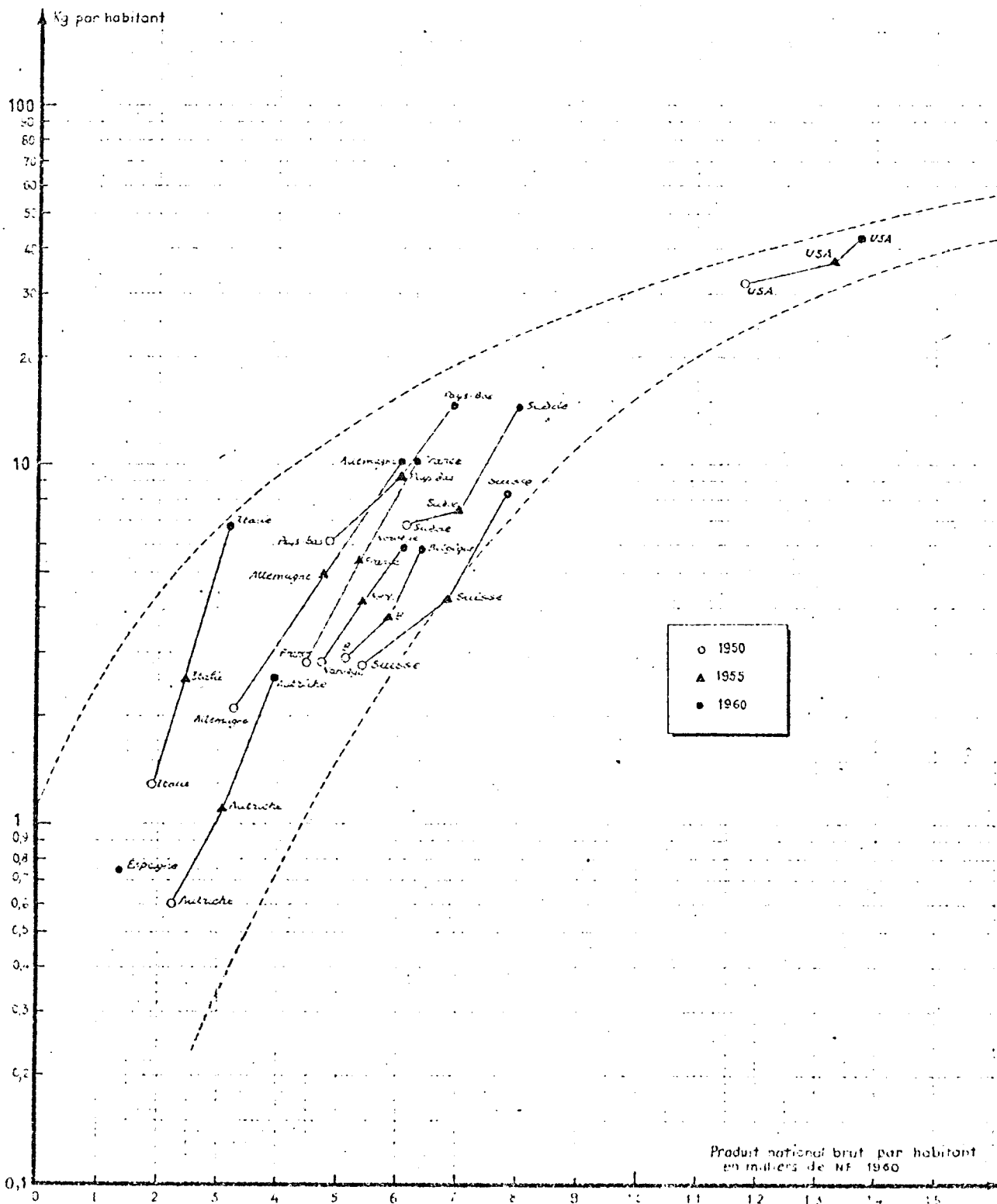
Il a fallu, avec l'aide d'experts de la profession, établir une série "corrigée" de l'allègement pour avoir des chiffres homogènes : on a donc élaboré une table donnant pour chaque année le poids en grammes par mètre-carré de carton.

Une étude comparative avec d'autres pays montre que le niveau de la consommation française par tête d'habitant est "normal", la place de notre pays s'inscrivant de manière analogue à celle des autres pays en fonction du produit national brut par habitant, comme on le remarque sur le graphique ci-après relatif aux années 1950, 55 et 60. On constate que le produit national brut par habitant représente en première approximation un bon indicateur ; on constate également une inflexion des courbes vers le "droite" du graphique et l'on remarque que le temps doit jouer un rôle dans le développement de la consommation, car les tendances moyennes ajustées sur les trois séries de points (1950 - 1955 - 1960) se déplacent vers le haut.

On peut donc en déduire que si le produit national brut peut être retenu comme indicateur du niveau de consommation de carton dans un pays, il est également indiqué de faire intervenir explicitement le temps.

Graphique 1

LIAISON ENTRE LA CONSOMMATION DE CARTON ONDULÉ ET LE PRODUIT NATIONAL BRUT (PAR HABITANT)



30

On a ainsi recherché les ajustements :

- de type linéaire $C = aX + b$

C = consommation de carton

X = produit national brut

a et b des constantes

$a > 0$ $b < 0$

- du type $C = a' X - d \log t + b'$

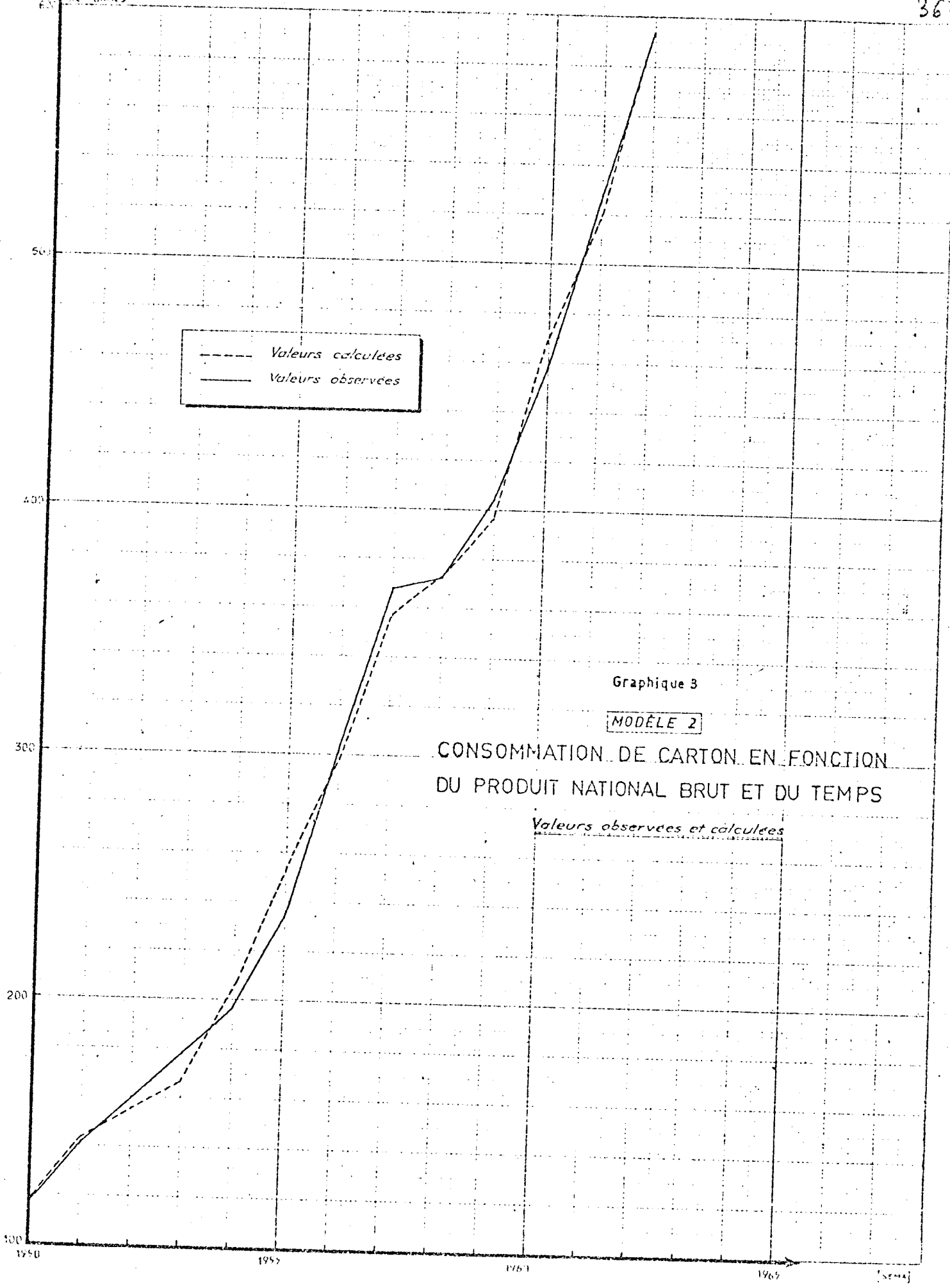
C = consommation de carton

X = produit national brut

t = temps en années

a' et $d > 0$ $b' < 0$

Le deuxième modèle a un meilleur coefficient de corrélations que le premier sur la période étudiée, les écarts entre valeurs observées et calculées sont très faibles, et la forme de l'ajustement est meilleur. Ceci corrobore en quelque sorte les hypothèses faites à la suite des comparaisons internationales. On trouvera ci-après l'ajustement obtenu avec le 2ème modèle.



Graphique 3

MODÈLE 2

CONSOMMATION DE CARTON EN FONCTION
DU PRODUIT NATIONAL BRUT ET DU TEMPS

Valeurs observées et calculées

On remarquera que sur les deux modèles étudiés, l'élasticité de la consommation de carton est supérieure à 1 (car $b < 0$ et $b' < 0$), mais est décroissante et tend vers 1 à long terme. Cette situation paraît normale, car lorsque le carton aura conquis complètement tout le marché potentiel, la croissance se fera au même taux que le produit national brut.

Signalons que ces modèles ont été réexaminés et remis à jour en fin 1967 ; on a alors vérifié que le modèle n° 2 était effectivement mieux adapté que le modèle n° 1, et que les coefficients du modèle n° 2 devaient être légèrement modifiés pour tenir compte des nouvelles informations disponibles⁽¹⁾. Cela n'est pas surprenant car en 1963, on disposait seulement de 13 observations (statistiques de 1950 à 1962) alors qu'en 1967 on en avait 17. Le gain sur la prévision des paramètres a' , b' et d était ainsi très substantiel ; donc tout en conservant la forme du modèle, on a pu réduire l'incertitude sur la valeur des paramètres. On sait qu'il s'agit là d'un problème très important de l'économétrie statistique.

Les prévisions ont été établies à partir du modèle n° 2 en retenant, comme il est classique de le faire, une fourchette d'évolution prévisionnelle du produit national brut, fondée sur les travaux du Commissariat au Plan.

(1) Voir graphique ci-après.

la consommation
de l'ensemble
des
villes
de la région
de 1966

la consommation
de l'ensemble
des
villes
de la région
de 1962

1962

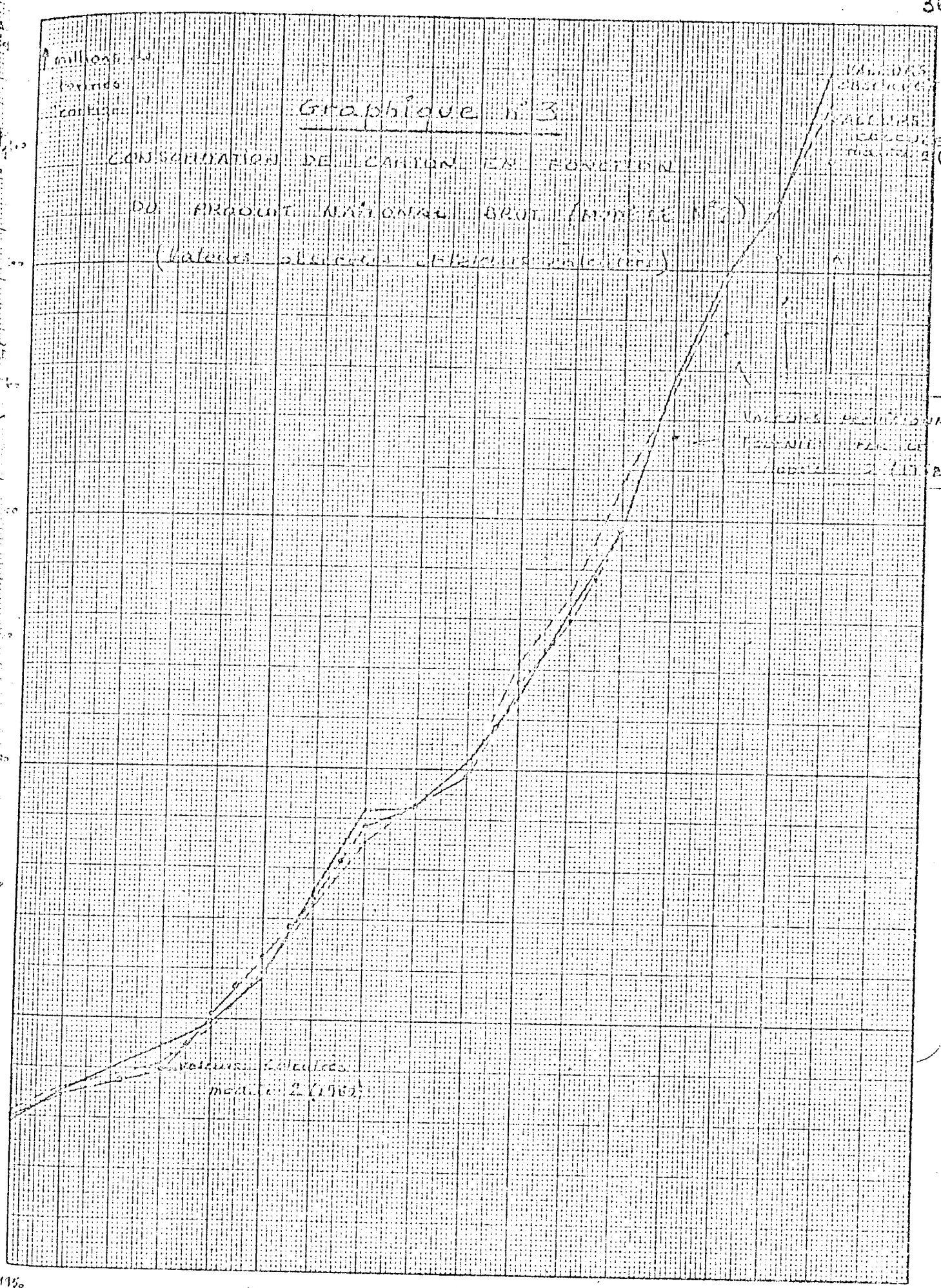
1 million de
hectares
contingents

Graphique n°3

CONSOMMATION DE L'EAU EN FONCTION
DU PRODUIT NATIONAL BRUT (INDICE N°1)
(valeurs observées et valeurs calculées)

valeurs
observées
valeurs
calculées
moyenne

valeurs
calculées
moyenne
moyenne



1950

1955

1960

1965

723.6 - Prévisions de la consommation de carton au niveau régional

La méthode s'appuie sur l'établissement de prévisions de consommation pour un certain nombre de secteurs utilisateurs ; pour ces secteurs, on établit des prévisions d'activité et des prévisions d'évolution des coefficients techniques. Ce dernier point a déjà été évoqué, il résulte d'une analyse des potentiels du carton dans chaque secteur.

Ensuite, on établit la part que représenterait ces secteurs dans la consommation globale de carton ; on a vu que cette part était décroissante.

Ensuite, on cherche comment vont évoluer les répartitions d'effectifs des salariés de chaque secteur dans les différentes régions qui nous intéressent : ceci repose sur des études économiques soit disponibles soit approfondies dans ce but.

Enfin, on peut déduire de ce qui précède l'évolution des consommations régionales de caisses-carton.

Chapitre 8 : La prévision des produits nouveaux

La prévision des Marchés et des ventes d'un produit nouveau est particulièrement préoccupante pour les entreprises, puisqu'il s'agit de produits dont elles n'ont pas d'expérience commerciale vécue. Combien d'échecs, notamment dans des diversifications, n'ont-ils pas été subis à la suite de grosses erreurs d'appréciation soit sur la taille du marché, soit sur son degré d'occupation (produits lancés trop tôt), soit sur le mode de commercialisation, soit sur l'adaptation effective du produit et de son prix à un besoin...etc.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord faire quelques réflexions sur les situations diverses dans lesquelles l'entreprise peut se trouver vis à vis des produits nouveaux, sur la précision recherchée dans les prévisions et sur les méthodes d'approche possibles : ce sera la première partie.

Dans la seconde partie, nous examinerons des exemples touchant les biens de consommation et dans la troisième, des exemples touchant les biens intermédiaires.

Le point de vue reste celui de la prévision : la recherche des idées nouvelles, les procédures de sélection de ces idées ou d'organisation de la recherche, qui font partie intégrante du "marketing de l'innovation" sont en dehors de notre propos, et seront seulement évoqués rapidement dans le chapitre 13, "développement et plans à moyen terme".

1. Première partie : Réflexions méthodologiques

81.1. Les différentes catégories de produits "nouveaux".

Du point de vue du marché, c'est le consommateur qui juge si ce qu'on lui présente est ou non considéré comme nouveau. Il peut y avoir des malentendus à ce sujet entre l'entreprise et sa clientèle : tantôt en effet une modification sera jugée mineure par l'entreprise mais perçue comme très importante par le consommateur, tantôt au contraire l'entreprise montera en épingle certaines nouveautés qui décevront la clientèle. Le caractère de nouveauté est donc très subjectif et il faut l'apprécier en quittant l'optique du producteur - toujours obnubilé par les caractéristiques techniques de ses produits - pour prendre celle du consommateur qui reste libre de sa décision d'achat.

L'entreprise doit donc tenir compte au premier chef de l'opinion du marché quant aux produits nouveaux ; mais en outre, sera nouveau pour elle tout produit dont elle n'aura pas eu d'expérience commerciale, même si ces produits existent déjà sur le marché.

Ainsi, nous plaçant dans l'optique de la prévision des ventes de l'entreprise (qui est notre propos), on peut rencontrer les quatre situations suivantes :

- produit nouveau pour l'entreprise, mais existant déjà sur le marché :

- développement de ses productions en amont ou en aval : par exemple Lafarge, producteur de ciment, devenant fabricant de sacs en papier pour le ciment, puis fabricant de sacs et caisses de carton ;
- extension des activités pour pratiquer une diversification, plus ou moins complémentaire des activités existantes : par exemple BSN passant de l'emballage en verre à l'eau minérale, puis à la bière et à d'autres produits alimentaires ; cette diversification peut parfois être nécessaire si les produits traditionnels ont un marché en voie de disparition : exemple les sociétés d'agglomérés du littoral (boulets de charbon) ont dû chercher de nouvelles activités ;
- exportation dans de nouveaux pays : le produit est connu de l'entreprise, mais c'est le marché qui lui est inconnu. Par ailleurs, l'arrivée d'une marque nouvelle sur un marché confère à son produit une image de curiosité voire de nouveauté.

- produit nouveau pour le marché, par modification d'un produit ancien :

- modification de la présentation : changement "d'habillage" d'une bouteille ;
- modification de l'emballage : bouteilles en plastique pour l'huile puis l'eau minérale, ou présentation en "bombe" ;
- modification du prix : une caméra amateur de 8 mm lancée par KODAK en 1960 à moins de 2 00 francs pouvait apparaître comme un produit nouveau compte-tenu de ses caractéristiques techniques et de son bas prix.
- modification du produit : comme toute chose, un produit vieillit et l'on s'efforce de le rajeunir : un hebdomadaire en modifiant sa présentation et son contenu apparaîtra comme nouveau ;
- modification de l'image ; la vente par correspondance a aujourd'hui l'image d'une forme "moderne" de distribution et peut de ce fait toucher toute une clientèle nouvelle par rapport à sa clientèle traditionnelle.

- produit nouveau pour le marché mais existant à l'étranger :

C'est le cas très répandu où l'on cherche à acclimater sur un marché un produit ou service qui a très bien réussi dans un pays économiquement plus développé (en général). Ce pourrait être, en France, le cas pour les produits surgelés, les croisières, la machine à laver la vaisselle, etc... Même si l'existence de ces produits est connue du public, leur possession ou leur usage sont éloignés des habitudes au point qu'ils constituent en fait des produits nouveaux.

- produits entièrement nouveaux, sans précédent connu à l'étranger :

C'est par exemple le chargeur "Kodapack" lancé le même jour sur le marché mondial, ou le minicassette pour magnétophone ou une laque pour cheveux. Ce peut être également une transformation ou une amélioration très importante d'un produit ancien, comme par exemple la télévision en couleur.

81.2. Objet et limites des prévisions pour les produits nouveaux.

L'étude, puis le lancement de produits nouveaux comportent une succession d'étapes balisées par une série de décisions, chaque étape apportant des précisions supplémentaires. L'objectif de la prévision dépend de l'étape où l'on se trouve.:

- au début du processus, il s'agit d'apprécier des opportunités de marchés pour les produits ou activités que l'on cherche à développer ; la précision recherchée n'est pas très grande, il s'agit seulement d'avoir des ordres de grandeur. Par exemple, concernant le marché des surgelés en France, il fallait apprécier les possibilités de développement en volume et les conditions de ce développement. A ce niveau, la connaissance des obstacles à surmonter est un des éléments les plus importants du diagnostic.
- lorsque la décision de principe est prise, on cherche bien souvent à bâtir un dossier complet des objectifs de vente pour les premières années et de l'ensemble de l'opération commerciale correspondante : les prévisions doivent être plus fines, en particulier elles sont raccordées aux clientèles visées qui font l'objet d'un plan de marketing stratégique assez précis. Tel était le cas par exemple de l'étude pour la caméra KODAK 8mm en 1960 que nous exposons plus loin.
- lorsque le lancement est décidé, et qu'il s'agit d'évaluer plusieurs plans de marketing alternatifs, on construit des modèles de simulation (du type SPRINT, par exemple), qui servent ensuite à assurer un "pilote" du nouveau produit pendant les premiers mois de son lancement : dans ce cas les prévisions de vente dépendent étroitement du marketing adopté.

81.3. Modes d'approche de la prévision

Les recherches à conduire doivent satisfaire à trois objectifs fondamentaux, que nous énoncerons tout d'abord, avant d'examiner les moyens qui sont à notre disposition.

a) Trois objectifs fondamentaux :

- apprécier le besoin auquel le produit nouveau est censé satisfaire ; il faut en comprendre l'intensité, et déterminer dans quelles populations il est ressenti.
- vérifier si et dans quelle mesure le produit proposé répond aux besoins, du point de vue de ses caractéristiques, et notamment de son prix : la difficulté vient de ce que le produit (ou le service) peut présenter certaines caractéristiques positives et d'autres négatives aux yeux du public : une étude exclusivement analytique

peut conduire à des conclusions erronées (exemple de l'Edsel aux USA). Il faut donc essayer d'avoir des réactions également à une vue globale du produit.

- déceler à l'avance les contraintes impératives : par exemple, l'existence d'une certaine "chaîne du froid", depuis le producteur jusqu'au consommateur, est nécessaire au développement du marché des produits surgelés en France ; par ailleurs, l'amélioration de l'image de ces produits est aussi une condition nécessaire du développement du marché.

Les contraintes peuvent tenir également aux images relatives des marques présentes sur un marché : le lancement d'une voiture de prestige comme la SM est compatible avec l'image de Citroën, elle ne l'eût pas été avec une autre marque. Inversement, si la SNCF veut lancer de nouveaux services très efficaces et rapides pour la livraison de colis au détail, elle devra développer des efforts importants pour transformer l'image qu'elle a dans ce domaine. Le diagnostic des contraintes impératives est évidemment un des aspects les plus importants de l'étude.

b) Moyens à mettre en oeuvre.

On utilisera les approches complémentaires que sont les études économétriques, les enquêtes et les tests, et l'on en verra ci-après des applications concrètes.

Les études économétriques porteront

- soit sur l'évolution d'une "famille" de produits satisfaisant le même besoin : par exemple, évolution générale du tourisme à l'étranger, qui peut être réalisé par différents moyens de transport substituables entre eux.
- soit sur l'évolution de produits "voisins" du produit nouveau : le voisinage peut venir soit de la catégorie de clientèle concernée (par exemple clientèle "sportive"), soit du niveau de prix, soit du service rendu. A ce niveau, on recherchera des limites (hautes ou basses) ou un marché potentiel, plutôt que des indications précises sur des ventes possibles. Pour aller jusqu'à ce stade, il faut l'appui des méthodes d'enquêtes décrites ci-après.
- soit sur des comparaisons Internationales, notamment avec le marché des USA. De telles comparaisons peuvent suggérer l'existence de marchés potentiels, par exemple pour une application technique, ou un nouveau service, ou un nouveau produit ; mais il faut se garder d'une extrapolation trop hâtive telle quelle fameux "l'Amérique a dix ans d'avance sur la France" qui est loin d'être une loi universelle, tant sont différentes les mentalités et habitudes des deux pays. Mais inversement, il serait dangereux de ne pas méditer l'information en provenance des Etats-Unis. Dans certains cas c'est l'idée elle-même qui est intéressante à transposer, dans d'autres c'est le processus selon lequel le produit (ou service) s'est développé.

- soit, naturellement, sur les résultats des enquêtes dont nous allons parler maintenant, et qui peuvent donner lieu à toutes sortes d'exploitations quantitatives.

Les enquêtes apportent des explications fondamentales sur l'attitude probable du marché, et doivent notamment permettre de répondre aux trois objectifs énoncés plus haut. Il faut distinguer les produits de consommation et services, et les produits industriels :

- . pour les produits de consommation et les services, c'est l'apport des techniques indirectes telles que les études psycho-sociologiques qui s'est révélé fondamental ; nous en avons déjà parlé en chapitre 4 (Facteurs explicatifs), mais il est évident que c'est par l'établissement des prévisions de produits nouveaux que les méthodes quantitatives sont le plus démunies et qu'elles ont le plus besoin de ces techniques psycho-sociologiques. La combinaison des deux approches s'est révélée d'une grande fécondité et a permis un bond en avant tout à fait remarquable. Rappelons que l'apport de la psycho-sociologie peut se résumer ainsi :
 - observation des attitudes et des désirs de la clientèle ;
 - explication des comportements par des modèles prenant en compte l'intensité des motivations et des freins ;
 - supputation des changements d'attitude possibles.

A la phase d'analyse en profondeur, succède généralement une enquête en extension dans le but de vérifier et de quantifier les hypothèses qui ont été dégagées. On en verra des exemples ci-après.

- . pour les produits intermédiaires, les enquêtes sont de nature technique, menées par des ingénieurs spécialistes de la branche considérée. Les attitudes d'achat des entreprises étant relativement rationnelles, c'est par des études axées directement sur les services rendus par le nouveau produit que l'on peut mesurer l'existence du marché potentiel et ses contraintes. Celles-ci peuvent être de nature technique (par exemple interchangeabilité d'un élément de produit nouveau avec un produit déjà existant, d'une manière plus générale compatibilité avec divers produits ou systèmes existants) ou de nature commerciale (par exemple, existence d'une assistance technico-commerciale ou d'un service après-vente suffisamment étoffée pour assurer un dépannage rapide).

Les tests peuvent aller du simple test de "concept" jusqu'à la vente du produit, à titre expérimental, dans une zone limitée. Le test de "concept" permet de se rendre compte de l'accueil qui serait réservé à un produit dont certaines caractéristiques sont évoquées devant le consommateur ; on peut en réaliser des exploitations sophistiquées grâce à des méthodes de structuration de données telles que "Produit-Citer" développé en France par la SEMA et dont l'objectif est de positionner dans l'espace des besoins et des produits.

On peut faire des tests de produits, permettant de comparer les caractéristiques de marques différentes, et de vérifier l'acceptabilité de produits nouveaux : cela est réalisé de plus en plus fréquemment.

On peut encore faire des tests de vente limités à certaines régions ; ce procédé, développé aux USA où il y a création très fréquente de produits nouveaux, a l'inconvénient de dévoiler l'existence du nouveau produit. D'autre part, la généralisation à l'ensemble d'un marché des résultats obtenus sur un marché-test pose des problèmes d'extrapolation délicats.

L'exploitation de résultats de marchés-tests a été faite d'une manière systématique aux USA par le professeur URBAN dans son modèle de simulation "SPRINTER" que nous exposerons ci-après.

8.2. Deuxième partie : Exemples d'applications pour les biens de consommation

82.1. Le développement à moyen terme d'une caméra KODAK à bas prix sur le marché français.(1)

a) Situation du problème

La Société Kodak-Pathé envisageait le lancement en France pour le début de 1962 d'une caméra moderne, relativement perfectionnée, et à bas prix (moins de 200 francs) ; c'était en France une innovation, car les caméras alors offertes à ce prix n'avaient pas de telles performances techniques.

En revanche une expérience assez comparable à celle envisagée par Kodak avait eu lieu sur le marché américain, quelque dix ans plus tôt, en 1951, époque où la société Eastman Kodak avait lancé une caméra de prix inférieur à \$ 50, qui connaissait un grand succès aux USA.

La Société Kodak-Pathé désirait connaître l'importance du marché, et des ventes possibles de la nouvelle caméra et les moyens de la promouvoir ainsi que l'incidence de son lancement sur la consommation de films.

Il y avait donc :

- un problème de prévisions :

- . pour des produits "anciens" : marché des caméras en l'absence de la nouvelle caméra, marché des films ;
- . pour un produit "nouveau" : marché de la nouvelle caméra et répercussions sur le marché des "anciennes" caméras.

- un problème de politique commerciale et publicitaire :

comment présenter la nouvelle caméra au réseau de détaillants, où fixer exactement le prix, quelle serait la clientèle de la nouvelle caméra, et avec quels arguments pourrait-on la convaincre le plus efficacement ? La nature du problème conduisit à réunir dans une même équipe de travail des psycho-sociologues et des économètres qui réalisèrent des études, chacun dans leur discipline et selon leur méthode d'approche, et firent ensuite une synthèse de leurs travaux pour en dégager les réponses au problème posé.

(1) Cette étude réalisée en 1960 pour le compte de la société Kodak-Pathé a fait l'objet d'une communication à la 15ème conférence ESOMAR EVIAN, septembre 1962, par E. DEUTSCH et M. SALOMON.

b) L'approche économétrique

Conduite sur le marché français à partir d'une enquête postale auprès de 3 500 cinéastes dont plus de 70 % répondirent, l'étude économétrique mit en évidence le rôle de variables économiques classiques : revenu, catégorie socio-professionnelles, âge des cinéastes, catégorie d'habitation. Une perspective fut alors tracée, qui constituait la ligne de référence par rapport à laquelle seraient estimées les perturbations que pourrait entraîner le lancement de la nouvelle caméra Kodak. Compte-tenu du niveau de prix élevé des caméras achetées à l'époque, la très grande majorité des cinéastes appartenait à des classes socio-professionnelles à revenus élevés, et le développement du marché était relativement lent.

L'enquête postale permettait en outre de connaître la consommation de films de chaque cinéaste ; la variable essentielle apparut être l'ancienneté dans la pratique du cinéma. Un modèle de type "démographique" permit alors de relier consommateur de films et répartition des cinéastes :

soit N_i le nombre des cinéastes ayant débuté le cinéma amateur l'année τ

$c = 0, 1, 2, \dots, t$

soit $f(t-\tau)$ la consommation moyenne de films pour l'année t des cinéastes ayant débuté le cinéma l'année τ

soit C_t la consommation totale de films pour l'année t

$$C_t = \sum_{\tau=0}^{\tau=t} f(t-\tau) \times N_{\tau}$$

Par ailleurs, l'analyse du marché américain présentait un intérêt certain ; non pour une transposition immédiate, mais au moins comme illustration d'un processus. On sait en effet que d'un pays à l'autre, en ce qui concerne la photo et le cinéma, il existe des différences considérables qui tiennent tout autant au climat, aux habitudes de vie, qu'à des comportements spécifiquement nationaux : ainsi, à revenu égal, les photographes allemand et français n'achètent pas le même type d'appareils.

On constatera qu'aux USA, le revenu des ménages expliquait également l'évolution des ventes annuelles, et que le comportement des cinéastes (notamment en nombre moyen de bobines filmées) était assez analogue dans les deux pays.

L'introduction sur le marché américain de la nouvelle caméra à \$ 50 en 1951 n'avait pas élargi le marché pendant les deux premières années : les ventes relativement faibles de cette nouvelle caméra se faisaient au détriment des autres caméras présentes. A partir de la troisième année, les ventes de la nouvelle caméra augmentaient brutalement en provoquant un élargissement considérable du marché, sans nuire au développement des appareils se trouvant dans les autres tranches de prix. Il semblait même que l'essor de la tranche la plus basse ait peu à peu profité à l'ensemble du marché dont le développement s'accéléra de manière notable.

On pouvait se demander si le marché français aurait un comportement analogue, et des hypothèses furent confiées aux psychosociologues avec mission de les infirmer ou de les confirmer.

c) L'approche psychosociologique

Elle visait à élucider trois questions :

- quelles sont les motivations qui déterminent l'achat d'une caméra en général ?
- quelles sont les motivations spécifiques susceptibles de déclencher l'achat de la nouvelle caméra ?
- quel est l'effet de ces motivations spécifiques sur l'attitude du public ?

Des études furent conduites en profondeur auprès de 50 cinéastes, en extension auprès de 450 ; et auprès des non cinéastes : 50 en profondeur, et 1 500 en extension. Pour cette dernière étude on bénéficiait des résultats de l'enquête postale, facilitant ainsi la stratification de l'échantillon. Bien entendu, lors de ces enquêtes comme lors d'une enquête complémentaire réalisée auprès des détaillants, on recueillit nombre de renseignements utiles à la définition de la politique de lancement ; nous ne nous intéresserons ici qu'aux résultats liés directement au problème des prévisions. Ces résultats comportent quatre points essentiels :

- 1) l'introduction de la nouvelle caméra est susceptible de provoquer un changement dans les attitudes des non-cinéastes.

Cette conclusion ressort des résultats suivants :

- nous avons demandé aux sujets, au début des entretiens, d'estimer le prix auquel on peut avoir une bonne caméra.
Seulement 9 % des interviewés ont situé ce prix au dessous de 300 francs.
- puis à la question directe "Croyez-vous qu'entre 200 et 250 francs on puisse avoir une caméra de qualité satisfaisante ?", 23 % répondirent oui, 72 % non, 5 % ne sait pas.
- enfin, en terminant le même questionnaire, on a présenté la maquette de la nouvelle caméra en disant : "Voici une caméra que Kodak va sortir au prix de 200 francs. A votre avis, avec cette caméra, peut-on faire de bons films ?" Les réponses furent :
 - oui : 60 %
 - non : 29 %
 - NSP : 11 %

On pouvait donc conclure que la nouvelle caméra, par son aspect et surtout par la garantie représentée par Kodak inspire confiance à ceux-là même qui ne croyaient pas pouvoir trouver un appareil convenable à un prix aussi réduit. Cette caméra constituait réellement un nouveau produit et ne pouvait être assimilée aux appareils existants sur le marché dans des tranches de prix identiques.

2) Il n'existe qu'un recouvrement partiel entre la population qui était déjà prédisposée à faire du cinéma et celle qui est favorable à la nouvelle caméra.

Ce résultat a été obtenu par l'analyse comparée de deux échelles hiérarchiques (de type Gutmanien).

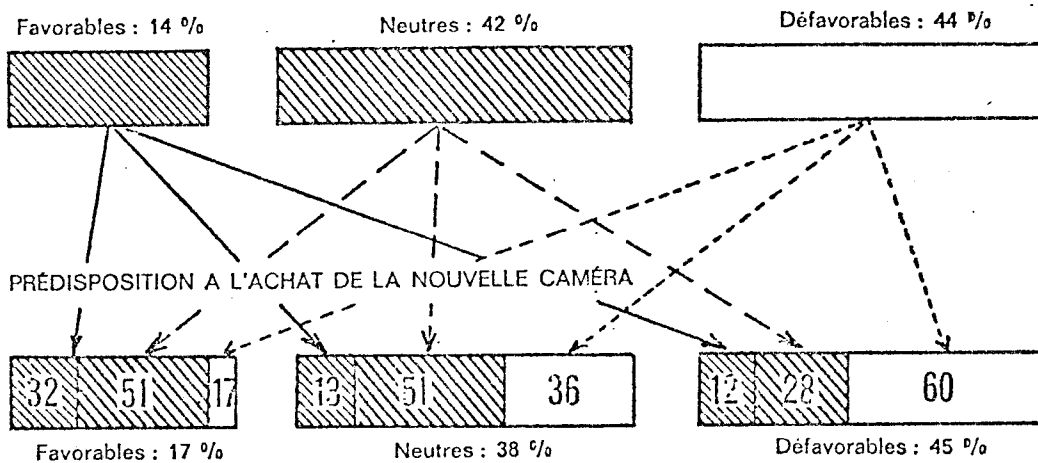
La première, placée en début du questionnaire, permet de classer les individus en fonction de leur prédisposition plus ou moins forte à faire du cinéma. La seconde, qui figurait à la fin de l'entretien (après la présentation de la maquette, l'énoncé du prix et du nom de Kodak) classait les interviewés en fonction de leur prédisposition à l'achat de la nouvelle caméra.

Les individus ont été ainsi classés dans chacun des 3 groupes de chaque échelle :

Evolution des attitudes en réaction
à la présentation d'une nouvelle caméra

(total des interviews : 1 548)

PRÉDISPOSITION A L'ACHAT D'UNE CAMÉRA



prédisposition à faire du cinéma : favorables
neutres
défavorables

Prédisposition à l'achat de la nouvelle caméra : favorables
neutres
défavorables

On constate que parmi les favorables à la nouvelle caméra, seulement 32 % étaient favorables précédemment à faire du cinéma et que parmi les favorables à faire du cinéma seulement 37 % sont favorables à la nouvelle caméra quand on la leur présente.

On pouvait donc supposer (et cela rejoignait les constatations faites sur le marché américain) que la nouvelle caméra n'entamerait qu'une fraction (environ 30 %) du marché traditionnel ; mais on ne peut pas se fier aux seules déclarations des individus et il fallait comprendre les motivations spécifiques de la nouvelle clientèle intéressée.

3) La clientèle potentielle de la nouvelle caméra se distingue des cinéastes potentiels en général par ses caractéristiques socio-économiques et psychologiques.

Il y a en effet des différences significatives dans la composition de ces deux clientèles potentielles quant à l'âge, au niveau d'instruction, au revenu, et aux catégories socio-professionnelles.

Par ailleurs, il y a des différences dans les motivations des deux groupes, mises en évidence dans la typologie suivante :

- type à aspiration faible : pas de motivations fortes, ni aspirations précises en cinéma ; c'est le quart de la population étudiée.
- type "film-souvenir" : aspiration limitées à des films de famille ou de voyage, à l'exclusion de courts métrages avec scénario, soit la moitié des interviewés.
- type "artiste-technicien" : niveau d'aspiration très élevé. Tout en désirant réaliser des films-souvenirs, c'est la possibilité de créer des oeuvres originales et personnelles qui attire le plus. Le côté technique, loin de rebuter, intéresse et souvent passionne. Ce type comprend environ le quart de la population étudiée.

La clientèle de la nouvelle caméra se recrute principalement dans le type "film-souvenir", moyennement motivée par le cinéma tandis que la population déjà prédisposée de toute manière à l'achat d'une caméra appartient davantage au type 3 (fortement motivé en faveur du cinéma). Le classement schématique de la population, compte-tenu de l'ensemble de ses caractéristiques, fait apparaître quatre catégories.:

- a) provisoirement réfractaires au cinéma : peu motivés au cinéma (type 1) ou disposant de revenus faibles ;
 - b) favorables exclusivement à la nouvelle caméra : moyennement motivés (type 2) et à revenus moyens.
 - c) favorables aux deux types de caméras : soit moyennement motivés, mais disposant de revenus moyens et faibles (dans ce dernier cas, surtout des jeunes).
 - d) favorables exclusivement aux caméras perfectionnées : soit fortement motivés (type 3) et disposant de revenus élevés, soit moyennement motivés (type 2) à revenus exceptionnellement élevés.
- 4) Etant donné l'importance de l'effet de contagion, l'élargissement du marché ne peut se produire que par étapes.

Ce sont les clientèles répertoriées b et c précédemment, qui constituent la clientèle potentielle de la nouvelle caméra. L'étude du processus d'achat nous montre que l'influence et le conseil d'un cinéaste amateur sont prépondérants tant pour se décider à faire du cinéma que pour choisir la caméra. Ainsi 64 % des non cinéastes "favorables" au cinéma déclarent fréquenter d'une manière régulière un possesseur de caméra, contre 32 % seulement chez les "défavorables". De même, près de 25 % des possesseurs de caméras déclarent que c'est en cinéaste amateur de leurs relations qui a eu le plus d'influence lors du choix de l'appareil. Ces résultats se trouvent confirmés par le fait que la seule motivation négative est d'ordre financier et que l'on considère généralement que l'activité cinématographique est exclusivement réservée à des personnes ayant des revenus très élevés ou à une élite d'artistes et de techniciens.

d) Synthèse des résultats des approches économétriques et psychologiques.

L'analyse psychosociologique a permis de confirmer et de préciser les hypothèses de base des économètres : dans les premiers temps, le marché de la nouvelle caméra doit s'établir au détriment du marché des concurrents, et ensuite il aura un développement propre, très rapide.

En outre, l'étude psychosociologique confirme que la mauvaise situation en France des caméras à bas prix tient surtout à un préjugé à l'égard du marché actuel, et qu'une grande marque comme kodak est capable de vaincre ce préjugé. Cela confirme que la base de départ retenue dans l'étude économétrique (marché actuel des caméras de moins de 500 F) est légèrement trop étroite et constitue un minimum faible.

Dans ces conditions, des hypothèses de synthèse furent adontées, tenant compte de l'ensemble des travaux effectués ; ceci permet de définir avec plus de précision :

- la part du marché entamée par la nouvelle caméra dès l'année de son lancement ;
- la vitesse de progression de la nouvelle caméra et du marché global.

Les ventes calculées dans ces conditions étaient supérieures à celles obtenues à l'aide de la seule approche économétrique. L'approche économétrique avait permis de saisir un volume de ventes qui constituait, presque certainement, un seuil ; l'approximation était suffisante pour le marché global, mais trop prudente pour l'évaluation du marché de la nouvelle caméra. En fait, les économètres avaient conscience de cette prudence mais n'avaient pas de moyens pour rehausser leurs prévisions : il était en effet nécessaire de connaître dans quelle mesure le prestige d'une grande marque pouvait vaincre le préjugé qui existait en France à l'égard des caméras à bas prix.

Cette mesure d'un changement d'attitude du public ne pouvait être connue qu'expérimentalement et en fait l'étude psychologique constituait véritablement à cet égard un test.

Par contre, l'étude psychologique ne pouvait à elle seule déterminer des perspectives de marché, car elle manquait de base de référence. Les techniques qu'elle utilise permettent d'estimer des mouvements relatifs et la signification de ces mouvements, mais non des niveaux absolus, car on ne connaît pas la liaison quantitative existant entre les opinions, les attitudes et les comportements.

En revanche, l'étude économétrique avait apporté cette base de référence quantifiée, à partir de laquelle on a pu estimer, avec une bonne approximation, l'ordre de grandeur de ces mouvements relatifs, ce qui constituait le maillon qui manquait.

Comparaison des réalisations avec les prévisions établies en 1960.

Caméras 8 mm.

Le lancement a été effectué en Novembre 1961 et a été dès le départ un succès : les réalisations de 1961, 1962, 1963 ont légèrement dépassé les prévisions.

milieu 1963 KODAK lançait le même jour, dans le monde entier, le système Instamatic photo en concentrant sur cette opération des efforts de promotion et publicité très importants ; la publicité sur la caméra Brownie 8 fut de ce fait très réduite dès le printemps 1963 et les ventes de ce modèle en souffrirent immédiatement. Les négociants poussèrent la vente de caméras plus chères (automatic 8 mm Kodak, ou Eumig) : l'élargissement du marché du cinéma amateur vers les catégories de population à revenus moyens s'est aussitôt ralenti.

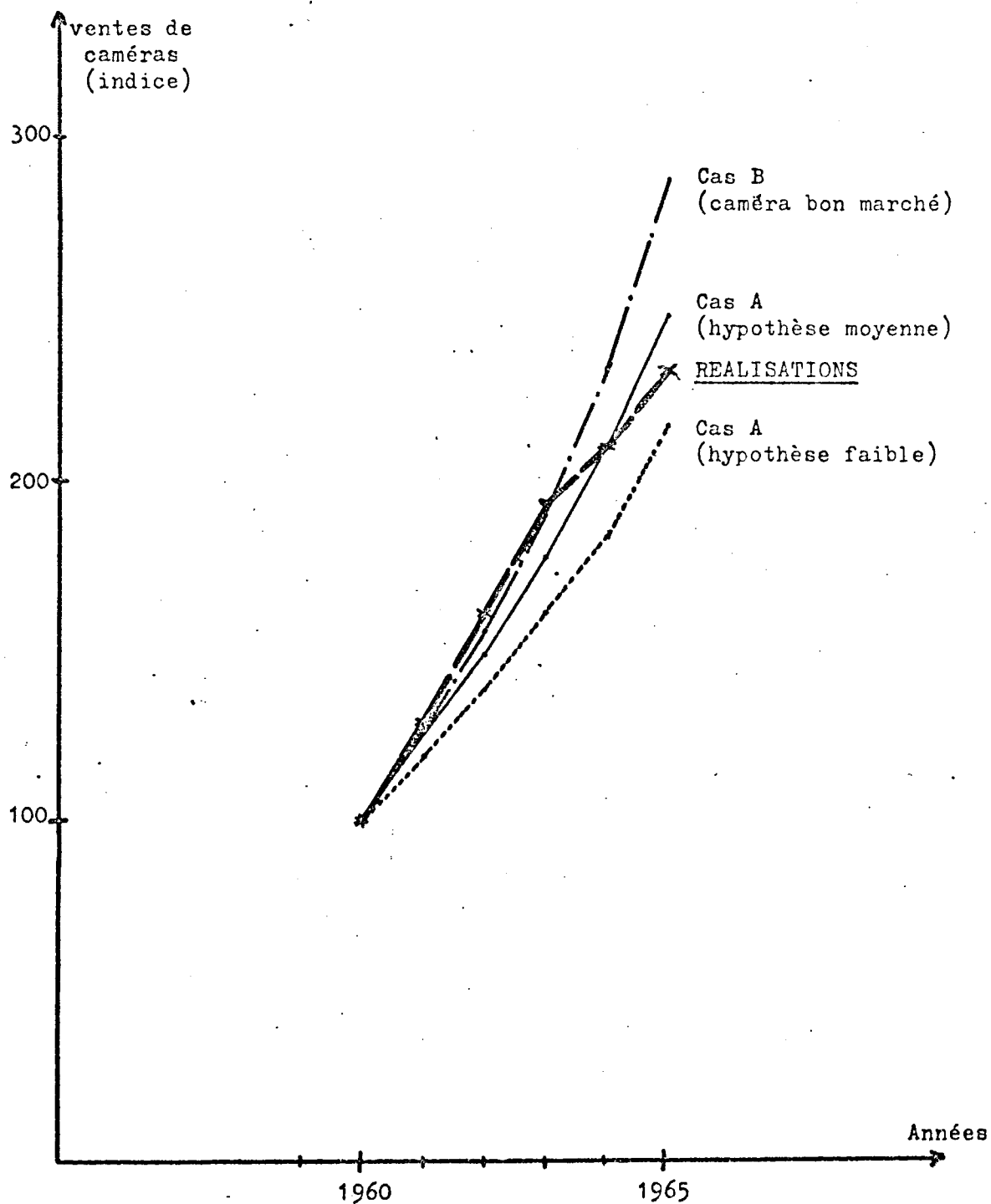
Le lancement du Kodanack fut annoncé aux principaux fabricants de caméras en 1964, ce qui entraîna un certain flottement chez les négociants (qui ont craint de trop gonfler leurs stocks) et chez les amateurs (qui ont différé leurs achats dans l'attente du nouveau matériel).

Années	Hypothèse A (sans lancement KODAK)		Hypothèse B (avec lancement KODAK)	Réalisation
	Hyp. faible	Hyp. -moyenne		
1961	119	126	126	129
1962	138	149	156	161
1963	161	177	190	194
1964	189	210	232	210
1965	226	248	288	230

Indices : Base 100 en 1960.

Le tableau ci-dessus montre que les ventes totales effectivement réalisées se sont situées pendant les trois premières années au niveau des prévisions, tenant compte du lancement de la nouvelle caméra ; elles s'alignent ensuite sur les prévisions de l'hypothèse A (sans lancement).

VENTES DE CAMERAS
Prévisions et réalisations



Films Kodachrome 8 mm

Il apparait que la consommation de films 8 mm a été sous-estimée, surtout à partir de 1964, ainsi que le fait ressortir le tableau ci-dessous :

Années	Prévisions		Réalisations
	Non lancement	Lancement	
1961	109	109	104
1962	119	120	128
1963	132	135	140
1964	148	153	171
1965	167	176	196

Indices : base 100 en 1960

Les prévisions avaient été établies en tenant compte principalement d'un élargissement du marché vers les catégories de consommateurs de revenu moyen grâce à la caméra Brownie de 200 F. Nous avons vu plus haut qu'à partir de 1963 il y a eu un glissement des ventes vers les caméras de prix plus élevé, et un arrêt de l'élargissement du marché du cinéma vers le grand public. La consommation moyenne par appareil est donc restée stable, alors qu'elle avait été prévue légèrement décroissante.

82.2. L'acceptabilité d'un nouveau produit alimentaire, mesurée par une méthode d'arbitrage entre l'attrait et le prix.

Le problème était de positionner, essentiellement par son prix, un nouveau produit alimentaire de consommation courante par rapport à un ensemble de produits existants (1). La difficulté majeure vient de ce que le prix d'un produit est une composante, parfois très importante, de son image. La méthode que nous allons proposer -et qui a reçu une autre application dans le domaine des papiers photographiques- s'efforce de mesurer l'arbitrage exercé entre l'attrait et le prix.

Dans le cas d'un nouveau produit, on procède en deux étapes :

- mesure de l'arbitrage entre l'attrait et prix pour les produits existant sur le marché ;
- mesure de l'attrait du nouveau produit, et grâce aux lois précédentes, estimation de la consommation probable en fonction du prix.

a) Recherche des lois d'arbitrage entre attrait et prix.

L'attrait peut être défini par une note (par exemple de 0 à 20) ou par une échelle verbale, telle que : excellent, très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais.

Si le produit -comme c'était le cas- a plusieurs utilisations, on étudie l'attrait séparément pour chacune. Ainsi pour ce produit alimentaire on pouvait distinguer selon plusieurs catégories de plats et de repas.

(1) L'étude a été conduite à la SEMA sous la responsabilité de L. PERRUCHE. Elle a donné lieu à une conférence de D. LINDON et L. PERRUCHE le 17 Janvier 1967 à l'AFIRO, dont nous reprenons ici de larges extraits.

(familial ou avec des invités).

On conduit donc une enquête pour déterminer la note d'attrait des différents produits existant actuellement sur le marché dans chacune de leurs utilisations. Les résultats peuvent être résumés dans le tableau ci-dessous (un tableau par utilisation), où les N_{ij} représentent le nombre de personnes ayant donné la note i pour le produit j (dans une certaine utilisation) :

Prix Attrait	P1	P2	.....	Pj	.....	Pn
1-Excellent	N11	N12	.....	N1j	.....	N1n
2-Très bon	N21	N22	.....	N2j	.....	N2n
3-Bon	N31	N32	.....	N3j	.....	N4n
4-Moyen	N41	N42	.....	N4j	.....	N4n
5-Médiocre	N51	N52	.....	N5j	.....	N5n
6-Mauvais	N61	N62	.....	N6j	.....	N6n

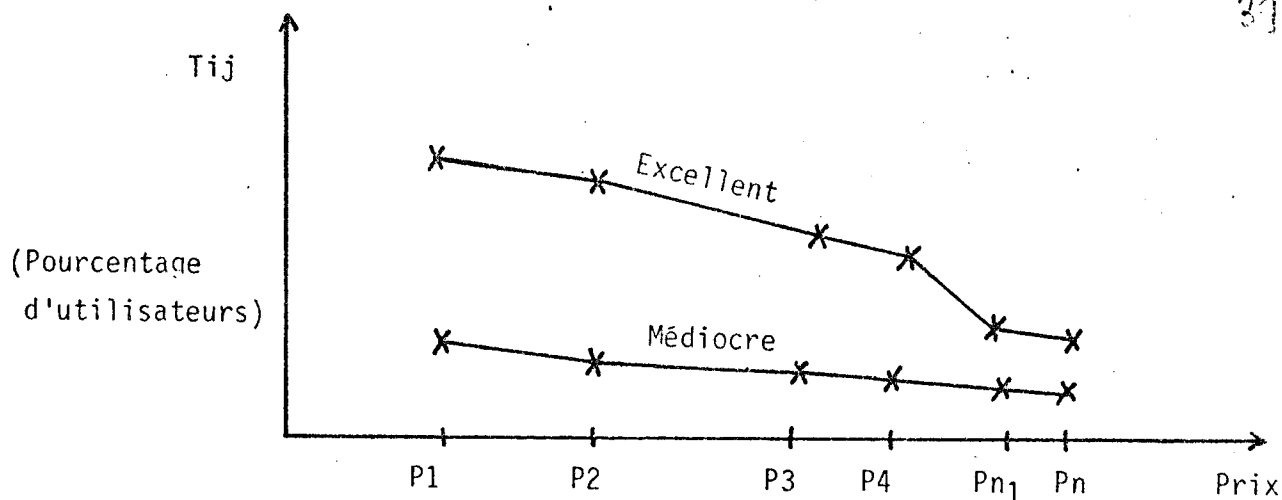
Remarquons que l'on ne parle pas de prix à la ménagère interrogée, mais seulement de produits ; le prix est ensuite déduit des produits par l'enquêteur.

On demande ensuite aux mêmes personnes d'indiquer les produits qu'elles utilisent effectivement (pour chaque utilisation) et éventuellement les quantités consommées. On peut alors dresser un second tableau analogue au précédent, avec des effectifs $n_{ij} \leq N_{ij}$ - on en déduit le taux.

$$T_{ij} = \frac{n_{ij}}{N_{ij}} \times 100$$

qui est le pourcentage d'utilisateurs du produit de prix P_j parmi les personnes ayant donné la note d'attrait i à ce produit. On mesure ainsi la probabilité d'utiliser un produit en fonction de la note d'attrait qu'on lui a donnée.

Le graphique ci-après illustre les résultats :



On peut, plus ou moins facilement, interpoler les courbes entre les différents échelons de l'échelle des prix qui est, rappelons-le, composée des prix des produits existant réellement et que la ménagère peut se procurer aux prix indiqués. Le long de chaque courbe la note d'attrait est la même, et par conséquent on observe l'effet du seul prix sur l'utilisation des produits ; c'est là l'originalité et l'intérêt de la méthode.

b) Introduction du nouveau produit.

On effectue alors un test de produit auprès de la même population en prenant soin de mettre l'indication apparente du prix que l'on envisage (pour ne pas amputer l'image des éléments induits par le prix), et en présentant les arguments en faveur du produit qui seront développés dans la campagne publicitaire, cela afin de mettre la ménagère dans des conditions plus proches de la réalité. Après essai, on effectue une nouvelle interview au cours de laquelle on demande d'indiquer la note d'attrait attribuée à ce nouveau produit dans chacune de ses utilisations possibles, en retenant les mêmes catégories d'utilisations que lors de la première enquête.

On obtient ainsi les nombres $Q_1, Q_2, \dots, Q_6$ de personnes ayant donné la note excellent, très bon, ... mauvais à ce nouveau produit dont le prix indiqué était P_0 .

A partir des lois précédentes entre attrait et prix, on peut faire correspondre à P_0 les différents coefficients τ_{i0} obtenus par l'interpolation sur les graphiques ; on en déduit le nombre de consommateurs probables au prix P_0 :

$$Q = \sum_{i=1}^{i=6} Q_i \times \tau_{i0}$$

On peut raffiner la méthode :

- en tenant compte de l'importance des différents consommateurs quant aux quantités consommées ;
- en faisant varier le prix P_0 auprès de groupes différents de consommateurs, l'un des test pouvant d'ailleurs être fait sans indication apparente de prix, de manière à mesurer l'influence du prix sur l'attrait.

Cette méthode nécessite un assez grand nombre d'interview ; ses avantages essentiels sont de faire porter des jugements sur chaque produit, sans les comparer entre eux et d'autre part de ne pas faire appel à des intentions d'achat qui sont toujours délicates à interpréter. Il est probable que des perfectionnements à cette méthode pourraient être trouvés dans les voies explorées par les méthodes "produit-cible".

82.3. Les prévisions de vente d'un nouveau modèle automobile.

Nous avons déjà vu l'application de modèles de transfert (de type markovien) pour décrire des évolutions de comportement de segments de clientèles (cf. paragraphe 6.23).

On peut parfois les utiliser à la prévision des ventes d'un nouveau produit avant son lancement, comme se le propose la méthode TRANSPACT de la SEMA. Le principe en est le suivant :

- on répartit la clientèle selon des classes caractéristiques de leur comportement à l'égard des produits qui nous intéressent et qui sont susceptibles d'être concurrencés par le nouveau produit qui sera lancé ;
- on établit des "coefficients" ou "probabilités" de transfert d'une classe à une autre.

S'agissant par exemple de l'évaluation des ventes d'un nouveau modèle d'automobile, on étudiera séparément les ventes aux nouveaux acheteurs, et les ventes de renouvellement. Pour ce qui concerne celles-ci, on commence par classer les possesseurs de voitures selon le modèle possédé dans chaque classe, on calcule le nombre total d'achats de renouvellement qui vont se produire dans l'année, et on établit une matrice de "coefficients de transfert" d'une classe à l'autre, ce qui permet de connaître les marques choisies lors du renouvellement. On inclut dans la matrice le nouveau modèle ; pour établir les coefficients de transfert de la matrice, on s'est appuyé sur une série d'enquêtes faites régulièrement dans le passé auprès d'automobilistes et permettent de constater ces coefficients et de les relier à des caractéristiques des modèles et des automobilistes ; une enquête spécifique concernant le nouveau modèle a permis, par analogie avec ces résultats, de définir des coefficients de transfert en faveur du nouveau modèle.

La démarche est illustrée par le graphique ci-après :

TRANSPACT

ILLUSTRATION DE LA METHODE TRANSPACT SUR UN EXEMPLE FICTIF

En Utopie, il n'existe que quatre modèles de voitures. Ces voitures, toutes de courses, sont d'un prix élevé et bien que le niveau de vie des habitants soit également élevé un constructeur décide de lancer un nouveau modèle, relativement moins cher, le modèle X.

Voici les résultats auxquels aboutit l'application de TRANSPACT :

MATRICE DE TRANSFERT ENTRE MODELES

REPARTITION DES RENOUVELLEMENTS AVANT LANCEMENT DU MODELE X			Forsche	Merrari	Laserati	Arston Marvin	TOTAL		VENTES DE RENOUVELLEMENT (en milliers)					
Forsche	90 000		0,49	0,17	0,05	0,15	1,00		Forsche	Merrari	Laserati	Arston Marvin	TOTAL	
Merrari	60 000		0,10	0,51	0,16	0,15	1,00		57	52	51	47	230	
Laserati	50 000		0,07	0,10	0,55	0,13	1,00							
Arston Marvin	30 000		0,10	0,12	0,11	0,50	1,00							

+

TOTAL	REPARTITION PAR MODELES						VENTE DE 1er équip ^t (en milliers)									
Nouveaux acheteurs :	120 000	X		0,23	0,16	0,14	0,16	1,00	=		28	19	17	19	120	
VENTES PAR MODELE POUR L'ANNEE QUI SUIV LE LANCEMENT (en milliers)										=		85	71	68	66	350

Dans cet exemple, 90 000 possesseurs de "FORSCHÉ" vont renouveler leur voiture au cours de l'année considérée : parmi ceux-ci 49 % reprendront une "FORSCHÉ" mais 13 % achèteront le modèle X.

De même, le modèle X sera acheté par 8 % × 60 000 (MERRARI), plus 5 % × 50 000 (LASERATI), plus 7 % × 30 000 (ARSTON MARVIN), ce qui donne 23 000 véhicules.

Parmi les 120 000 nouveaux acheteurs, 31 % choisiront le modèle X soit 37 000 voitures. Il y aura donc 60 000 ventes du modèle X l'année qui suivra le lancement.

82.4. Un modèle d'évaluation et de gestion d'un nouveau produit : Sprinter.

a) Utilisations de Sprinter

Ce modèle a pour but de simuler la diffusion d'une innovation parmi des consommateurs ; il nous intéresse ici en tant qu'outil prévisionnel des ventes avant un lancement massif faisant suite soit à un marché-test de plusieurs mois, soit à un lancement prudent.

Le modèle permet de simuler plusieurs stratégies de lancement et de calculer les résultats à en escompter : c'est un instrument de décision. Mais il a naturellement bien d'autres applications dans le domaine du marketing, et nous nous contenterons de les citer ici :

- choix du plan de marketing optimal ;
- diagnostic des problèmes particuliers ;
- contrôle de l'exécution du plan ;
- adaptation des stratégies en cours de lancement.

b) Schéma du modèle Sprinter

Ce modèle, développé aux USA par le professeur URBAN, est fondé sur la représentation du processus de diffusion de l'innovation parmi les consommateurs, qui sont supposés franchir dans un ordre logique une série d'étapes dans leurs relations avec le nouveau produit.

Ces étapes, schématisés par le graphique ci-après vont du non-essai à la "fidélité" en passant par "l'essai" et la "préférence", en appelant :

- . essai = 1er achat du produit nouveau,
- . préférence = 2ème achat du produit nouveau,
- . fidélité = 3ème achat et suivants du produit nouveau.

non-essai → essai → préférence → fidélité

on simule le comportement des consommateurs rassemblés, au début de chaque période, dans ces différents groupes. Ce modèle, qui privilégie les contacts avec le produit, convient pour des produits à achat répétitif.

A la fin de chaque période considérée, l'ordinateur fournit, pour chaque groupe la proportion de consommateurs qui ont effectué des achats et transféré ceux-ci dans le groupe suivant : par exemple les consommateurs du groupe "essai" qui ont acheté passent dans le groupe "préférence", tandis que ceux qui n'ont pas acheté restent dans le même groupe. - On obtient ainsi la chaîne logique figurée au graphique.

Le schéma de comportement du consommateur retenu dans le modèle est classique :

notoriété → intention d'achat → recherche de la marque →
décision d'achat → après achat.

et dans chacun des sous-modèles essai, préférence, etc... on étudie la proportion des consommateurs se trouvant dans ces différentes classes de comportement.

Le plus complexe est le sous-modèle "essai" (cf. graphique).

On commence par l'évaluation des consommateurs potentiels, répartis ensuite selon les diverses classes de notoriété,

A l'intérieur de ces classes, une proportion aura l'intention d'acheter et ira dans un magasin, : une partie seulement trouvera la marque. Dans ce magasin la proportion d'acheteurs dépendra du prix relatif et de la publicité sur le lieu de vente. On tiendra compte également des achats de "shopping".

Les acheteurs seront transférés, pour la période suivante, vers le sous-modèle "préférence" qui fonctionne de manière analogue.

Les consommateurs qui n'ont pas acheté pendant cette période resteront dans le sous-modèle "essai" et seront répartis dans les classes de notoriété en tenant compte de leur comportement passé, en particulier du risque d'oubli.

Le modèle ne donne donc pas seulement des renseignements sur les ventes globales du nouveau produit, il fournit des éléments très détaillés sur les acheteurs actuels et potentiels, ce qui permet un ajustement progressif du plan de marketing après lancement du produit.

D'une manière plus précise, on peut retenir 5 types d'utilisation de Sprinter.

1) - La prévision des ventes d'un produit avant le lancement national.

On dispose par exemple des informations de quelques mois de marché-test, ou du lancement précédent - à partir de là, le modèle permet de rechercher la meilleure stratégie de lancement.

2) - Choix du meilleur plan de marketing.

Si le lancement est décidé, Sprinter permet de trouver le meilleur plan de marketing, compte tenu des stratégies possibles de la concurrence.

3) - Diagnostic des problèmes particuliers et remèdes correspondants.

On peut voir apparaître la nécessité d'actions spécifiques auprès de telle ou telle catégorie de consommateurs, ou de distributeurs.

4) - Contrôle de l'exécution du plan.

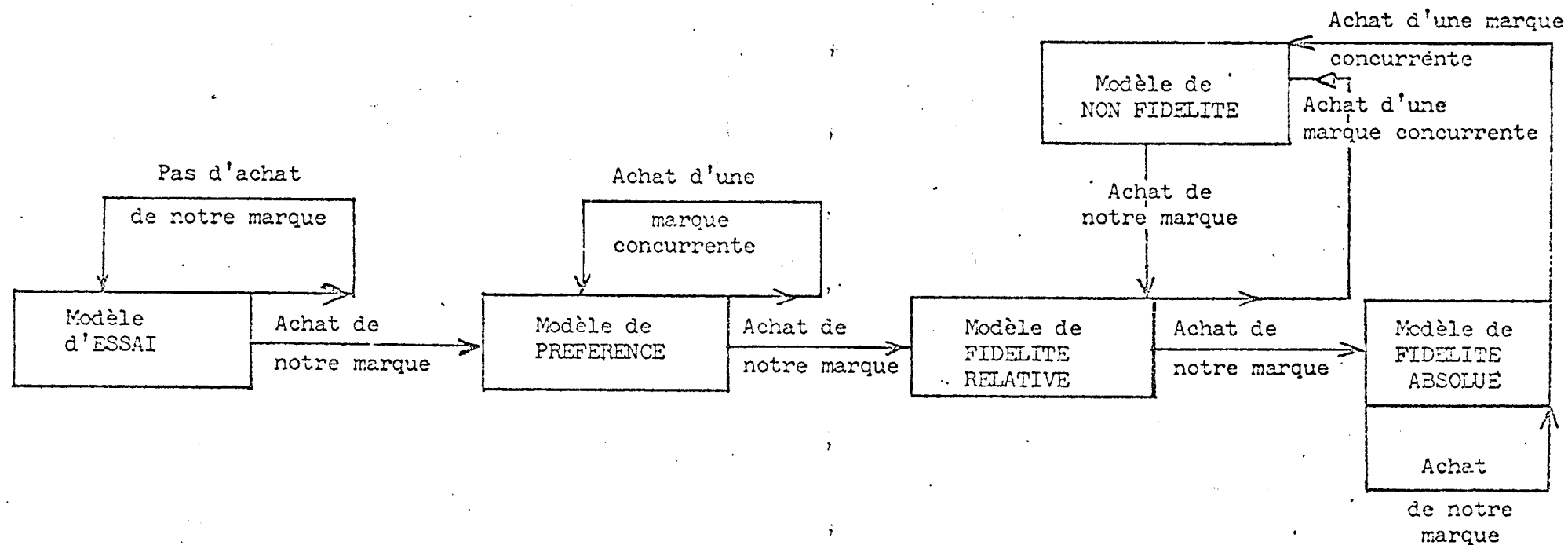
En cas de changements par rapport au plan de marketing prévu, Sprinter permet d'évaluer les conséquences et de proposer des correctifs.

5) - Adaptation des stratégies.

En cas d'action imprévue de la concurrence, Sprinter permet d'estimer l'impact sur les ventes et permet de trouver une stratégie de riposte.

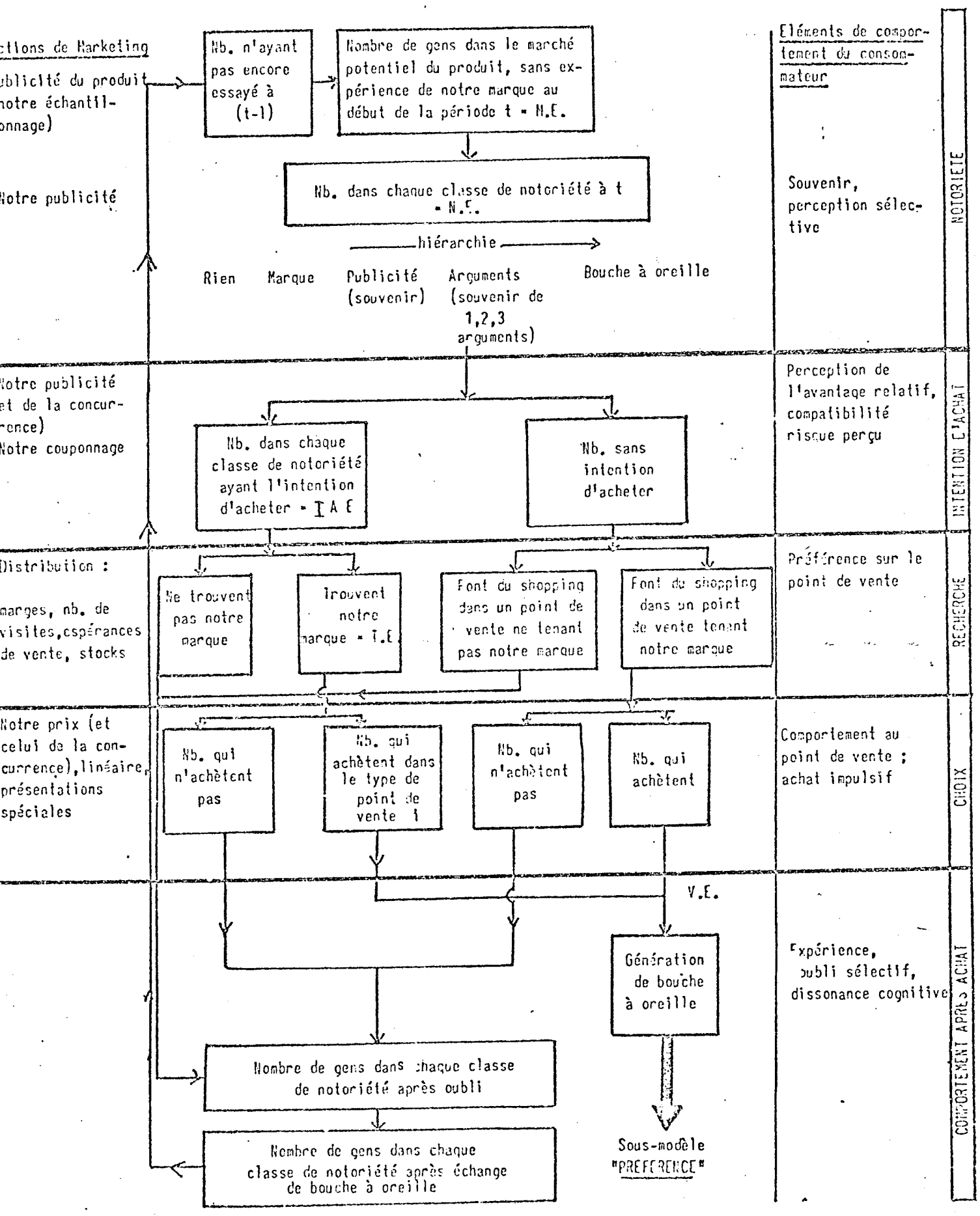
Le modèle "Sprinter" est limité, puisqu'il ne concerne actuellement qu'un seul produit, et seulement le lancement d'un produit nouveau. Tel quel il a déjà eu des applications très intéressantes aux USA et en France.

SCHEMA → D I F F U S I O N



Nota : Les consommateurs qui n'ont pas acheté dans la période restent au niveau de diffusion de la période précédente

SCHEMA LA DECISION D'ACHAT DANS LE SOUS-MODELE "ESSAI"



8.3. Troisième partie : Prévisions pour des produits industriels ou intermédiaires

83.1. Développement possible du gaz naturel dans le Sud-Est de la France (1)

a) Situation du problème

Il était envisagé d'alimenter le Sud-Est de la France en gaz naturel transporté depuis l'Algérie par bateaux méthaniers et distribué sous forme gazeuse par un réseau de gazoducs.

Le problème posé était le suivant :

- quelle part le gaz naturel peut-il prendre dans les installations existantes et les installations futures des années 70 à 80 ?
- à quel prix doit-il être vendu aux industriels ?

Le gaz naturel a pour concurrents directs le fuel et le charbon dans les applications industrielles ; par rapport à eux, il est plus propre, ne nécessite aucun stockage, ne demande pas de préchauffage, sa flamme n'est pas éclairante, il exige des installations de distribution très lourdes en investissements : stations de compression, réseau de feeders. Son utilisation sera d'autant plus rentable qu'elle sera plus régulière au niveau de la journée.

Les ressources énergétiques du Sud-Est sont abondantes = charbon du Dauphiné, de Provence, de la Loire et d'Als ; pétrole de Fos-Berre, Sète, et Feyzin.

La région est consommatrice d'énergie industrielle, sa consommation va augmenter plus vite que la moyenne française. Quel pourra donc être le développement du gaz naturel, énergie nouvelle, dans ces conditions ?

b) Principe de la méthode

Laissant de côté les applications spécifiques du gaz naturel, qui représentent moins de 20 % du marché, on s'intéresse actuellement aux concurrents dans les emplois actuels et dans les installations nouvelles. Des enquêtes en profondeur menées auprès des industriels équipés au gaz de Lacq, et auprès d'industriels de la région du Sud-Est équipés en combustibles concurrents ont montré que le prix était l'élément prédominant du choix des usagers dans la plupart des cas. Il ne s'agit pas du prix du combustible, mais du prix du service rendu compte-tenu des installations et des conditions d'exploitation.

(1) Cette étude, conduite à la SEMA par Pierre JOURDAN, a fait l'objet de sa part d'un article dans la revue METRA, Vol. VIII, n° 3, 1969.

Dans le cas de la substitution, il faut tenir compte, outre les frais directs et les charges annexes d'exploitation, des charges de transformation des équipements ; mais il faut tenir compte des inerties au changement que l'on ne peut accélérer qu'en consentant un avantage de prix supplémentaire.

Dans le cas des consommations d'unités nouvelles, il y a moins d'inertie puisque le choix n'implique aucun changement, mais la prévision de demande d'énergie est plus incertaine puisque l'on connaît si toutes les installations futures, ni les extensions d'usines.

c) Mise en oeuvre pratique de la méthode et principaux résultats

On commence par déterminer les charges annexes en cours d'utilisation pour le charbon, le fuel, le gaz et cela pour chaque industrie ou groupe d'industries. On a retenu pratiquement deux usages principaux :

- chaudières (production de vapeur) utilisées dans les industries chimiques, alimentaires, du cuir, du papier, etc...
- fours : (cuisson directe) pour la fabrication du ciment et de l'alumine.

Un exemple d'énumération des charges annexes prises en compte est donné dans le tableau ci-après :

CHARGES ANNEXES DANS LES CIMENTERIES SUIVANT LE
COMBUSTIBLE : Postes retenus

Charges	Fuel	Charbon	Gaz naturel
Amortissement	Cuve de stockage Chaudière de réchauffage Tuyauteries annexes Système de contrôle Pompes H. P. et B. P.	Installation de parc Systèmes de manutention Atelier de séchage Atelier de broyage Système de pulvérisation Poste de contrôle	Poste de détente Tuyauteries d'amenée à travers l'usine Poste de contrôle
Main-d'oeuvre	Dépotage des wagons ou chalands (déchargement)	Ateliers de séchage et pulvérisation Manutention	
Entretien	Brûleurs du four Système de contrôle Chaudière Cuves de stockage Main-d'oeuvre d'entretien	Brûleurs du four Système de contrôle Broyage et séchage Main-d'oeuvre d'entretien	Système de contrôle Brûleur du four Main-d'oeuvre
Exploitation technique	Frais de réchauffage Vapeur au dépotage du fuel Electricité des pompes Fuel pour chaudière	Electricité des pompes Electricité, broyage et pulvérisation Electricité, séchage	

Pour calculer chaque poste, on a du faire un échantillon d'enquêtes tenant compte de la dispersion des entreprises dans la région étudiée ; on a obtenu des valeurs moyennes par branche industrielle et fait des calculs de sensibilité autour d'elles.

Le tableau ci-dessous résume un tel calcul dans le cas du charbon employé dans les chaudières ; on trouve des charges annexes de 0,42 centime par thermie consommée (le prix d'achat du combustible étant lui-même de 1 ct/thermie environ). Elles sont de 0,30 ct/th pour le fuel et de 0,26 ct/th pour le gaz dans des conditions équivalentes.

EXEMPLE DE CALCUL DE CHARGES ANNEXES AU CHARBON DANS LES CHAUDIERES

HYPOTHESES GENERALES

- 1. Durée de fonctionnement : marché en continu 24/24, 6 jours par semaine, 290 j/an, 7000 h/an
- 2. Rendement : 8 à 9 kg de vapeur/kg de charbon
- 3. Chaudière Stein et Roubaix pressurisée, à tubes d'eau avec économiseur, capacité 11 tonnes/heure
- 4. Consommation annuelle de charbon : 55 10⁶ th/an
- 5. Durée de l'amortissement : 20 ans
- 6. Taux d'actualisation : 8 %
- 7. Electricité : 8 ct le kwh
- 8. Réserve de stockage : 15 jours de marche
- 9. Coût de l'installation fixé à 628750 F comprenant :
 - achat, transport, montage de la chaudière
 - équipements de chauffe, appareils de contrôle, régulation
 - Installations de stockage et manutention du charbon : halles, portiques, sécheurs, etc...
 - TVA sur l'ensemble.

CHARGES ANNEXES

- 1. AMORTISSEMENTS
On considère que le prix de l'installation double par rapport au fuel (628750 F).....
- 2. STOCK DE CHARBON
1 mois de stock = 875 t
Prix moyen 60 F/t
Coût du stock = 52000 F
Charges financières à 8 %
- 3. MAIN-D'OEUVRE DE PREPARATION DU CHARBON
 - a) Déchargement du charbon à l'arrivée
70 h pour 1000 t.....
 - b) Manutention.....
 - Total.....
 - 9600 t/an 1940 h
à 8 F l'h. (manoeuvre) ...
- 4. MAIN-D'OEUVRE CHAUDIERE idem fuel.....
- 5. ENTRETIEN : double de celui du fuel.....
- 6. CONSOMMATIONS ANNEXES : idem fuel
- TOTAL

TOTAL DES CHARGES ANNEXES AU CHARBON
0,42 ct/th

Totaux partiels	Coût annuel F	Coût à la thermie ct/th
		0,1640
	4 200	0,008
70 h 100 h 170 h		
	11 520	0,022
		0,16
		0,04
		0,0195
		0,42

Ces calculs permettent de calculer les écarts d'équivalence en faveur de l'un des combustibles, tels que les présente le tableau ci-dessous :

**ECART D'EQUIVALENCE EN SUBSTITUTION DU GAZ PAR RAPPORT
AU FUEL ET AU CHARBON DANS LES CHAUDIERES**

en centime par thermie PCI consommée

CHARGES ANNEXES	Substitution du gaz au fuel Installation existante				Substitution du gaz au charbon Installation existante			
	Amortie		Neuve		Amortie		Neuve	
	Marche au fuel	Marche au gaz	Marche au fuel	Marche au gaz	Marche au charbon	Marche au gaz	Marche au charbon	Marche au gaz
PAPETERIES 7 000 h/an								
Main-d'oeuvre	0,2240	0,1588	0,1680	0,1588	0,2740	idem fuel	0,1900	0,1588
Entretien	0,0400	0,0200	0,0200	0,0800	0,0200		0,0400	0,0200
Im. combustible	0,0030	0	0,0030	0	0,0080		0,0080	0
Consommations annexes	0,0195	0	0,0195	0	0,0195		0,0195	0
Amortissements	0	0,0190	0,0820	0,1010	0		0,1640	0,1840
TOTAL	0,2865	0,1978	0,2925	0,2798	0,3743	0,1978	0,4215	0,3628
Ecart d'équivalence	0,145		0,035		0,240		0,080	

(à un prix de vente supérieur à celui du fuel de 0,145 ct/th, le gaz sera "équivalent" économiquement à celui-ci dans le cas de chaudières amorties).

Ainsi à un prix de vente supérieur à celui du fuel à 0,145 ct/thermic, le gaz sera "équivalent" économiquement à celui-ci dans le cas des chaudières amorties. Il faut naturellement tenir compte de l'âge des installations qui a une influence sur le rendement pratique et la consommation unitaire, sur le personnel employé et l'entretien, sur l'état d'amortissement. Cela est figuré sur les graphiques ci-après :

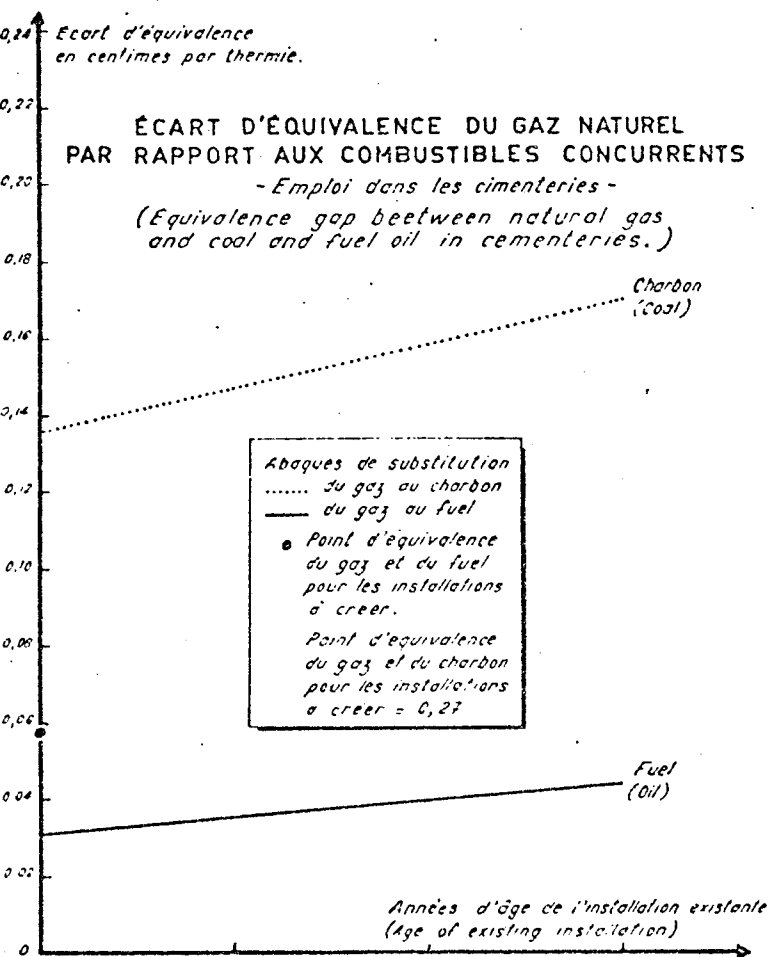


Figure 1

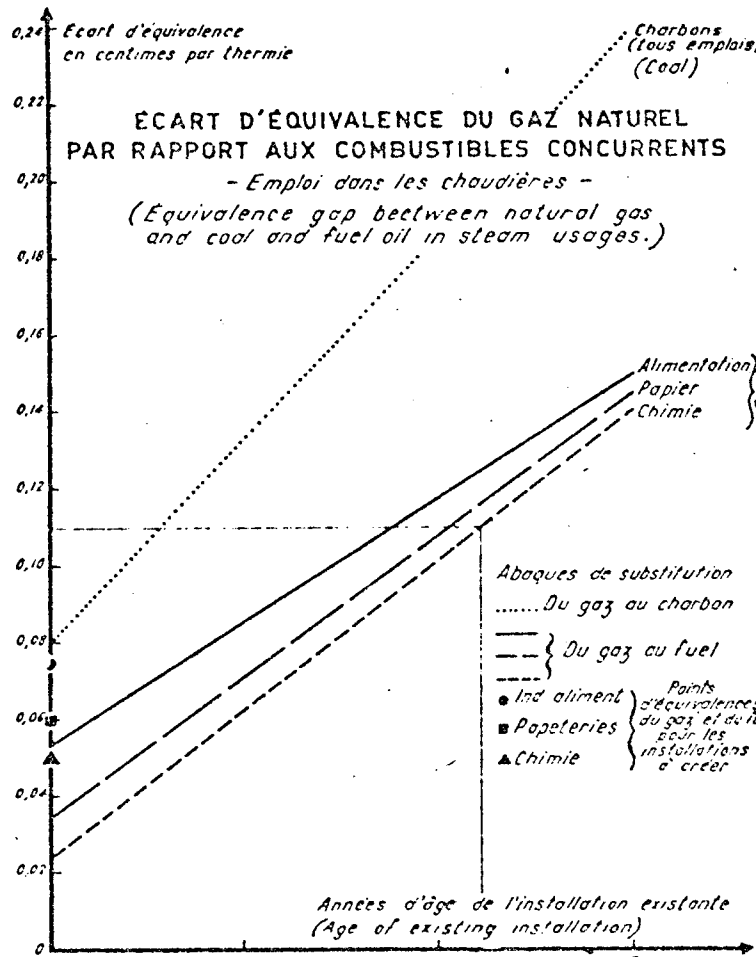


Figure 2

Ces courbes montrent qu'il existe toujours un écart d'équivalence en faveur du gaz, notamment dans le cas des chaudières ; que cet avantage est particulièrement net vis-à-vis du charbon ; que l'écart d'équivalence d'une installation à créer est supérieur à celui d'une installation récente qu'il faudrait substituer.

d) Recherche des fonctions de demande de gaz

Les fonctions de demande ont été établies sur la base des hypothèses suivantes :

- 1°) le comportement des industriels est rationnel vis-à-vis du choix des combustibles, ils n'ont pas d'inertie au changement et choisissent toujours pour une création ou

180
extension d'usine le combustible le meilleur marché au sens des prix d'équivalence.

Cette hypothèse évidemment trop stricte a été corrigée secteur par secteur à partir des enquêtes faites sur le terrain.

- 2°) la structure de la consommation de la zone Sud-Est par secteurs et par région a été établie par les enquêtes et a donné lieu à une perspective à moyen terme.
- 3°) les prix des produits concurrents, déjà mal connus au départ, ont été prévus grâce aux avis d'un certain nombre d'experts.

On a également fait les hypothèses suivantes :

- pas de fragmentation des consommations d'une usine donnée entre plusieurs combustibles ; le passage au gaz, par exemple, est complet et immédiat lorsqu'il se produit ;
- droites de prix d'équivalence utilisées en retenant dans chaque sous-région et chaque secteur l'âge moyen des installations connu par les enquêtes.

A partir de là ont pu être tracées les courbes de pénétration du gaz naturel que nous reproduisons ci-dessous pour 1970 et 1975. L'échelle des abscisses est graduée en écart d'équivalence par rapport au fuel, ainsi qu'en prix absolu du gaz naturel moyennant deux hypothèses H1 et H2 sur les prix du fuel.

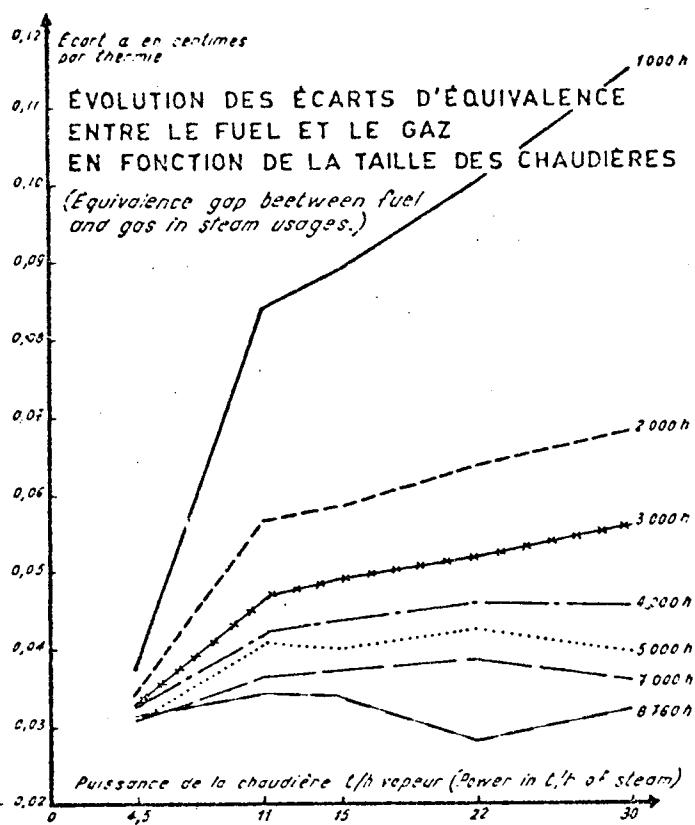
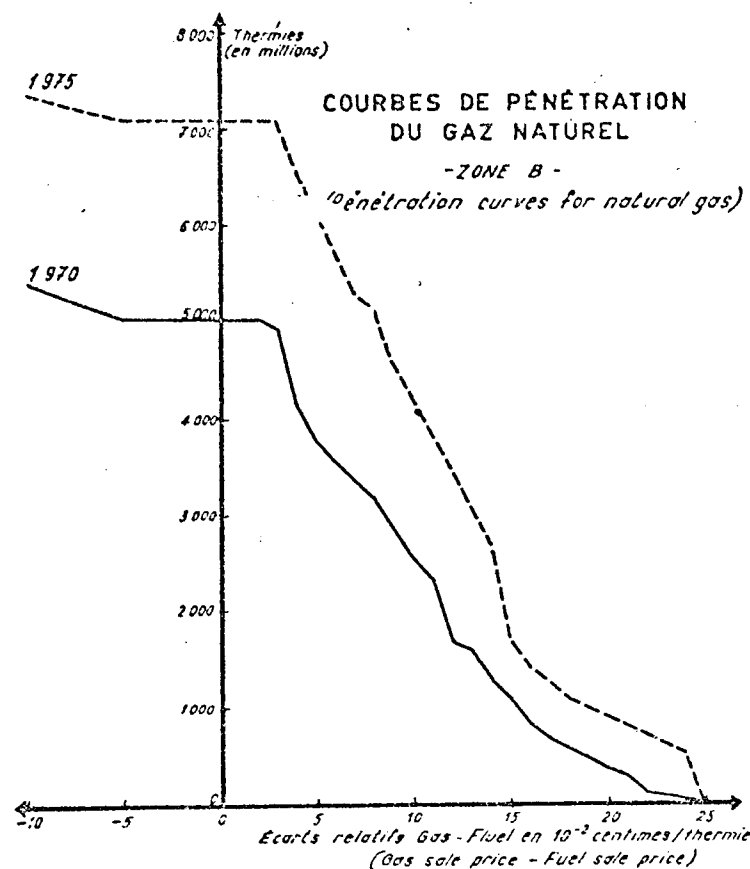


Figure 3



Prix réel du gaz en centimes / thermie (gas sale price)								
0,900	0,900	1,010	1,065	1,110	1,160	1,210	1,260	H ₁ (70)
0,796	0,646	0,926	0,945	0,926	1,046	1,026	1,146	H ₁ (75)
0,941	0,931	1,041	1,031	1,141	1,131	1,241	1,231	H ₂ (70)
0,848	0,828	0,948	0,928	1,048	1,038	1,148	1,128	H ₂ (75)

Figure 4

e) Sensibilité de la méthode aux hypothèses techniques faites

On a été amené à explorer le domaine de dispersion des hypothèses faites sur la structure du gaz et son utilisation pour voir dans quelle mesure les résultats peuvent être affectés à partir de calculs faits sur des moyennes.

A titre d'exemple, le graphique ci-dessus montre l'évolution de l'écart d'équivalence gaz-fuel en fonction du tonnage nominal de la chaudière considérée, le paramètre retenu étant la durée d'utilisation. On constate que pour les durées élevées d'utilisation, jusqu'à 4000 heures environ, les écarts sont assez peu sensibles à la taille de la chaudière.

f) Limites et critiques de la méthode

- D'abord, l'hypothèse sur le comportement rationnel des usagers est certainement beaucoup trop forte ; certes elle est tempérée par les appréciations qualitatives recueillies dans les enquêtes sur le terrain. C'est une hypothèse qui n'est vraie qu'en moyenne et permet

essentiellement de définir un marché potentiel.

- ensuite, le fait que les calculs ont été établis sur des valeurs moyennes ; on a pris la précaution d'explorer un certain nombre de variations, on n'a matériellement pas pu explorer l'ensemble des combinaisons possibles.
- l'agrégation des courbes de demande par sous-région doit être faite avec précaution : il faudra tenir compte de la structure de coût du gaz qui dépend de la longueur du transport et du degré d'utilisation de la conduite par l'utilisateur.
- enfin on n'a pas pris en compte explicitement l'effet de l'arrivée du gaz, qui devrait semble-t-il jouer surtout à moyen terme (3 à 5 ans). Les extensions du réseau devraient en tenir compte par la suite.

83.2. Une étude préalable au lancement d'un mini-ordinateur

Le lancement d'un produit nouveau de technologie avancée nécessite une "étude de factibilité" comportant 4 phases essentielles :

- recherche des créneaux ;
- définition et optimisation du produit ;
- évaluation de la concurrence ;
- fixation des objectifs de vente.

L'étude que nous allons examiner maintenant a été réalisée par Philippe HURBIN qui l'a décrite dans un article de la revue METRA dont nous allons résumer les aspects les plus significatifs pour notre propos (1).

a) Objet de l'étude :

Une société fabricant des équipements professionnels de haute technicité, dont une partie importante concerne des marchés de l'Etat, cherche à développer ses ventes sur les marchés civils. Son expérience de certains matériels informatiques la pousse tout naturellement à chercher à développer un petit calculateur.

Les questions qui se posent sont les suivantes :

- quelle configuration donner à ce petit calculateur pour lui assurer un marché optimum en Europe ?
- Quels objectifs de vente peut-on raisonnablement se fixer ?

L'étude réalisée aborde successivement les 4 aspects suivants :

- analyse de l'offre
- analyse de la demande
- optimisation des caractéristiques du futur mini-ordinateur
- évaluation de la concurrence et marché accessible.

Signalons d'abord que l'étude a été réalisée en 1969 ; du fait des évolutions dans ce secteur les informations contenues dans cet exemple ne doivent être considérées qu'à titre d'illustration d'une méthodologie.

(1) "l'entreprise industrielle face à la décision de lancement d'un nouveau produit : méthodologie et étude d'un cas concret" par Philippe HURBIN dans la revue METRA, Vol.X n° 2, 1971.

401

b) Analyse de l'offre :

Le matériel envisagé fait partie de la classe des "mini-ordinateurs" dont le prix de base peut varier de \$ 5000 à \$ 25000 et qui se répartissent en 3 groupes :

- 1°) En bas de gamme, on trouve des "micro-ordinateurs" dont le prix de base évolue de \$ 5000 à \$ 8000 ; ce sont des machines à capacité de calcul limitée, utilisées plutôt en contrôleurs ou satellites de gros ordinateurs qu'en calculateurs autonomes.
- 2°) En milieu de gamme, on trouve des calculateurs dont le prix évolue de \$ 8000 à \$ 13000. Leur software comporte quelquefois, en plus d'un assembleur, un compilateur FORTRAN.
- 3°) Le haut de gamme comprend des calculateurs dont le prix de base dépasse généralement \$ 15000 ; leur software est très élaboré et certains peuvent être utilisés en time-sharing.

Les tendances générales de l'offre semblent devoir être les suivantes :

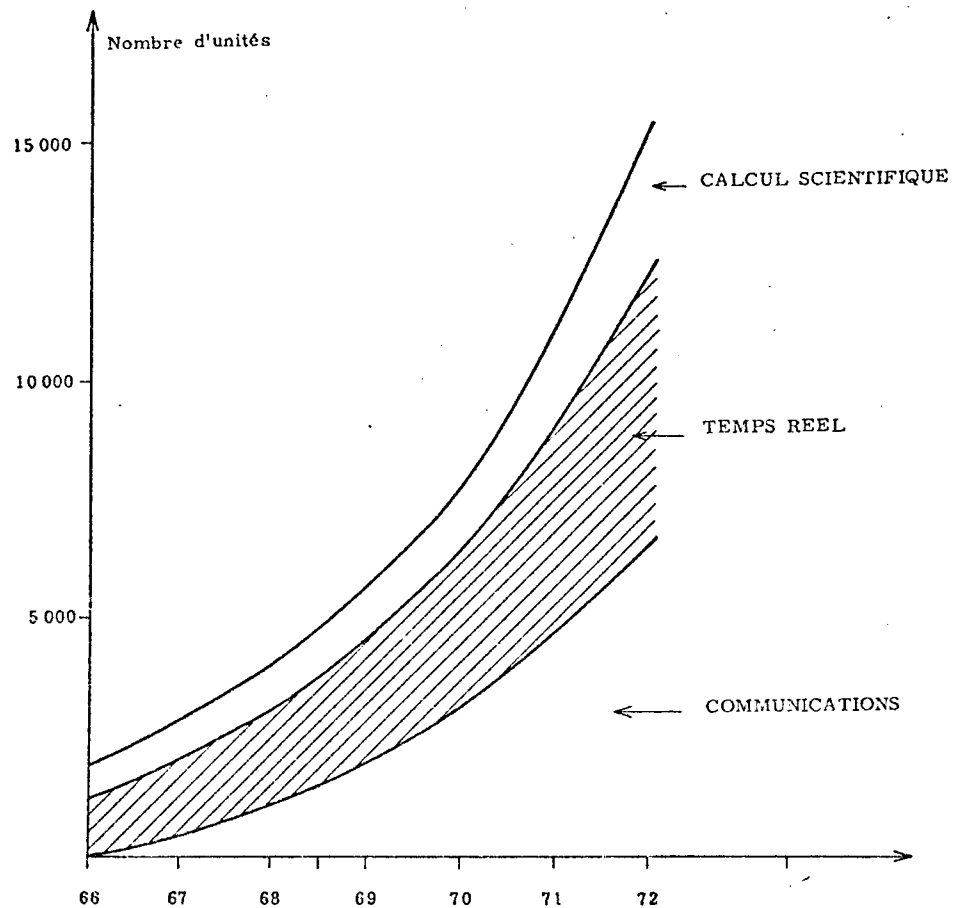
- 1°) la baisse des prix, constatée au cours des années précédentes, devrait continuer au rythme d'environ 20 % par an ;
- 2°) Malgré leur diversité, ces calculateurs ont pratiquement tous la même technologie qui devrait évoluer vers l'emploi, à partir de 72-73, de mémoires à semi-conducteurs et de circuits L S I (large scale integrated) : plus de 100 circuits logiques par plaquette.

c) Analyse de la demande :

On se trouve dans le cas où le marché américain est fortement développé pour ce genre de machines et peut donner des indications utiles pour le marché européen.

c₁) le modèle américain

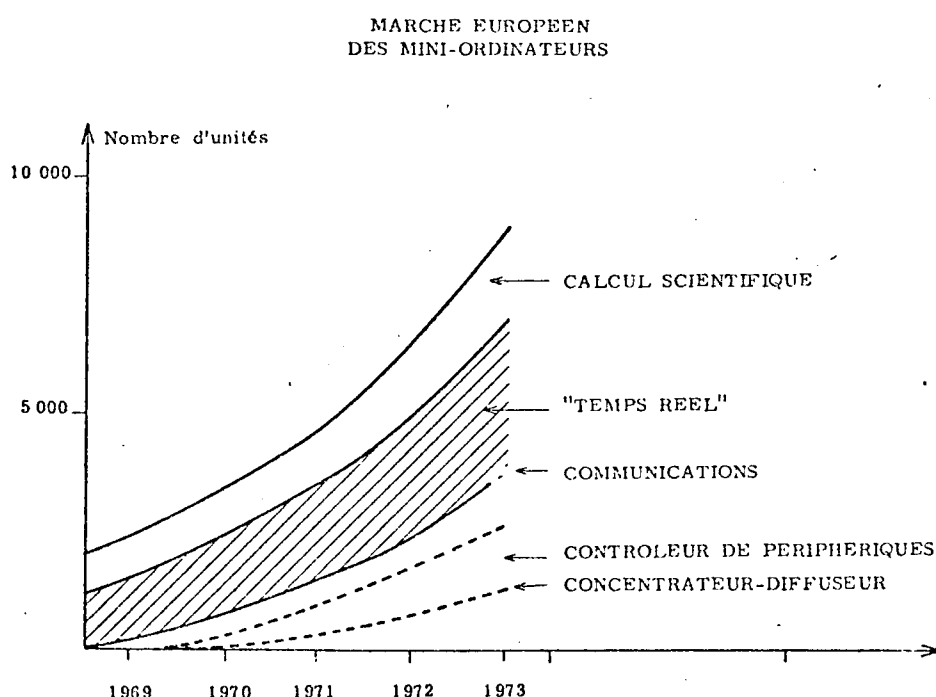
l'évolution constatée et les avis d'experts sont synthétisés dans le graphique ci-après pour décrire l'avenir du marché américain des mini-ordinateurs jusqu'en 1972. Cette demande se répartit selon 3 grands types d'applications :



- les réseaux de télé-informatique, où les petits calculateurs sont employés comme terminaux lourds, calculateurs satellites, concentrateurs-diffuseurs voire équipements centraux de petits systèmes de time-sharing. Le développement semble extrêmement rapide et concerne principalement la partie basse de la gamme des prix sauf en ce qui concerne le time-sharing.
 - les applications en "temps réel" telles que la conduite de processus industriels, l'acquisition de données ou le contrôle d'appareillage ; elles intéressent plutôt le milieu de la gamme.
 - les applications scientifiques qui utilisent généralement des machines plus puissantes situées en haut de la gamme.
- Au cours des prochaines années, les deux premières applications devraient absorber une part importante et croissante des mini-ordinateurs livrés (80 % en 1971).

c₂) Prévision de la demande en Eurone.

On constate, pour les années 1968 et 69, un retard européen de 3 ans sur le "modèle" américain. Si l'on conserve ce retard, le nombre de mini-ordinateurs livrés en Eurone en 1973 devrait être de 8000. En fait on peut penser, à la suite des enquêtes, que le retard aurait plutôt tendance à diminuer car les mini-ordinateurs ne nécessitent pas d'investissements coûteux en software et services et bénéficient immédiatement des progrès technologiques américains. Au niveau des applications, le marché européen ne devrait s'écarter que relativement peu de son "modèle" les calculateurs de communication devant se développer un peu plus vite au détriment des calculateurs de "temps réel". Ces indications sont résumées dans le graphique ci-après :



c₃) Un marché à retenir.

La confrontation entre l'offre et la demande suggère qu'il y aurait place pour un mini-ordinateur entrant dans les réseaux de téléinformatique en tant que terminal lourd, concentrateur diffuseur, ou satellite de gros ordinateurs.

En effet, le marché est en pleine expansion ;

- . il n'existe pratiquement pas de calculateur conçu pour cet usage ;
- . la réalisation d'un calculateur pour une application spécifique doit conduire à un prix compétitif.

- . de tels équipements pourront être vendus en moyennes séries à des intégrateurs et non pas à l'unité, ce qui limitera les frais commerciaux.

Les enquêtes faites à ce moment permettent de définir grossièrement un premier cahier des charges qu'il va falloir maintenant préciser.

d) Optimisation des caractéristiques du futur mini-ordinateur.

Partant des grandes lignes qui ont été dégagées une centaine d'interviews ont été réalisées auprès de différentes catégories d'utilisateurs dans les pays du Marché Commun et au Royaume-Uni. Elles ont permis de dresser les "portraits robot" des deux mini-ordinateurs les plus demandés : le concentrateur diffuseur et le contrôleur de périphériques, que l'on trouvera ci-après.

Bien entendu, certaines exigences supplémentaires tant pour l'un que pour l'autre avaient pu être enregistrées.

TABLEAU N° 1

PORTRAIT ROBOT DU CONCENTRATEUR-DIFFUSEUR
HARDWARE

Longueur mot (bits)			Cycle mémoire		Capacité max. (K octets)			Protection mémoire	Accès direct
8	16	> 16	< 3 μ s	> 3 μ s	4	4 à 16	> 16		
3	1	0	1	3	3	1	0	1	1

Nombre d'instructions			Accumulateur		Double précision	Multiplication et division câblées	Registre d'index
< 30	30 à 60	> 60	≤ 2	> 2			
3	1	0	3	0	0	0	0

Niveaux de priorité		Nombre d'entrées			Vitesse de transfert (Kc/s)		Horloge temps réel
< 3	≥ 3	< 20	20 à 100	> 100	< 20	> 20	
2	2	1	3	3	3	1	2

PÉRIPHÉRIQUES ASSOCIÉS

Télétype	Lecteur perfo. ruban	Lecteur cartes	Perfo. cartes	Bande magnétique	Tambour disque	Imprimante	
						Caractère	Ligne
3	1	1	0	0	0	1	1

SOFTWARE

Compilateur	Compilateur conversationnel	Moniteur temps réel	Librairie de programmes
0	0	0	0

PRIX

Prix de base de l'unité centrale		
< 40 KF	40 à 80 KF	> 80 KF
3	1	0

quotations

0 : moins de 10 % des applications
 1 : de 10 à 40 % " "
 2 : de 40 à 70 % " "
 3 : plus de 70 % " "

TABLEAU N° 2
 PORTRAIT ROBOT DU CONTROLEUR de PERIPHERIQUES
HARDWARE

Longueur mot (bits)			Cycle mémoire		Capacité max. (K octets)			Protection mémoire	Accès direct
8	16	> 16	< 3 μ s	> 3 μ s	4	4 à 16	> 16		
3	1	0	1	3	2	2	1	3	2

Nombre d'instructions			Accumulateurs		Double précision	Multiplication et division câblées	Registre d'index
< 30	30 à 60	> 60	< 2	> 2			
2	2	0	3	0	0	2	1

Niveaux de priorité		Nombre d'entrées			Vitesse de transfert (Kc/s)		Horloge temps réel
< 3	> 3	< 20	20 à 100	> 100	< 20	> 20	
1	3	3	1	0	3	1	1

PÉRIPHÉRIQUES ASSOCIÉS

Télétype	Lecteur perfo. ruban	Lecteur cartes	Perfo. cartes	Bande magnétique	Tambour disque	Imprimante	
						Caractère	Ligne
3	3	1	0	2	1	2	2

SOFTWARE

Compilateur	Compilateur conversationnel	Moniteur temps réel	Librairie de programmes
1	2	2	2

PRIX

Prix de base de l'unité centrale		
< 40 KF	40 à 80 KF	> 80 KF
2	2	0

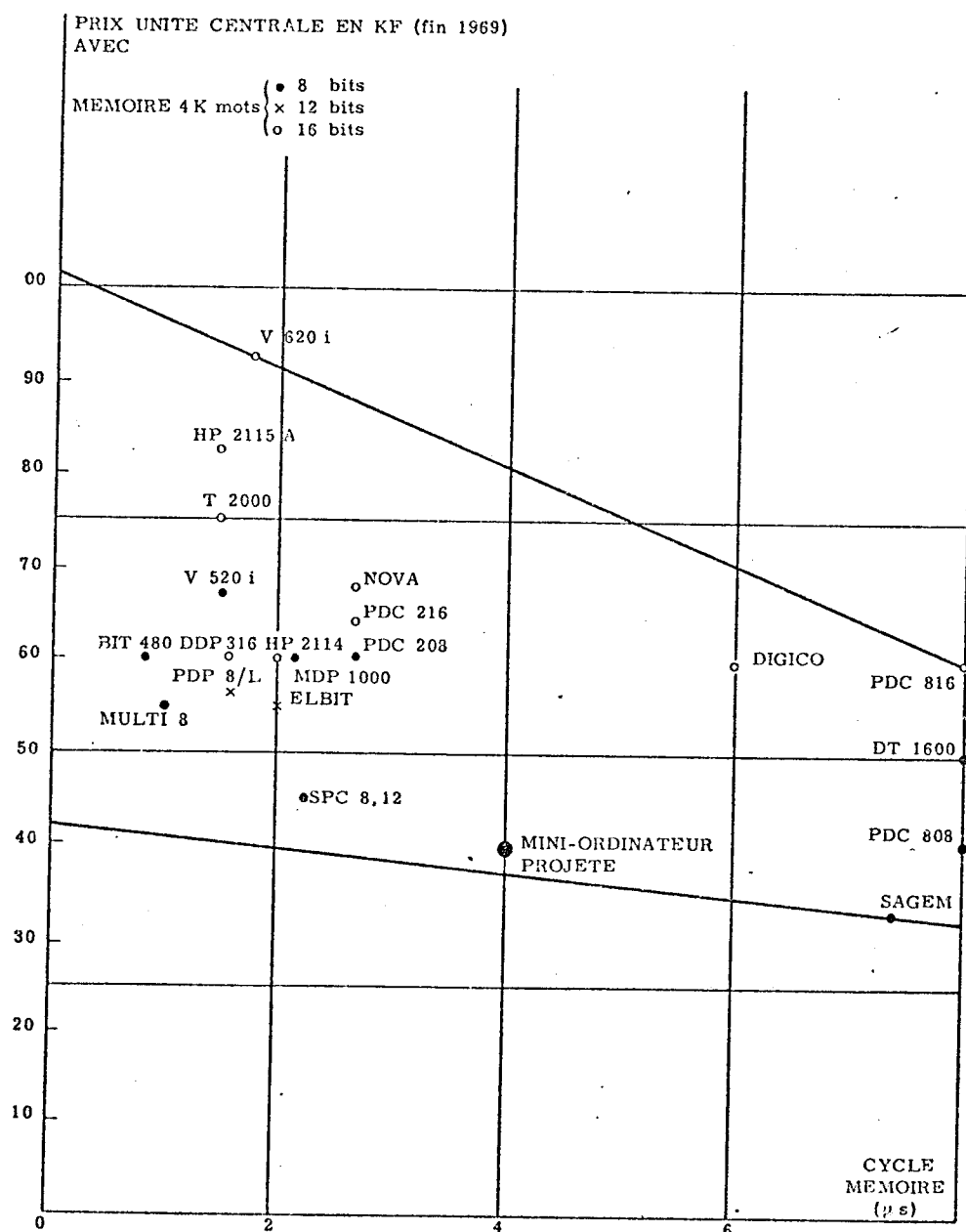
L'analyse des exigences des utilisateurs dans ces différents secteurs permet de dresser le "portrait-robot" de deux mini-ordinateurs pour les deux applications les plus courantes :

- concentrateur diffuseur
- contrôleur de périphériques

e) Evaluation de la concurrence et marché accessible.

Le marché accessible dépendra particulièrement du prix et de l'emprise des principaux concurrents sur le marché.

Pour ce qui est du prix, il est intéressant de comparer les situations relatives des différents matériels présents sur le marché, pour une configuration moyenne de 4 K mots ; le graphique ci-après en donne l'illustration du prix en fonction du cycle mémoire.



Si le matériel envisagé semble assez bien placé il faut tenir compte de la tendance générale à la baisse des prix des matériels concurrents et prévoir en conséquence un prix de lancement inférieur d'environ 25 % au prix initialement envisagé.

Par ailleurs on tiendra compte de la place -et des ventes- sur le marché des principaux concurrents (surtout Honeywell et Digital Equipment) avant de fixer des objectifs de ventes pour les trois années suivant l'année de lancement.

- f) En conclusion, on remarquera que la démarche suivie dans cette étude a été d'avancer en quelque sorte par approximations successives : c'est la confrontation entre les perspectives de la demande et celles de l'offre, qui a suggéré la première idée de matériel à construire ; c'est ensuite des interviews limités qui ont permis de préciser la configuration à envisager ; des enquêtes plus étendues auprès de la clientèle potentielle ont permis de définir ce que nous avons appelé les "portraits-robot" et de confirmer en même temps les types d'applications intéressantes pour l'appareil à réaliser. C'est enfin avec analyse comparée des performances et des prix des appareils existants qui permet de positionner le prix du nouveau produit et d'évaluer la part qu'il peut prendre sur le marché.

PREVISION A TRES COURT TERME

9.1 - Objectifs et difficultés de la prévision à très court terme

L'objectif de la prévision à très court terme dans une entreprise est essentiellement la prévision de l'allure des ventes dans les quelques mois à venir. La connaissance de ce résultat est utilisée principalement pour l'établissement de programmes de production (problèmes de régulation de la production et des stocks) et de prévisions de recettes (problèmes de gestion de la trésorerie). Du point de vue commercial, cela permet en outre d'apprécier les réalisations par rapport aux prévisions antérieures (contrôle commercial) et de voir dans quelle mesure les budgets établis ont des chances de se réaliser ; cela peut amener les responsables commerciaux à modifier leurs programmes d'action, en intensifiant par exemple leurs efforts sur tel ou tel secteur dont les résultats ne sont pas satisfaisants.

Ainsi, la démarche comporte-t-elle deux aspects différents bien qu'étroitement liés :

- a) un jugement porté sur l'évolution récente, c'est à dire un diagnostic formulé pour apprécier si elle est ou non conforme à l'idée qu'on s'en était faite antérieurement ;
- b) un pronostic formulé à partir de là sur l'évolution probable à court terme, d'où sont déduits des chiffres qui seront retenus comme prévisions.

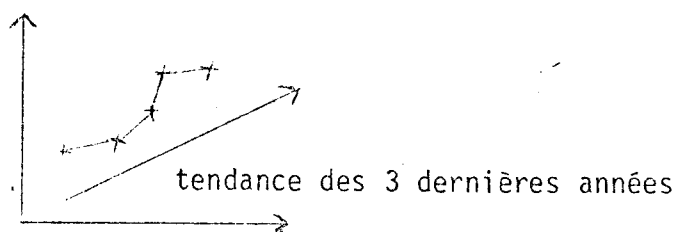
A quoi tiennent les principales difficultés de la prévision à très court terme ?

S'agissant d'abord du diagnostic, il arrive souvent que des séries de ventes (par exemple des séries mensuelles) aient une allure quelque peu erratique permettant d'apprécier difficilement la signification du dernier point comme par rapport aux précédentes: cela peut provenir d'éléments

strictement conjoncturels (par exemple un ralentissement des investissements), d'éléments saisonniers (nous en parlerons longuement), d'éléments liés au marketing (lancement d'une nouvelle marque par un concurrent, changements de prix...), ou d'éléments de hasard pur (un client décidant d'anticiper ses achats dans la crainte d'une hausse des prix).

Par conséquent, on facilitera le diagnostic en essayant de repérer, et si possible d'isoler, l'effet de ces différents facteurs : c'est l'objet du schéma général d'analyse qui sera présenté plus loin et des modèles mathématiques utilisés pour représenter ce schéma. En outre, même si l'allure de la chronique est régulière, il faut, pour que le diagnostic ait un sens, qu'il se rapporte à une référence ; ce peut être :

- soit une tendance moyenne : on dira par exemple que le rythme d'évolution des immatriculations automobiles constaté est plus ou moins rapide que la tendance moyenne des trois dernières années.



- soit un objectif chiffré ; fixé par exemple dans le budget annuel, et auquel on peut comparer les ventes réalisées.

Un point important du diagnostic est l'appréciation des changements de tendance, qu'il est évidemment intéressant de pouvoir déceler le plus tôt possible. On va voir, sur un exemple un peu caricatural, les différences de jugement qui peuvent être portées selon le mode d'analyse : les chiffres trimestriels désaisonnalisés d'une série pour les années t et $t + 1$ sont les suivants :

	année t	année $t + 1$	rapport des trimestres homologues
trimestres 1	100	80	0,800
2	120	90	0,750
3	100	100	1,000
4	80	100	1,250
moyenne annuelle	100	92,5	0,925

417

Si l'on considère les moyennes annuelles, l'année $t + 1$ a été moins bonne que l'année t . Si d'autre part on considère les rapports des trimestres homologues - méthode de comparaison employée encore très fréquemment - les deux premiers trimestres de l'année $t + 1$ sont jugés mauvais, le troisième juste correct, et le quatrième très bon. Or en fait, la situation a commencé à se dégrader au 3ème trimestre de l'année t et s'est aggravée au 4ème trimestre, alors que le 1er trimestre de l'année $t + 1$, il y avait arrêt de la dégradation et reprise dans le second, confirmée par le troisième ; en revanche le 4ème trimestre marque un arrêt dont la signification (simple pause, ou amorce de dégradation) n'apparaîtra qu'ensuite.

La méthode des comparaisons des mois ou trimestres homologues a été imaginée parce qu'elle est simple et permet d'éliminer l'effet saisonnier : elle permet effectivement de situer correctement l'un par rapport à l'autre deux niveaux d'activité ; en revanche elle peut conduire souvent à de graves erreurs pour apprécier les tendances et ne convient donc pas dans ce cas. Nous verrons plus loin quels indicateurs peuvent être proposés. Ceci nous amène, pour terminer sur le diagnostic, à préciser qu'un bon diagnostic, concerne à la fois un point et la tangente en ce point, ce sont deux choses différentes.

S'agissant maintenant du pronostic, on doit apprécier si les tendances constatées dans le passé récent ont - ou non - des chances de se maintenir au cours des prochains mois. On peut l'exprimer encore d'une autre manière en considérant les résultats de l'extrapolation sur plusieurs mois de la tendance récente, et en cherchant à évaluer de combien la réalité pourrait différer des chiffres ainsi obtenus : l'extrapolation de la tendance récente constitue alors la ligne de référence, c'est par rapport à elle que l'on reteindra des chiffres de prévision et que l'on jugera les réalisations au fur et à mesure de leur arrivée.

418

Pour être à même de modifier les chiffres de prévision par rapport à cette ligne de référence, il faut disposer d'informations sur les facteurs ayant une influence sur la tendance, qu'elle soit passée ou à venir. C'est le cas par exemple lorsqu'une épidémie, sévissant à un moment donné, a brusquement augmenté les ventes d'une catégorie de médicaments ; on peut penser que, dans de très nombreuses circonstances, une bonne exploitation des informations en possession des services commerciaux (rapports de vendeurs, etc...) permettrait de porter des jugements sur la stabilité à court terme de la tendance. A plus long terme (6 mois, 1 an ou 18 mois, selon les industries) c'est plus facile, car des événements nombreux peuvent avoir une influence que l'on peut prendre en compte dans des modèles spécifiques, tels que les modèles "de fluctuations" dont nous parlerons plus loin (chapitre n° X).

9.2 - Le Schéma d'analyse

92.1 - Les variables

Le raisonnement peut se construire en imaginant les différentes sortes de variables susceptibles d'influer sur le cours d'une chronique ; leur étude a été présentée par le professeur Christian Goux dans sa thèse "l'horizon prévisionnel"⁺ dont nous reprendrons les principaux résultats.

Le professeur Goux classe les variables en conjoncturelles, tendanciellles ou structurelles selon la nature de leur impact sur une chronique:

- . Les variables conjoncturelles joueraient un rôle en quelque sorte épisodique sur le phénomène observé, pouvant créer de fortes perturbations momentanées, mais sans impact sensible sur le moyen et le long termes ; on peut ranger dans cette catégorie les variables météorologiques, des décisions temporaires des pouvoirs publics sur des aides économiques, des grèves, etc. et des variables "marketing" telles que des campagnes de promotion limitées dans le temps, etc...

+ Christian Goux : "L'horizon Prévisionnel", 1969, Cujas Editeur.

- . Les variables tendanciennes expliqueraient l'évolution "à structure constante" ou, ce qui revient pratiquement au même, à "évolution des structures constante", ("ceteris paribus" des économistes) ; on trouve dans cette catégorie des variables de base concernant les consommateurs (démographie, revenus), le niveau des prix, l'activité économique en général... et des variables de marketing telles que le nombre de marques (ou de produits) présentes sur un marché, les poids relatifs des actions publicitaires, les réseaux de distribution utilisés, etc... Lorsque l'évolution des structures est suffisamment lente, la période d'action des variables tendanciennes serait, d'après le professeur Goux, le moyen terme classique (cinq à dix ans).
- . Les variables structurelles, quant à elles, joueraient un rôle essentiel dans le long terme : il est certain que l'évolution de certaines grandeurs (comme la démographie, l'habitat, le revenu) fait progressivement émerger des situations et des besoins nouveaux, qui apparaissent en fait, tant ils peuvent être contrastés avec la situation de départ, comme des structures nouvelles. De même, bien des réglementations qui surgissent à un moment donné ne font-elles que concrétiser des habitudes (ou des besoins) qui se sont faits jour progressivement, car en bien des cas "le fait précède le droit".

A côté de ces évolutions qui apparaissent au fil du temps comme des mutations de structures, il y a les changements brutaux qui entraînent des discontinuités de structures : ce peuvent être de modifications dans la réglementation (contrôle ou liberté des prix, aide de l'Etat à des exportations, etc.) ou dans le marketing (implantation d'un nouveau concurrent, changement de prix, lancement de produits nouveaux).

Les variables structurelles apparaissent donc sous la forme de "variables d'état" qui peuvent jouer de deux manières différentes : dans le long terme, lorsqu'il y a modification suffisamment lente et régulière faisant émerger progressivement les nouvelles variables tendanciennes, dans le court et le moyen termes lorsqu'il y a une mutation brutale.

Où faut-il ranger les variables saisonnières ?

La plupart des séries chronologiques concernant des phénomènes économiques ou des ventes sont rythmées à la cadence des différentes saisons de l'année. On a pris l'habitude de résumer l'ensemble des variables agissant pour provoquer ces rythmes sous un seul facteur que l'on appelle "facteur saisonnier", et que l'on calcule en général mois par mois. Les facteurs saisonniers jouent indiscutablement le rôle que nous avons dévolu aux variables conjoncturelles mais il est également certain qu'ils évoluent au cours du temps et renferment donc certains effets tendanciels : en France, le passage de la 3^{ème} à la 4^{ème} semaine de congés payés a indiscutablement modifié les profils saisonniers des mois de vacances. En général on étudie les facteurs saisonniers comme variable conjoncturelle et l'on cherche à déterminer une loi d'évolution de cette variable en fonction du temps.

Pour justifier la classification du professeur Goux et illustrer la coupure existant entre le court et le moyen termes quant à la nature des facteurs explicatifs, nous allons reprendre l'exemple qu'il a donné sur la consommation d'électricité (1).

Considérant deux variables explications possibles l'une conjoncturelle ; la température moyenne d'une période, l'autre tendancielle : l'indice de la production industrielle, bâtiment et travaux publics exclus, corrigé de l'inégalité du nombre de jours ouvrables, désaisonnalisé et correspondant à la même période, il s'agit de voir la réduction de variance obtenue par chacune de ces variables en fonction du terme, c'est à dire ici de la période considérée. Six périodes ont été examinées : mensuel, bimestriel, trimestriel, quadrimestriel, semestriel, annuel.

(1) "L'horizon prévisionnel", op. cit, pages 102 à 109

En désignant par t_1 la part de variance expliquée par le modèle conjoncturel, et par t_2 la part de variance expliquée par le modèle tendanciel, on a obtenu les résultats suivants :

	mensuel	bimestriel	trimestriel	quadrimestriel	semestriel	annuel
t_1	0,470	0,472	0,550	0,563	0,617	0,708
t_2	0,775	0,843	0,900	0,805	0,563	0,332

source "L'horizon Prévisionnel"

Ces résultats sont matérialisés par le graphique ci-après où l'on a représenté en pointillé les courbes obtenues à partir des calculs et en traits pleins les courbes tenant compte des valeurs à l'échelle du jour.

On constate qu'en conformité avec la théorie, la courbe représentative de l'effet conjoncturel est décroissante, tandis que la courbe représentative de l'effet tendanciel est croissante. Leur intersection en M correspond à une période comprise entre 5 et 6 mois que le professeur Goux propose de définir comme limite entre le court terme "pur" et le moyen terme.

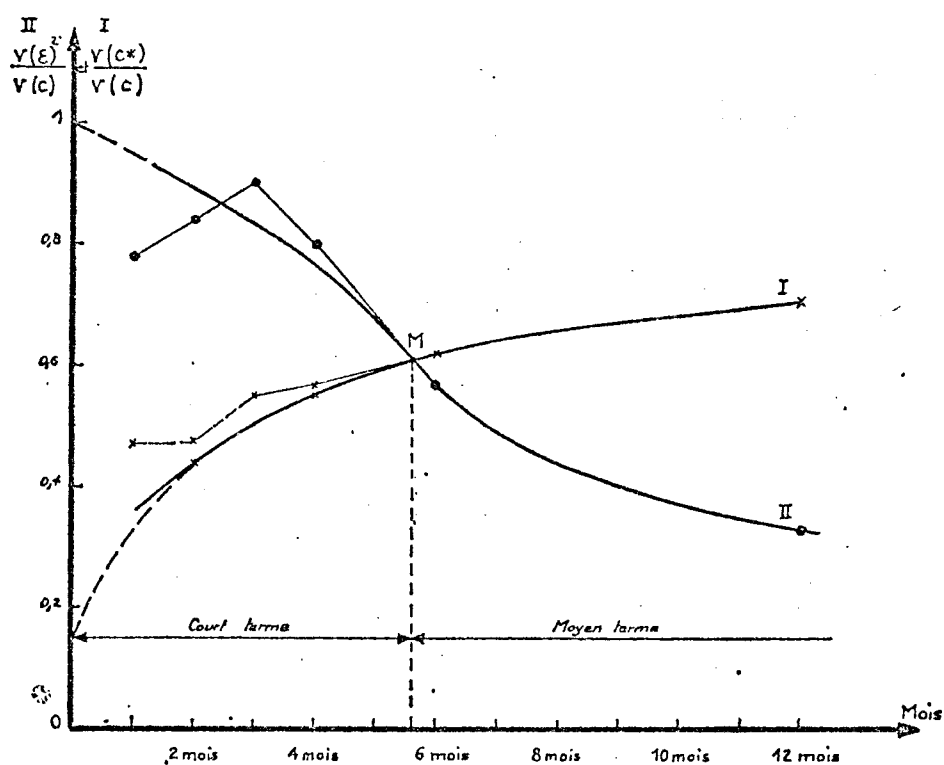
92.2 - Symbolisation mathématique de ce schéma

En désignant par Y_t la chronique étudiée
 X_t l'effet des variables conjoncturelles
 T_t l'effet des variables tendanciellles
 Z_t l'effet des variables structurelles

On écrira $Y_t = X_t + T_t + Z_t$

(chacune des fonctions X , T , Z pouvant éventuellement inclure un terme de fluctuation non expliqué par les variables explicitées).

Influence respective des variables
conjoncturelles et tendanciennes
sur la consommation d'électricité



Une représentation de forme multiplicative $X \cdot T \cdot Z$ peut se ramener à la formulation linéaire en prenant les logarithmes.

Au niveau de la prévision à très court terme (moins de 6 mois), on peut considérer que Z_t est constant, et l'on prend pour X_t la formulation : $X_t = S_t + y_t$

S_t étant un terme saisonnier

y_t étant un terme de fluctuation, souvent appelé "erreur résiduelle"

on a donc la représentation classique :

$$Y_t = T_t + S_t + y_t$$

Comme en fait le problème fondamental est celui de l'étude de la chronique

$$Z_t = Y_t - Y_{t-1}$$

puisque l'on cherche à situer les observations les unes par rapport aux autres, on voit que cela se ramène à :

$$z_t = (T_t - T_{t-1}) + (S_t - S_{t-1}) + (y_t - y_{t-1})$$

- 1°) Pour le premier terme, on choisit la tendance la plus simple possible, généralement à partir d'un ajustement sur longue période. Des variations sur le taux de croissance de la tendance conduisant en fait à des écarts très faibles sur quelques mois - écarts généralement du 2ème ordre par rapport à ceux que l'on peut commettre sur les deux autres termes - il est inutile de raffiner sur ce point. On prendra donc généralement des tendances évoluant de façon régulière, l'adaptation à des changements de tendance imprévus se faisant par le biais des modèles utilisés pour étudier l'évolution des résidus ($y_t - y_{t-1}$).

2°) Le second terme, en revanche, est fondamental, car des fluctuations saisonnières - souvent d'ampleur très importante - affectent la plupart des séries : cela est évident pour les produits liés à l'agriculture, au temps, à la mode, à certaines fêtes mais aussi pour de nombreux produits industriels, ne serait-ce que du fait de la variabilité du nombre de jours travaillés. Comme on le verra, les coefficients saisonniers sont déterminés à partir d'observations sur le passé et leur évolution est ajustée par des modèles purement endogènes car il est pratiquement impossible de faire intervenir explicitement des facteurs exogènes.

On appelle série "désaisonnalisée" la série obtenue en retirant de la série des valeurs brutes la composante saisonnière : c'est par exemple la série :

$$D_t = Y_t - S_t = T_t + y_t$$

3°) L'étude du troisième terme est également fondamentale ; il s'agit alors de la série dite "stationnaire" obtenue en retirant la tendance de la série désaisonnalisée :

$$y_t = D_t - T_t$$

Il y a eu récemment trois sortes de progrès dans l'étude de ce type de série :

a) A partir de l'analyse statistique de la distribution observée, ayant conduit à la formulation empirique du lissage exponentiel de Brown (1954) justifiée en 1964 par un modèle probabiliste présenté par Theil, Nerlove et Wage (1), et complété depuis par d'autres modèles, notamment le modèle à deux aléas de Bachelet et Morlat.

(1) Nerlove and Wage : "on the optimality of adaptive forecasting" management science, vol 10 n° 2, janvier 1964, et dans ce même numéro, Theil and Wage : "Some observations on adaptive forecasting".

- 42
- b) A partir de la recherche de facteurs explicatifs spécifiques notamment des variables de marketing telles que des actions de promotion, de publicité, de prix, de lancement de nouveaux produits. L'effet de ces variables est d'autant mieux mis en évidence que la série a été traitée selon des modèles probabilistes rigoureusement explicités (donc, en particulier, à l'exclusion de traitements empiriques tels que les méthodes de moyenne mobile). La prise en compte de ces facteurs se fait sous la forme de "fonctions de réponse" et sera présentée dans le chapitre qui traite des systèmes de prévision.
 - c) A partir de la prise en compte des informations "exogènes" disponibles et qui peuvent être des prévisions à 1 an ou 18 mois obtenues par des modèles de "fluctuation" à variables explicatives, ou des objectifs commerciaux fixés par exemple dans le cadre d'un budget annuel. Nous verrons plus loin les modèles de fluctuation, et nous examinerons également la prise en compte de ces "informations exogènes" dans le chapitre sur les systèmes de prévision.

En définitive, l'analyse qui va être faite maintenant utilisera uniquement des modèles "endogènes", qui permettront d'aboutir à une prévision "de référence", par rapport à laquelle on pourra faire intervenir ensuite des modèles "exogènes" pour perfectionner la prévision des aléas.

9.3 - Les modèles

Le raisonnement s'est perfectionné progressivement en partant de modèles purement empiriques pour aboutir à des modèles probabilistes ; par ailleurs on a cherché à utiliser pour la prévision le maximum possible d'informations disponibles en particulier pour pouvoir s'adapter rapidement aux changements de tendance.

Les méthodes empiriques, que nous examinerons tout d'abord, comprennent l'extrapolation simple (applicable à des séries ayant un historique très court), la méthode de lissage par moyennes mobiles qui a connu un très grand succès, et la méthode du lissage exponentiel dont le développement a été très important, en raison notamment de sa facilité d'emploi sur calculateur électronique.

Les méthodes probabilistes conduisent à étudier les lois de distribution des aléas et sont ainsi les seules qui permettent de tester statistiquement les paramètres ; en outre, elles conduisent à des formules de prévision qui sont également très faciles à mettre en oeuvre sur ordinateur. Leur emploi se généralise de plus en plus.

93.1 - Les méthodes empiriques

931.1 - L'extrapolation simple

Le modèle le plus simple consiste à appliquer à la série des dernières ventes connues un coefficient moyen :

$$v_{t+1}^i = \alpha_{t+1} v_t^i$$

i désignant le mois et t l'année.

Cette formulation permet de prendre en compte implicitement l'effet saisonnier ; α_{t+1} est le coefficient moyen d'augmentation des ventes de l'année t à l'année t + 1 : il peut être un objectif fixé par la direction.

Lorsque l'on dispose de très peu d'informations sur un produit, qui n'aurait par un exemple que un an ou deux ans - cette méthode simple est convenable. La série des ventes de référence, au lieu d'être celle du même produit l'année précédente, peut être celle d'un produit voisin, etc.

Si l'on dispose déjà de résultats de ventes sur 3 ou 4 ans, il y a intérêt à passer à une méthode faisant intervenir des coefficients saisonniers explicitement (méthodes empiriques ou probabilistes) ; dès que l'on dispose de 5 ou 6 ans d'observations, il y a un avantage à utiliser des méthodes probabilistes.

Dans cette méthode de prévision très simple, on ne tient compte que des informations de l'année précédente ; un moyen de tenir compte des ventes récentes consiste à comparer, par exemple au bout de trois mois, la somme des réalisations à celle des prévisions, ce qui donne un coefficient α'_{t+1} ; selon l'écart entre α'_{t+1} et α_{t+1} on peut décider de maintenir ou de changer ce coefficient pour les prévisions des mois suivants.

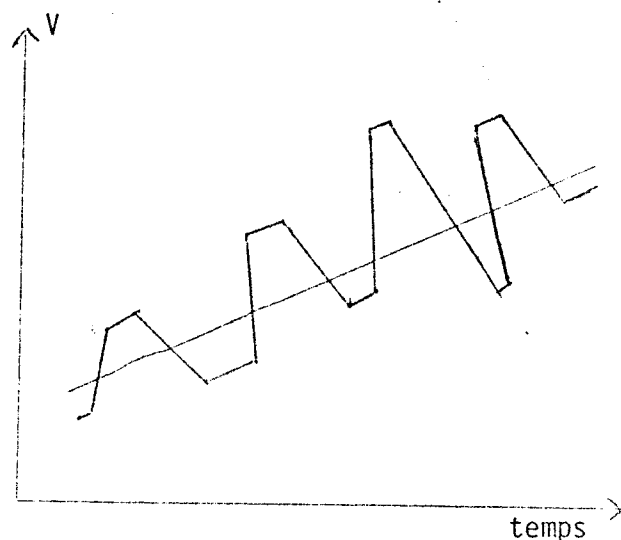
931.2 - Les moyennes mobiles

L'idée de cumul des ventes sur trois mois, que nous venons d'évoquer, consiste à introduire une notion de "lissage" pour "éponger" en quelque sorte des variations qui se compensent.

Cette notion de lissage s'était imposée depuis longtemps lorsque l'on a cherché à décomposer une série en ses composantes tendancielle, saisonnière, aléatoire.

Au vu de la série, on peut être tenté d'effectuer en quelque sorte un lissage à la main, grâce à une courbe simple (droite, ou exponentielle) laissant grosso modo autant de points de chaque côté. On peut d'ailleurs perfectionner en ajustant par les moindres carrés une courbe dont on s'est a priori donné la forme.

A partir de là, on peut calculer des coefficients saisonniers moyens : par exemple, si la saisonnalité est additive, on prendra la moyenne des écarts de mois homologues à cette tendance comme coefficient saisonnier moyen (cf. Morice Chartier).



En fait, la méthode qui a eu le plus de succès est celle des moyennes mobiles développée par Shiskin au N.B.E.R. (National Bureau of Economic Research) sous le nom de CENSUS.

Dans cette méthode, la tendance de référence est obtenue par un lissage de moyennes mobiles sur la série des valeurs passées; la procédure est la suivante :

- a) Estimation de la tendance de référence par une moyenne mobile sur 13 mois, chaque extrémité étant pondérée par 1/2.
- b) On fait le quotient de la valeur brute à la valeur correspondante de la tendance, cela pour chacun des mois, et l'on en fait la moyenne, soit $\bar{C}_i$ i étant l'indice du mois.
- c) Une première estimation de la série désaisonnalisée est obtenue par le quotient
$$\frac{V_t^i}{\bar{C}_i} = V_t^{id}$$
 ou V_t^i est la série des valeurs brutes (on s'est placé dans l'hypothèse d'un coefficient saisonnier multiplicatif).

d) On lisse à nouveau pour avoir la tendance récente, en prenant la moyenne mobile sur 5 mois des V_t^{id} , ce qui donne une nouvelle tendance.

e) On calcule, par rapport à cette nouvelle tendance, de nouveaux rapports C_i' dont on écarte les deux valeurs extrêmes et on obtient sur les autres une moyenne C_i' .

f) On obtient la valeur définitive désaisonnalisée par

$$V_t'^{id} = \frac{V_t^i}{C_i'}$$

Quelles sont les hypothèses sous-jacentes à l'emploi de cette méthode ?

On part du modèle déjà exposé :

$$Y_t = T_t + S_t + y_t$$

où Y_t représente la chronique observée, T_t la tendance, S_t la composante saisonnière, y_t la composante aléatoire pure ; nous ajouterons l'indice i pour caractériser un mois, l'indice t caractérisant l'année.

On fait généralement l'hypothèse que les coefficients saisonniers sont :

- soit multiplicatifs par rapport à la tendance :

$$S_t^i = T_t^i \times s_t^i$$

- soit additifs par rapport à la tendance :

$$S_t^i = s_t^i \quad \text{indépendant de la tendance}$$

Plaçons-nous ici dans le cas de coefficients saisonniers multiplicatifs :

$$y_t^i = T_t^i + T_t^i \times s_t^i + y_t^i = T_t^i (1 + s_t^i) + y_t^i$$

La méthode de Shiskin suppose deux hypothèses :

- une hypothèse sur la fluctuation aléatoire y_t^i ; on suppose que

$$\sum_{12} y_t^i = 0$$

- une hypothèse sur la composante saisonnière :

$$\sum_{12} T_t^i \times s_t^i = 0$$

dans la mesure où la tendance peut être considérée comme constante sur 12 mois, cette condition équivaut à :

$$\sum_{12} s_t^i = 0$$

On peut écrire, par sommation sur 12 mois :

$$\sum_{12} y_t^i = \sum_{12} (T_t^i) (1 + s_t^i) + \sum_{12} y_t^i$$

L'application de ces deux hypothèses entraîne alors :

$$\sum_{12} y_t^i = \sum_{12} T_t^i$$

On peut donc exprimer T_t^i par la moyenne mobile sur 12 mois ; en fait, on l'a déjà dit, pour éviter les inconvénients de la parité, on prend la moyenne mobile sur 13 mois, en pondérant de 1/2 chacun des mois extrêmes. Par ailleurs, on calcule les coefficients s_t^i de telle sorte que leur somme soit nulle, ou ce qui revient au même que la somme des coefficients $(1 + s_t^i)$ soit égale à 12.

Cette méthode a été largement utilisée et a rendu de très grands services :

- d'une part, parce que la notion de lissage est assez intuitive comme on l'a déjà remarqué et que la moyenne mobile paraît assez naturellement un bon moyen de lissage ;
- d'autre part, parce que la détermination progressive, par itération des deux composantes tendancielle et saisonnière, se rapproche d'une détermination simultanée qui est la seule rigoureusement valable ;
- enfin, parce qu'à l'époque où elle a été proposée, des méthodes plus rigoureuses et reposant sur des modèles probabilistes n'étaient pas connues.

En revanche, elle présente de graves inconvénients :

- d'abord la lourdeur des calculs, obligeant à garder de nombreuses données en mémoire des ordinateurs ;
- ensuite, la perte d'information pour les mois récents : on ne connaît la valeur désaisonnalisée d'un mois i que lorsqu'on dispose des informations jusqu'à $i + h$, la périodicité étant $2h + 1$.

Certes, on peut faire un premier calcul sur la base des coefficients saisonniers antérieurement connus, mais cela ne donne, dans cette méthode, qu'une première approximation de la tendance ;

- en troisième lieu, la "tendance" que l'on dégage n'est pas absolument pure des aléas et des tendances qui ont pu influencer les coefficients saisonniers ; de la sorte la courbe "lissée" que l'on obtient est à notre avis moins concrète qu'une tendance de longue période, de forme mathématique simple, ajustée sur l'ensemble des observations ; certes, par rapport à une telle courbe, les ventes réelles peuvent à certaines époques connaître des écarts notables ; mais n'est-il pas précisément intéressant de les connaître et de les mettre en évidence ?

- enfin, et c'est sans doute le grief le plus grave que l'on puisse faire aujourd'hui à cette méthode, les différentes composantes : saisonnière et tendancielle ne sont définies que comme le résultat d'un certain calcul mathématique. Or ce calcul, bien que reposant sur une certaine idée que l'on s'est faite de la composante à déterminer, est arbitraire. On pourrait imaginer d'autres processus, d'autres pondérations, d'autres itérations. On sait d'ailleurs que les processus de moyenne mobile génèrent des oscillations qui n'ont rien à voir avec la structure périodique de la chronique initiale sur laquelle on opère ; dans le cas présent que dire du calcul de moyenne sur 5 mois lors de la deuxième itération ? En tout état de cause, les coefficients saisonniers étant obtenus de manière empirique, on est empêché de leur appliquer des tests statistiques de signification, par exemple pour tester leur évolution au cours du temps.

931.3 - Le lissage exponentiel

La méthode du lissage n'est plus seulement basée sur la connaissance de la série des ventes passées ; elle tient compte, et c'est là le progrès fondamental, de l'écart entre prévisions et réalisations.

La formalisation en est la suivante :

soit $\hat{y}_{t/t-1}$ la prévision faite pour la période t depuis la période $t-1$, les réalisations y_{t-1} , y_{t-2} etc. étant connues à cette époque ; on écrit, dans le cas d'une chronique stationnaire :

$$\hat{y}_{t/t-1} = \hat{y}_{t-1/t-2} + a (y_{t-1} - \hat{y}_{t-1/t-2})$$

ou
$$\hat{y}_{t/t-1} = a y_{t-1} + (1-a) \hat{y}_{t-1/t-2}$$

la prévision est donc une pondération entre la dernière observation connue et l'écart entre cette observation et la prévision que l'on en avait faite.

On voit que cette formulation est équivalente à :

$$\hat{y}_{t/t-1} = a \sum_{i=1}^{\infty} (1-a)^{i-1} y_{t-i}$$

mettant en lumière le fait que la prévision tient compte de toutes les réalisations passées, chacune d'elle étant affectée d'un poids décroissant de manière exponentielle, d'où le nom de "lissage exponentiel" donné à cette méthode ; le coefficient a , compris entre 0 et 1, est la constante de lissage.

L'avantage pratique de cette méthode est qu'il suffit de ne garder en mémoire que $\hat{y}_{t-1/t-2}$ et y_{t-1} , ce qui convient particulièrement bien au traitement sur ordinateur.

Cas d'une chronique linéaire

Brown a généralisé la méthode du lissage exponentiel en proposant d'ajuster par régression sur des chroniques des fonctions dont on se donne a priori la forme, et en prenant comme critère l'ajustement minimum de la somme pondérée des écarts entre prévisions et réalisations, le coefficient de pondération étant de la forme $(1-a)^i$ où $0 < a < 1$ coefficient de lissage.

i étant le nombre d'années comptées à partir de la dernière observation (comme dans le modèle présenté ci-dessus).

Dans le cas d'une chronique linéaire, le modèle s'écrit :

$$y(t) = a_1 + a_2 t + a \quad (a \text{ étant l'aléa})$$

la formule de prévision est, pour l'horizon h

$$\hat{y}(t+h, t) = a_1 + a_2 (t+h)$$

il s'agit de déterminer des coefficients a_1 et a_2 qui tiennent compte de tous les écarts prévision - réalisation sur la chronique.

430

Brown pose

$$S_t^1 = \sum_{i=1}^{\infty} a (1-a)^{i-1} y_{t-i}$$

$$S_t^2 = \sum_{i=1}^{\infty} a^2 \times i \times (1-a)^{i-1} y_{t-i}$$

On obtient :

$$a^1 = 2 S_t^1 - S_t^2$$

$$a^2 = \frac{a}{1-a} (S_t^1 - S_t^2)$$

Ces deux coefficients s'expriment en fonction de a , constante de lissage, qui est, comme précédemment, comprise entre 0 et 1.

On vérifiera (par exemple, en développant les formules) que :

$$S_t^1 = a y_{t-1} + (1-a) S_{t-1}^1$$

$$S_t^2 = a S_t^1 + (1-a) S_{t-1}^2$$

On peut donc calculer de proche en proche S_t^1 et S_t^2 , donc a^1 et a^2 , en ne gardant en mémoire que S_{t-1}^1 , S_{t-1}^2 et y_{t-1} .

Le modèle étant présenté sans support probabiliste, il n'y a pas de formulation théorique pour le calcul du meilleur a (qu'il s'agisse du modèle linéaire ou du modèle stationnaire). En pratique, il faut simuler ce qui se passe avec différents coefficients a entre lesquels on choisira compte-tenu des résultats de ces simulations.

Intérêt et limites du lissage exponentiel

Le lissage exponentiel est une méthode séduisante par sa simplicité d'emploi ; par ailleurs l'idée, sous-jacente, de tenir compte de façon décroissante des écarts passés entre prévisions et réalisations, est intuitivement bien acceptée. C'est ce qui explique la faveur qu'il a connue dans ses applications.

Il faut cependant mettre en garde contre une utilisation, qui peut être inadéquate, d'une méthode qui est essentiellement une formule et non pas un véritable modèle. Les recherches qui ont été faites depuis les premiers travaux de Brown ont permis d'étudier une famille de modèles probabilistes dont on verra les conditions d'emploi et dont certains conduisent à des formules de prévision analogues à celles du lissage exponentiel de Brown. Ajoutons que l'étude des coefficients saisonniers par cette méthode est très lourde et que généralement on la réalise par des méthodes de moyenne mobile, type CENSUS, avant d'appliquer le lissage exponentiel à la série désaisonnalisée.

En définitive, comme nous allons le voir maintenant, il existe une approche moderne, fondée sur l'étude de ces modèles probabilistes, qui permet de traiter la quasi-totalité des séries sans avoir recours au lissage exponentiel empirique.

93.2 - Les modèles probabilistes

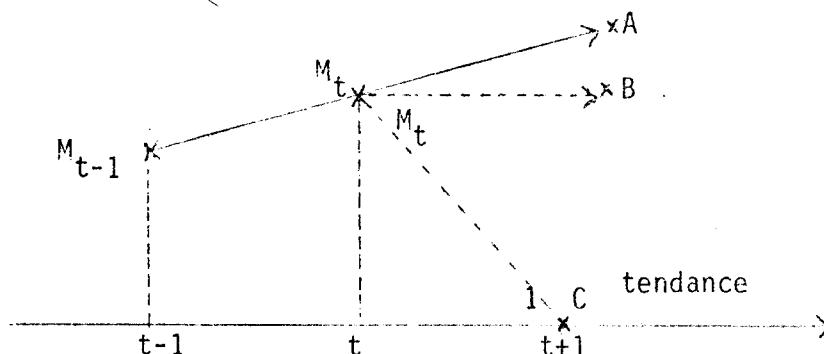
Ces modèles s'intéressent à la composante aléatoire des chroniques en essayant de fournir une variété de sortes convenant à la variété des situations économiques rencontrées. Nous verrons qu'ils sont utilisés également pour l'étude des composantes saisonnières.

932.1 - Les modèles à plusieurs aléas

Cadre général : le modèle à 3 aléas

(nous reprenons une présentation due à D. Bachelet)

Compte-tenu, des deux derniers points observés, trois prévisions particulièrement simples sont possibles :



- Si l'écart entre la dernière valeur connue et la tendance peut être considéré comme accidentel ou passager, la meilleure prévision possible consiste alors à se replacer sur la tendance (point C) ; le modèle correspondant s'écrit, en supposant la tendance linéaire :

$$y_t = x_0 + m_t + u_t \quad u_t \text{ aléa passager}$$

x_0 et m sont des paramètres, les u_t sont des variables aléatoires centrées indépendantes appelées aléas passagers.

- Si l'on pense que la dernière valeur a été atteinte pour des raisons permanentes, la meilleure prévision consiste à partir du dernier point et à y ajouter la tendance : on vise alors le point B. Le modèle correspondant s'écrit :

$$y_t = y_{t-1} + m + v_t \quad v_t \text{ aléa cumulatif}$$

les v_t sont des variables aléatoires que nous appellerons aléas cumulatifs. En effet, y_t peut s'écrire :

$$y_t = x_0 + m_t + \sum_{0}^t v_t \quad x_0 \text{ et } m \text{ étant des paramètres}$$

- Enfin, on peut penser que le dernier accroissement observé va se reproduire pendant la période suivante : on doit alors ajouter un dernier point connu, le dernier accroissement observé (point A). Le modèle correspondant s'écrit :

$$y_t - y_{t-1} = y_{t-1} - y_{t-2} + w_t \quad w_t \text{ aléa cumulatif sur les accroissements}$$

les w_t sont des variables aléatoires centrées que nous appelons aléas cumulatifs sur les accroissements. En effet on peut écrire :

$$y_t - y_{t-1} = x_0 + \sum_{0}^t w_t$$

Ayant défini trois sortes d'aléas correspondant à trois situations économiques qui se rencontrent dans la pratique, on peut chercher à définir un modèle plus général comportant ces trois aléas et contenant comme cas particuliers les trois modèles précédents. Ce modèle peut s'écrire :

$$y_t = x_t + u_t$$

$$x_t = x_{t-1} + z_t + v_t$$

$$z_t = z_{t-1} + w_t$$

en supposant :

- a) que les aléas u_t , v_t , w_t , sont indépendants les uns des autres, c'est à dire que :

$$E(u_t, v_{t+h}) \equiv E(u_t, w_{t+h}) \equiv E(v_t, w_{t+h}) \equiv 0$$

pour tout h

- b) que chacun d'eux peut, éventuellement, présenter des autocorrélations de sorte que :

$$E(u_t, u_{t+h}) \neq 0 \quad E(v_t, v_{t+h}) \neq 0 \quad E(w_t, w_{t+h}) \neq 0$$

pour tout h

Ce modèle s'interprète de la manière suivante : la chronique comprend un terme de tendance et un aléa passager u_t ; le terme de tendance est affecté de deux aléas : l'un passager v_t (mais cumulatif sur la chronique), l'autre cumulatif z_t qui entraîne un changement de tendance résultant de l'aléa w_t .

La prévision donnée par ce modèle se situe entre les points A et C du graphique selon le poids relatif des trois aléas.

On vérifie aisément que les trois modèles cités plus haut sont des cas particuliers de ce modèle général.

L'étude complète de ce modèle n'a pas été faite, et nous allons voir que les modèles probabilistes actuellement étudiés sont des cas particuliers très importants de ce modèle général.

Le modèle de Theil, Nerlove et Wage

Ce modèle s'écrit :

$$y_t = x_t + u_t$$

$$x_t = x_{t-1} + z_t$$

$$z_t = z_{t-1} + w_t$$

Il n'y a pas d'aléa cumulatif ($\sigma^2 v = 0$), et par ailleurs on suppose l'indépendance des aléas :

$$E(u_t, u_{t+h}) = 0 \quad \text{pour tout } h \neq 0$$

$$E(w_t, w_{t+h}) = 0$$

La formule de prévision est celle du lissage exponentiel pour une chronique présentant un trend :

$$\hat{y}_{t/t-1} = \hat{x}_{t/t-1} + \hat{e}_{t/t-1}$$

$$\text{avec } \hat{x}_{t/t-1} = a y_{t-1} + (1-a) (\hat{x}_{t-1/t-2} + \hat{e}_{t-1/t-2})$$

$$\hat{e}_{t/t-1} = b (\hat{x}_{t/t-1} - \hat{x}_{t-1/t-2}) + (1-b) \hat{e}_{t-1/t-2}$$

Le modèle Bachelet - Morlat, connu sous le nom de "modèle à deux aléas"

$$y_t = x_t + u_t$$

$$x_t = x_{t-1} + m + v_t$$

u_t est l'aléa passager, v_t l'aléa cumulatif, il n'y a pas d'aléa cumulatif sur les accroissements ($\sigma^2 w = 0$).

Les aléas sont supposés centrés : $E(u_t) = E(v_t) = 0$

et indépendants : $E(u_t, u_{t+h}) = E(v_t, v_{t+h}) = 0$ pour tout $h \neq 0$

$$E(u_t, v_{t+h}) = 0 \quad \text{pour tout } h$$

Il s'agit donc là encore d'un cas particulier du modèle général à 3 aléas.

Les auteurs de ce modèle, qui ont été amenés à le proposer pour l'étude de la consommation de l'électricité, font remarquer que les deux aléas ont une interprétation économique simple :

- l'aléa passager représente une variation de consommation à capacité de consommation constante ;
- l'aléa cumulatif représente la variation de consommation correspondant à une variation de la capacité de consommation ;

on pourrait d'ailleurs raisonner de manière analogue sur des variations de production.

La formule de prévision est :

$$\hat{y}_{t+1} = m + (1-a) y_t + a \hat{y}_{t/t-1}$$

a est un paramètre compris entre 0 et 1, mesurant le poids respectif des deux aléas :

$$\frac{a}{(1-a)^2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2}$$

La prévision donnée par le modèle se situe entre les points B et C du graphique.

Cas particuliers du modèle à deux aléas

1°) Le modèle "tendance"

Dans le cas où $\sigma^2 v = 0$, on a le modèle :

$$y_t = x_0 + m_t + u_t$$

L'aléa u_t étant centré et d'autocorrélation nulle

$$E(u_t, u_{t+h}) = 0 \quad \text{pour } h \neq 0$$

C'est le modèle de tendance, pour ainsi dire "naïf", dans lequel la tendance est prédéterminée absolument et les aléas successifs répartis aléatoirement autour de cette tendance. En fait, très souvent, lorsque ce modèle convient, il y a une certaine auto-corrélation de l'aléa qui exprime soit certaines compensations (par exemple des ventes d'un mois sur l'autre), lorsque le coefficient d'autocorrélation d'ordre 1 est négatif, soit certains phénomènes cycliques lorsque le coefficient d'autocorrélation d'ordre 1 est positif. Il y a donc dans ce cas quatre paramètres à estimer : x_0 , m , $\sigma^2 u$, ρ_u

2°) Modèle des différences premières

Dans le cas où $\sigma^2 u = 0$, on a un modèle à aléa entièrement cumulatif, qui s'écrit :

$$y_t = y_{t-1} + m + v_t$$

l'aléa v_t étant centré et d'autocorrélation nulle

$$E(v_t, v_{t+h}) = 0 \quad \text{pour tout } h \neq 0$$

Mais d'une manière un peu symétrique au modèle précédent, il est fréquent que l'aléa soit autocorrélé, et il y a alors quatre paramètres à estimer : x_0 , m , $\sigma^2 v$, ρ_v .

9 32.2 - Modèle autorégressif

Certaines séries présentent une inertie telle que la prévision doit se situer entre les points A et B du graphique précédent : il en est ainsi par exemple des séries sur l'emploi (offres et demandes d'emploi non satisfaites). On peut les décrire comme on l'a indiqué plus haut, par un modèle à trois aléas faisant intervenir l'aléa w_t cumulatif sur les accroissements. Mais ce modèle est encore relativement mal étudié, et l'on peut utiliser un autre type de modèle basé sur les processus autorégressifs.

On appelle processus autorégressif d'ordre h , le processus :

$$y_t + b_1 y_{t-1} + b_2 y_{t-2} + \dots + b_h y_{t-h} = u_t$$

$$\text{avec } E(u_t, u_{t+i}) = 0 \quad \forall i \neq 0$$

On peut l'écrire sous la forme équivalente :

$$y_t = u_t + a_1 u_{t-1} + a_2 u_{t-2} + \dots + a_k u_{t-k} + \dots$$

Le coefficient d'autocorrélation d'ordre k étant a_k

Le processus autorégressif d'ordre 1 s'écrit :

$$y_t + b y_{t-1} = u_t \quad \text{avec } E(u_t, u_{t+h}) = 0 \quad \forall h \neq 0$$

ce qui est équivalent à :

$$y_t = u_t - b u_{t-1} + b^2 u_{t-2} + \dots + (-1)^k b^k u_{t-k} + \dots$$

Le coefficient d'autocorrélation d'ordre k s'écrit donc :

$$P_k = (-1)^k b^k$$

443

En d'autres termes, si l'on a une chronique présentant un trend m , on l'écrira sous la forme :

$$y_t = y_{t-1} + m + v_t$$

$$v_t = p v_{t-1} + u_t$$

p étant le coefficient d'autocorrélation du premier ordre de la série v_t .

La prévision s'écrit alors :

$$\hat{y}_{t/t-1} = y_{t-1} + m + p (y_{t-1} - y_{t-2} - m)$$

ce qui revient à ajouter à la dernière observation, outre le trend m , une fraction du dernier accroissement observé car $|p|$ est en général inférieur à 1.

932.3 - La notion de "température" par les modèles probabilistes

Lorsque l'on cherche à porter un diagnostic sur une série, on le fait bien entendu après avoir fait l'analyse de cette série par un modèle permettant la décomposition en tendance, coefficient saisonnier et aléas : on peut donc juger directement sur la série "désaisonnalisée". Cependant Daniel Bachelet a fait remarquer (1) que le jugement pouvait être observé ou faussé par trois causes que nous allons examiner et c'est pour y remédier qu'il a imaginé la notion "température" d'une chronique ; ces trois causes sont :

- 1°) la croissance au cours du temps de la plupart des chroniques étudiées ; on peut y remédier en retirant l'accroissement moyen mensuel ;
- 2°) l'autocorrélation des accroissements sur certaines périodes : on peut en tenir compte explicitement ;
- 3°) l'ampleur diverse des fluctuations d'une série à l'autre, dont la signification dépend naturellement du niveau de croissance moyen.

(1) voir "Méthodes d'étude des chroniques économiques et conjonctures" par D. Bachelet et C. GOUX (1973-1974)

Compte-tenu de ces remarques, D. Bachelet a défini "la température de la chronique un mois donné comme le rapport de l'accroissement désaisonnalisé d'un mois sur l'autre (corrigé du trend et de l'autocorrélation) sur l'écart-type de cet accroissement corrigé" : il s'agit donc d'une variable centrée réduite et, si elle suit une loi normale, elle est comprise dans 95% des cas entre -2 et +2.

Définition mathématique de la "température" dans le cas du modèle à 2 aléas

Désignons par ε_t l'écart entre la valeur de la chronique à l'époque t et la prévision qui pouvait en être faite à l'époque $t-1$:

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{y}_{t/t-1}$$

$$\text{la température } T^0 = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_\varepsilon} \quad \text{avec } \sigma_\varepsilon^2 = \frac{2 \sigma_u^2 + \sigma_v^2}{1 + a^2}$$

Définition de la "température" dans le cas du modèle autorégressif

Nous supposons le mobile autorégressif sur les accroissements définis plus haut ; avec les mêmes notations :

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{y}_{t/t-1} = (y_t - y_{t-1} - m) - p (y_{t-1} - y_{t-2} - m)$$

$$T^0 = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_\varepsilon} \quad \text{avec } \sigma_\varepsilon^2 = \sigma_v^2 (1 - p^2)$$

932.4 - Facteurs saisonniers dans le cas des modèles probabilistes

Dans ces modèles, on fera, comme on l'a déjà dit, la détermination simultanée des composantes tendancielle, saisonnière et aléatoire.

Modèle à deux aléas

On introduit les 12 facteurs saisonniers comme des variables aléatoires qui devront être estimées. Comme les écarts au trend font intervenir $\sum v_t$, ils ne sont stationnaires que si $\sigma^2 v = 0$; à l'exception de ce cas particulier, on travaillera sur les différences premières qui, elles, sont stationnaires :

$$y_t = x_t + u_t$$

$$x_t = x_{t-1} + m_{(t)} + v_t$$

$m_{(t)}$ prend les 12 valeurs des coefficients saisonniers à estimer.

La chronique $z_t = y_t - y_{t-1} = m_{(t)} + u_t - u_{t-1} + v_t$

est stationnaire et comprend le facteur saisonnier, la variation de l'aléa passager et l'aléa cumulatif.

Pour un mois donné, les valeurs de z_t étant distantes de 12 mois, sont indépendantes. En les étudiant sur le passé, on constate une tendance, un niveau constant, ou différents paliers et l'on peut choisir entre ces divers ajustements par des tests statistiques. On constate que la déformation des coefficients saisonniers au cours du temps est très fréquente ; on peut en signaler deux causes principales :

- l'évolution des habitudes de congés payés : deuxième, puis troisième, enfin quatrième semaine de congés payés, a entraîné l'existence de paliers ou de trends marqués les mois de juillet et d'août ;

- les chroniques résultant de l'addition de plusieurs chroniques à profils saisonniers différents ont un profil saisonnier qui dépend de la part relative de chaque composante.

Le taux de croissance annuel de la chronique a été estimé par la moyenne des accroissements annuels ; les coefficients saisonniers (m_t) sont modifiés de manière à ce que leur somme soit égale à ce taux annuel, la modification étant faite proportionnellement à la variance de chaque (m_t). (Ceux qui sont les mieux connus ont la plus petite variance et sont donc peu modifiés).

Enfin signalons qu'en pratique de nombreuses séries croissent de manière exponentielle et que l'on étudie alors les différences premières de leurs logarithmes ; si V_t représente des ventes mensuelles, la désaisonnalisation s'effectue sur les valeurs :

$$y_t = \log V_t - \log V_{t-1} \quad \# \quad \frac{V_t - V_{t-1}}{V_{t-1}}$$

les y_t représentent alors approximativement l'accroissement relatif des ventes d'un mois par rapport à celles du mois précédent.

Modèle autorégressif

Dans le cas d'un trend linéaire, on peut écrire :

$$y_t = a + bt + c_{(t)} + v_t$$

$$v_t = p v_{t-1} + u_t \quad -1 < p < 1$$

les 12 paramètres (c_t) sont les composantes saisonnières d'une chronique mensuelle ; il y a donc 14 paramètres à estimer et il est nécessaire de tenir compte de l'autocorrélation des v_t . On peut utiliser la méthode des itérations successives proposée par Klein (1) .

9.4 - La mise en oeuvre pratique

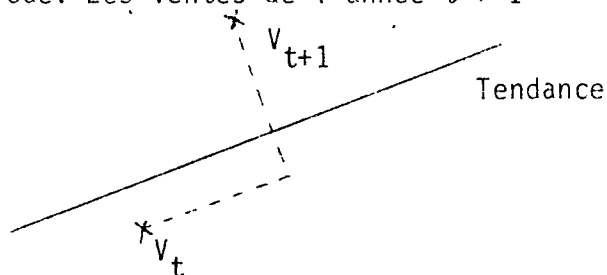
CHAPITRE X

LES FLUCTUATIONS AUTOUR DE LA TENDANCE

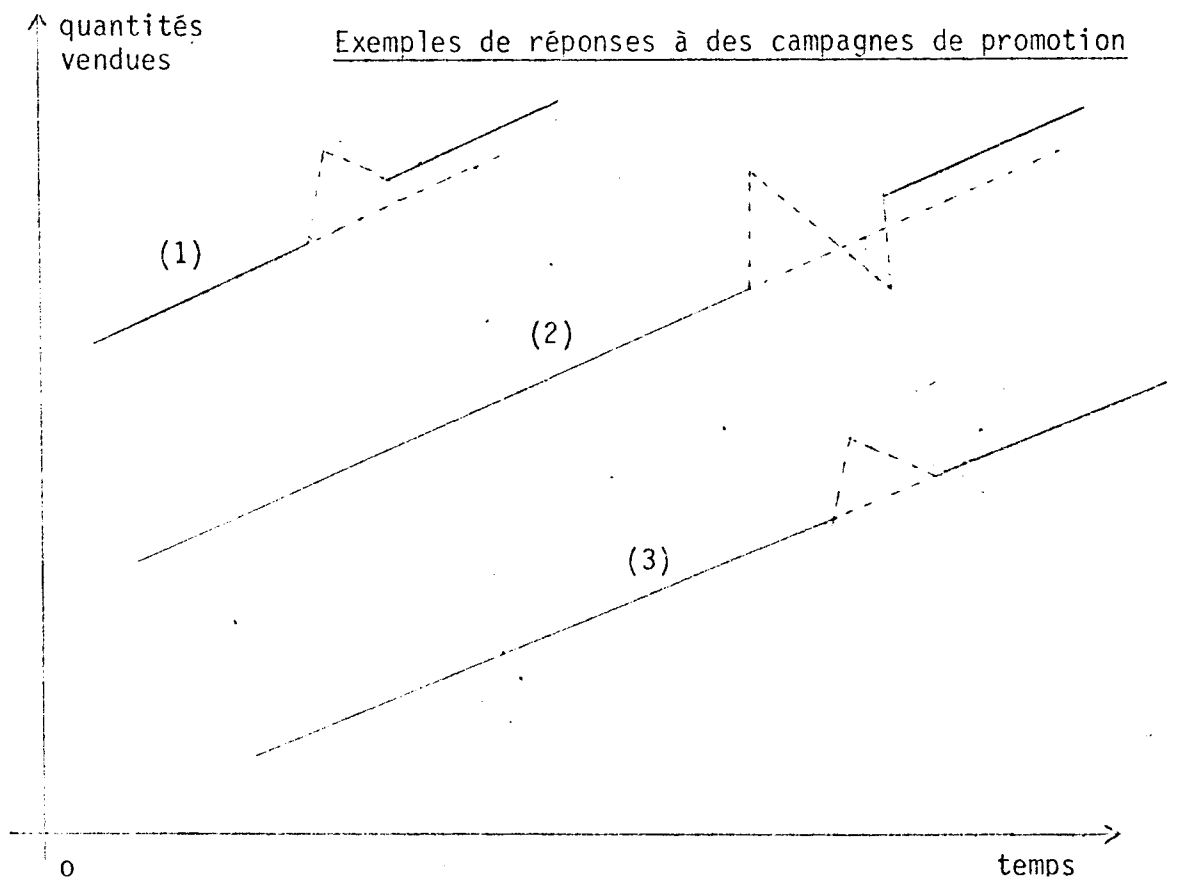
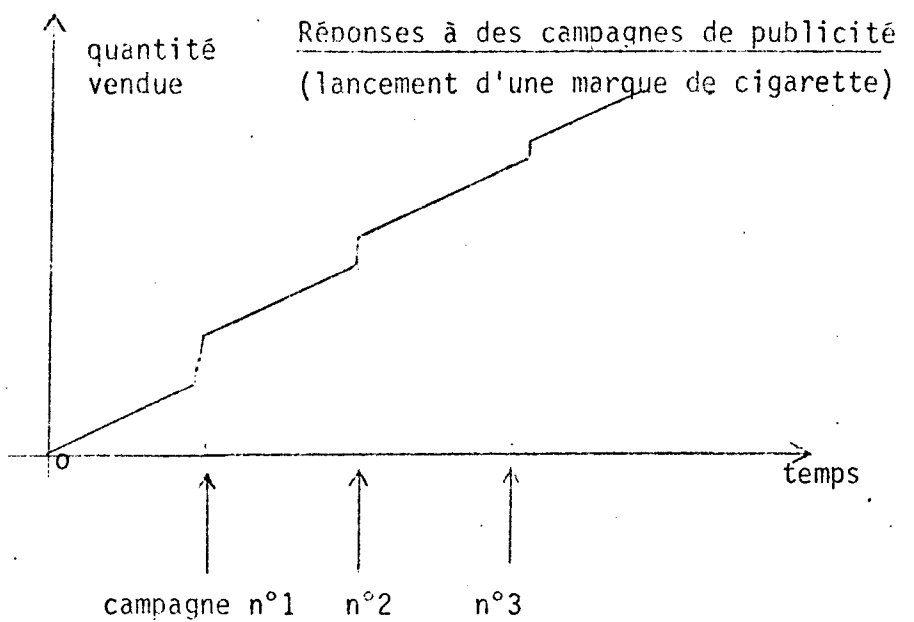
(PREVISIONS A 18 MOIS)

Fluctuations autour des tendances

Nous allons nous intéresser maintenant aux fluctuations des moyennes annuelles autour de leur tendance, car leur connaissance et leur prévision sont utiles à la préparation des budgets annuels. En effet, de nombreuses séries présentant des écarts, plus ou moins réguliers, mais parfois importants, de part et d'autre de la tendance de longue période. Les ventes de l'année $t + 1$ se déduisent de celles de l'année t par un accroissement égal à la tendance moyenne, auquel s'ajoute algébriquement une autre composante ayant un caractère essentiellement transitoire ; dans un schéma de ce genre, on peut imaginer que l'écart à la tendance induise une "force de rappel" - plus ou moins proportionnelle à cet écart - qui tende à ramener la série des ventes sur la tendance de longue période.



A côté de ces schémas mécanistes, qui dérivent de la conception d'une tendance rigide, fixée en quelque sorte de toute éternité quels que soient les hasards de l'histoire économique, on peut imaginer des schémas analogues à celui du "modèle à 2 aléas" de MM. Bachelet - Morlat, c'est à dire distinguant dans l'écart à la tendance deux aléas, l'un permanent, l'autre transitoire. On le voit bien à propos de certaines campagnes de publicité ou de promotion : certains efforts engendrent un déplacement durable de la tendance, tandis que d'autres n'obtiennent que des transferts momentanés de clientèle.



Le graphique ci-dessus montre l'effet de campagnes de publicité lors du lancement d'une marque de cigarettes en France : on obtient un déplacement durable de la tendance grâce aux campagnes faites dans les deux ou trois premières années, mais l'effet relatif (à dépense égale) diminue au fur et à mesure que la marque a pénétré sur le marché et y est de mieux connue. On a même constaté qu'au bout de quelques années il n'y avait plus d'effet sur la tendance.

Les figures suivantes illustrent trois types de réponses à des campagnes de promotion : dans le cas n° 1 la nouvelle tendance, lorsque la promotion est terminée, s'établit au dessus de l'ancienne mais en dessous d'un maximum atteint pendant la promotion, il y a donc eu un gain définitif de consommateurs ; la situation est analogue dans le cas n° 2 sauf qu'à une certaine époque les détaillants, qui avaient beaucoup stocké, ont destocké ce qui conduit à des ventes temporairement au dessous de la tendance initiale. Enfin le cas n° 3 illustre une opération dont les effets ont été purement transitoires. Il y a évidemment d'autres cas résultant de combinaisons entre ces trois situations.

L'étude des "fluctuations" est liée à celle de la prévision à 1 an - 18 mois pour la raison suivante : de plus en plus se répand la pratique des budgets annuels. Or leur préparation commence souvent 6 mois avant le terme de l'année en cours, ce qui amène à prévoir jusqu'à 18 mois à l'avance ; comme l'on raisonne essentiellement par référence à des budgets successifs, on est amené à prévoir l'achèvement des ventes de l'année en cours (prévisions à court terme jusqu'à 6 mois) soit V_t puis l'écart probable entre ces ventes et celles de l'année suivante. Les modèles seront donc le plus souvent des modèles d'accroissement mettant en relation $V_{t+1} - V_t$ d'où le nom de "modèles de fluctuation" que nous leur donnerons.

Dans ce chapitre, nous examinerons successivement :

- l'existence et l'importance des fluctuations
- des remarques sur les causes des fluctuations
- la prévision de la demande de pointe
- des exemples de modèles adaptés aux fluctuations

10.1 - Existence et importance des fluctuations

Nous allons examiner sur plusieurs séries économiques l'importance des fluctuations :

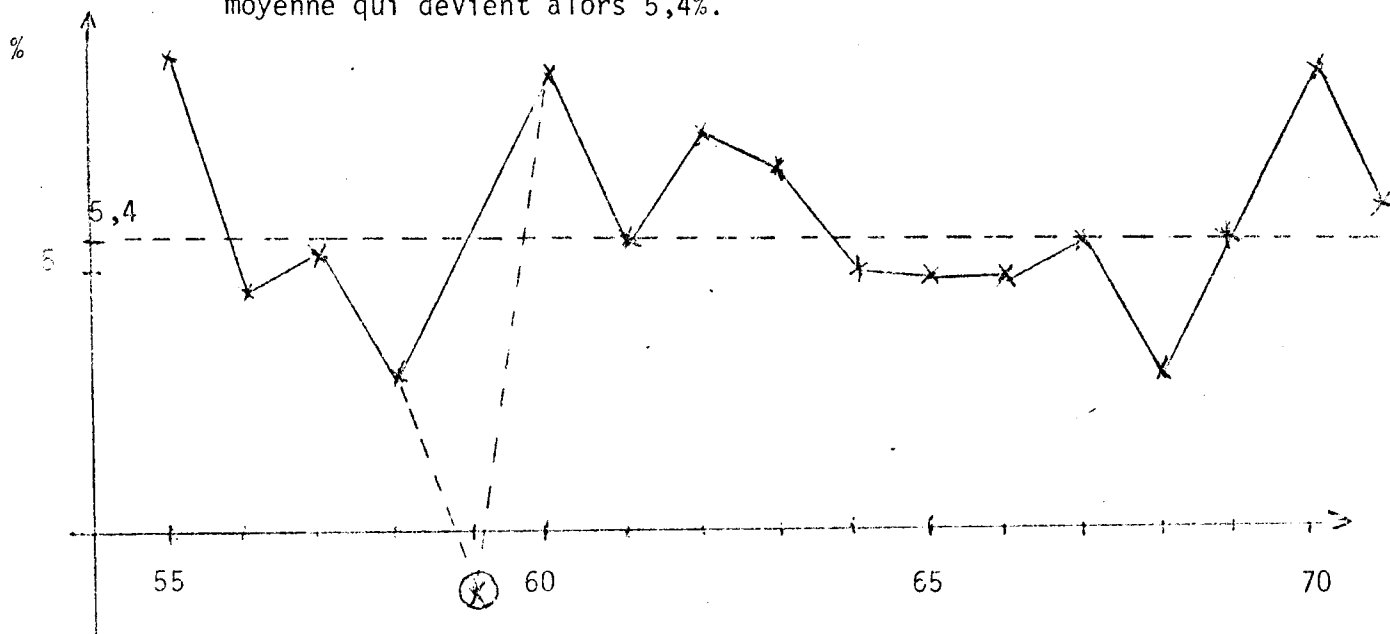
10.1.1 - Pouvoir d'achat du revenu disponible

Il s'agit de la série en "volume", c'est à dire déflatée de l'indice du coût de la vie, en accroissements annuels de 1955 à 1971.

Accroissement annuel en % du pouvoir d'achat du revenu disponible

55					60					65					70	71
7,8	4,6	5,2	2,1	0,5	7,5	5,4	6,8	6,4	5	4,9	4,9	5,4	3,5	5,4	7,6	5,

La moyenne est 5,2%, les valeurs extrêmes rencontrées sur cette période de 17 ans étant 0,5% et 7,8% ce qui met en évidence un intervalle de fluctuation important ; si l'on considère l'année 1959 comme particulièrement anormale, on a 16 années sur 17 dans l'intervalle (2,1%, 7,8%) qui est du même ordre de grandeur (5,7%) que la croissance moyenne qui devient alors 5,4%.



En observant le graphique correspondant, on constate que les écarts autour de 5,4 ne se distribuent pas au hasard, mais qu'il y a des successions d'années d'un côté puis de l'autre montrant que la croissance est non seulement fluctuante mais aussi quelque peu cyclique, comme l'illustre également le tableau ci-après :

années	Ecart en % autour de 5,4%	
	positifs	négatifs
1955	2,4	
56		0,8
57		0,2
58		3,3
59		(4,9)
60	2,1	
61	0	
62	1,4	
63	1	
64		0,4
65		0,5
66		0,5
67		0
68		1,9
69	0	
70	2,2	
71	0,4	

considérés comme exceptionnels

10.1.2 - Un bien durable d'investissement : les véhicules utilitaires de plus de 5 tonnes de charge utile

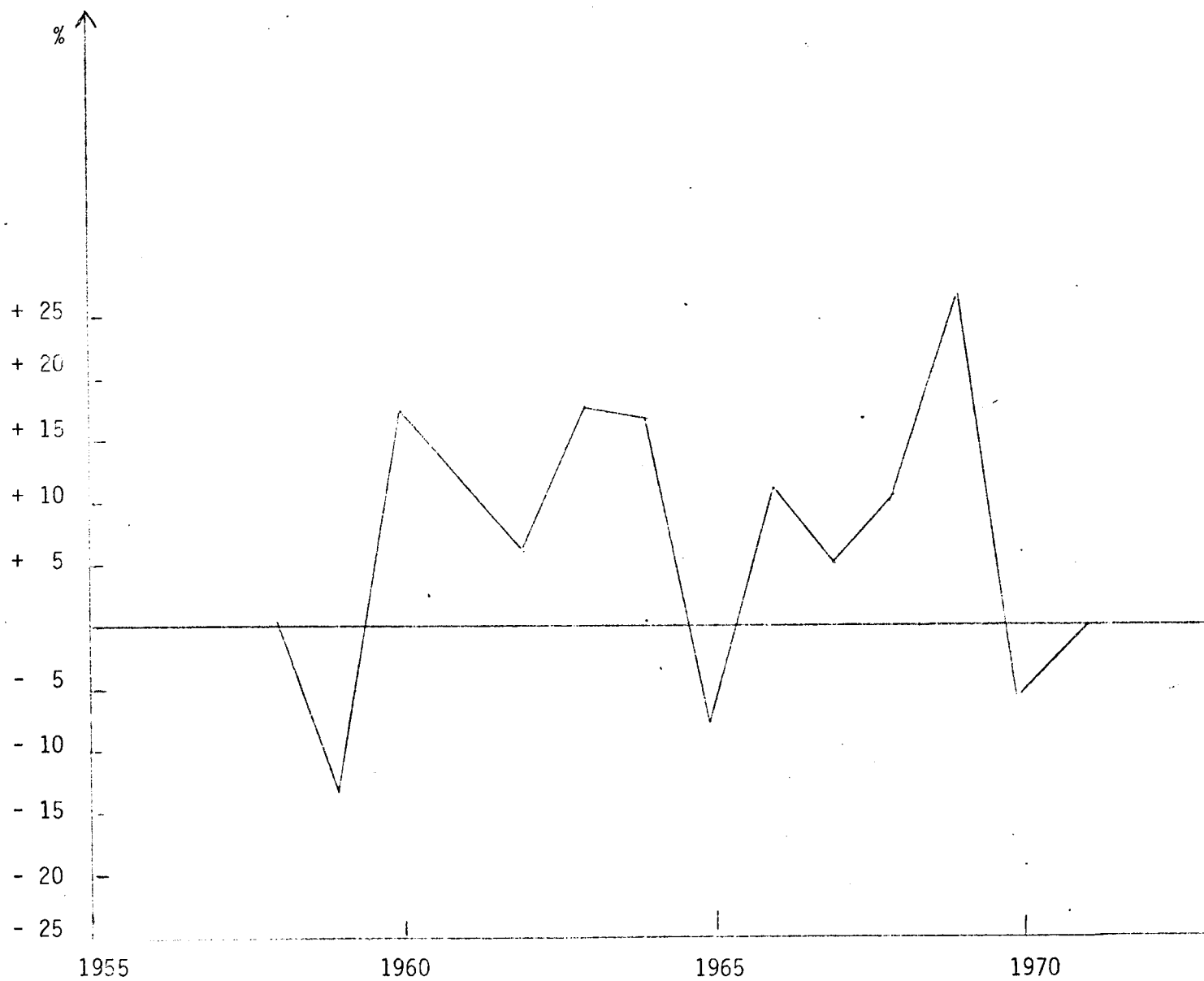
Compte-tenu de la variété des véhicules concernés, il faut retenir une unité commune, ayant une signification physique ou économique : la tonne de charge utile semble être une unité convenable. La série ci-après, établie par Sema-Marketing et Prévision, concerne les immatriculations en tonnes de charge utile de l'ensemble des véhicules utilitaires et des "remorques et semi-remorques" de plus de 5 tonnes de charge utile. On observe qu'autour d'une moyenne annuelle de 6,9% la série est très fluctuante, puisque les accroissements vont de - 13,1% en 1959 à + 26,9% en 1969 ; si l'on écarte ces deux années, qui peuvent être considérées comme exceptionnelles, il reste encore un champ de variation important : - 7,9% (en 1965) à + 17,5% (en 1963). D'autre part, il n'est pas rare que des accroissements très importants aient lieu pendant deux années de suite : (1960, 1961), (1963, 1964), (1968, 1969). On voit que pour de tels matériels la prévision de la tendance moyenne (6,9%) doit être complétée par celle des fluctuations à 1 ou 2 ans, dont l'incidence est considérable sur la marche économique des producteurs concernés ⁽¹⁾.

Evolutions des immatriculations en tonnes de charge utile de l'ensemble des véhicules utilitaires et des "remorques et semi-remorques de plus de 5 tonnes de charge utile" :

<u>Années</u>	<u>T. C. U.</u>	<u>Accroissements en %</u>
1957	276 125	
1958	277 205	+ 0,4
1959	241 020	- 13,1
1960	282 585	+ 17,2
1961	315 145	+ 11,5
1962	333 400	+ 5,8
1963	391 695	+ 17,5
1964	457 275	+ 16,7
1965	421 263	- 7,9
1966	468 409	+ 11,2
1967	492 851	+ 5,2
1968	546 632	+ 10,9
1969	693 734	+ 26,9
1970	655 073	- 5,6
1971	652 157	- 0,4
$\sigma = 9,77$		moyenne + 6,9

(1) On pourra comparer à la série en nombre de véhicules - chapitre VII.

Accroissements des immatriculations en tonnes de charge utile
de l'ensemble des véhicules utilitaires et des remorques et
semi-remorques de plus de 5 tonnes de charge utile



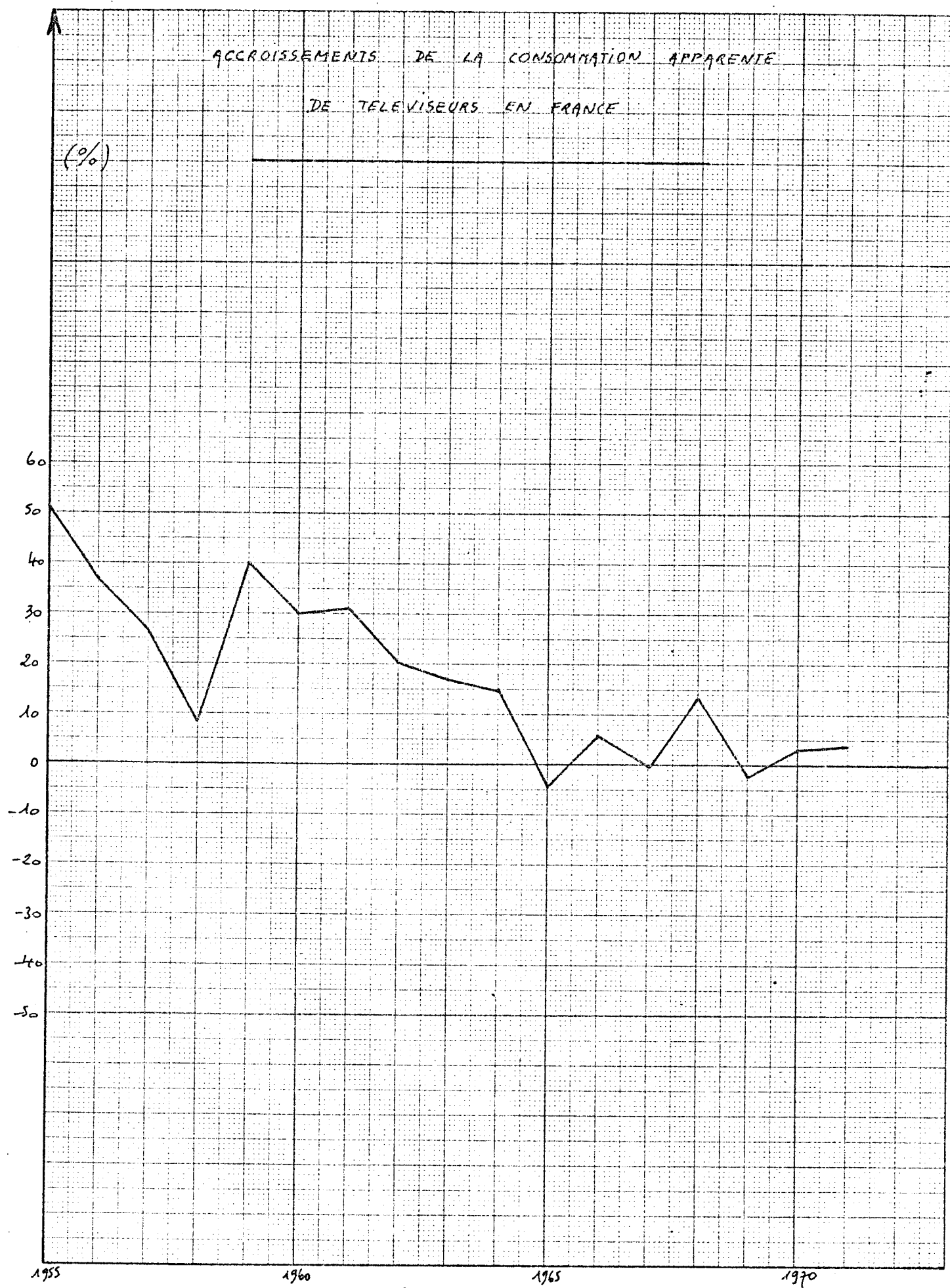
10.1.3 - Un bien durable de consommation : les téléviseurs en France

La série que nous étudions maintenant concerne la "consommation apparente" de téléviseurs en France :

Consommation apparente = production + importations - exportations

De 1952 à 1966, il n'y a que des récepteurs en noir et blanc ; à partir de 1967 apparaissent les téléviseurs en couleur. Le graphique ci-après montre qu'il y a 3 périodes dans le développement du marché :

- De 1952 à 1958, un développement avec des taux de croissance très élevés et décroissant régulièrement (il faut faire la moyenne des années 1958 et 1959 compte-tenu de l'anomalie de 1958).
- Une relance en 59-60 jusqu'en 63, avec des taux élevés et décroissant à nouveau régulièrement.
- Depuis 1964 des fluctuations autour d'un taux de croissance moyen de l'ordre de 4%.



Consommation apparente de téléviseurs

Années	Consommation apparente TVC	Consommation apparente TVN	Consommation apparente TVN + TVC	Δ %
1952		28 000	28 000	
1953		59 300	59 300	111,8
1954		123 000	123 000	107,4
1955		186 000	186 000	51,2
1956		254 650	254 650	36,9
1957		323 256	323 256	26,9
1958		350 987	350 987	8,6
1959		491 394	491 394	40,0
1960		638 575	638 575	30,0
1961		835 883	835 883	30,9
1962		1 006 528	1 006 528	20,4
1963		1 178 439	1 178 439	17,1
1964		1 351 496	1 351 496	14,7
1965		1 297 970	1 297 970	- 4,0
1966		1 364 735	1 364 735	5,1
1967	20 791	1 334 913	1 355 704	- 0,7
1968	57 164	1 476 600	1 533 764	13,1
1969	107 347	1 390 407	1 497 754	- 2,3
1970	203 110	1 331 755	1 534 865	2,5
1971	320 635	1 273 078	1 593 713	3,8
Ecart type				16,41

10.2 - Remarques sur les causes de fluctuations

Nous examinerons l'effet des variations économiques d'une part, les facteurs d'amplification ou de freinage d'autre part.

10.2.1 - Effets des variations économiques

Des variations de nature économique interviennent à tout moment pour changer les rythmes d'évolution :

- . Des variations du pouvoir d'achat du revenu disponible ont un effet naturellement très important sur les achats de nombreux biens ; cela peut provenir soit de variations dans les prix, d'évènements monétaires, de variations des taux et montants du crédit, de décisions réglementaires (douanes), de variations dans la durée du travail...
- . Des fluctuations démographiques, telles que des variations dans le nombre annuel des naissances, ou des variations dans les immigrations (rapatriements d'Afrique du Nord, entrée de travailleurs étrangers).
- . Des éléments conjoncturels : une grève importante, par exemple dans l'industrie automobile, entraîne toujours de ce fait - malgré les "rattrapages" ultérieurs partiels - une baisse des immatriculations de voitures ; la température, qui a des effets très sensibles sur la consommation d'énergie en hiver, sur la consommation de boissons ou de vêtements en été...

10.2.2 - Facteurs d'amplification ou de freinage

. Principe d'accélération

On a déjà noté, à propos des biens d'équipement, la remarque faite par Aftalion sur l'amplification des mouvements de la demande : une petite fluctuation de la demande finale se répercute en oscillations importantes sur la demande de biens

43
d'équipements, et on en a vu un exemple caractéristique à propos des camions. De même, une petite fluctuation de la demande finale engendre des fluctuations d'amplitude croissante lorsque l'on passe du détaillant au grossiste, puis au fabricant et enfin au fournisseur.

. Anticipation des agents économiques

Alors que l'effet précédent était purement "mécanique", celui-ci est psychologique : en période d'euphorie, on constate que les entreprises de transport ou de travaux publics investissent plus qu'il ne serait théoriquement nécessaire et qu'en période de dépression, elles ont le comportement inverse accentuant de ce fait la dépression. De même les ménages achètent plus ou moins selon que les prix sont stables ou "galopants".

. Force de rappel

Lorsqu'il y a un déséquilibre momentané par rapport à la demande potentielle théorique, on constate que tout se passe comme s'il existait une "force de rappel" ayant pour effet de ramener le niveau de la demande réelle dans la direction de la demande potentielle théorique, ce que nous avons appelé plus haut la tendance de longue période. On en trouve par exemple des applications dans l'étude de Sherman J. Maisel sur les fluctuations de la demande de logements aux U.S.A. (modèle publié par le Brookings Institution) : par exemple le nombre de mariages d'une période dépend du taux de chômage des jeunes gens et d'un "rattrapage" éventuel de mariages non conclus au cours des périodes précédentes.

On trouvera des applications de cette "force de rappel" dans bien des modèles relatifs à des taux d'équipement, ou à des remplacements pour des biens durables.

10.3 - La prévision de la demande de pointe

Lorsque les fluctuations sont de forte amplitude ou lorsque de temps à autre une fluctuation accidentelle peut être très forte, il y a ce que l'on appelle une "pointe" de demande : on l'observe tout particulièrement dans des services publics tels que téléphone, électricité, eau, gaz, transports. L'offre doit s'adapter à la demande car il n'y a pas de stockage possible. La prévision des pointes de la demande doit donc être suffisamment précise pour éviter soit un suréquipement coûteux (en infrastructures et en équipements) soit une défaillance plus ou moins prolongée de fourniture.

A titre d'exemple, nous analyserons rapidement un cas de fluctuations climatiques relatif à un marché de gros de fruits et de légumes.

La situation décrite débouchait à la fois sur des choix d'investissement (dimensions des installations du marché) et sur des politiques d'exploitation : transport, manutention, circulation, parking.

L'analyse des séries chronologiques disponibles sur plusieurs années, avec les périodicités du mois, de la semaine et du jour a renseigné sur les décalages dans le temps des arrivages des divers produits. Ainsi, par exemple, le mois de pointe peut être décembre pour les arrivages de fruits, mai-juin pour les légumes, juin-juillet pour l'ensemble. De même le jour de pointe peut se produire en décembre pour les fruits (quelquefois en juin, juillet, novembre), en mai pour les légumes (ou en avril, juin, juillet) en mai pour l'ensemble (ou en février, juin, juillet, décembre). Il peut très bien se faire qu'au cours d'une même année, le mois, la semaine et le jour de pointe soient décalés l'un par rapport à l'autre.

Les variations s'accroissent évidemment par catégorie de produits (10 catégories de fruits, 13 catégories de légumes). Mais comme les pointes d'arrivée des divers produits ne sont pas simultanées, la pointe d'ensemble est inférieure à la somme des pointes individuelles. Ainsi, pour les fruits, si la somme des pointes quotidiennes de chaque catégorie i de produit est $\sum_i p_i = 8,4$ milliers de tonnes, alors que la pointe quotidienne effectivement observée pour les fruits est $P = 3,7$ mt, on caractérise ce "foisonnement" par le coefficient $c = \frac{P}{\sum_i p_i}$ soit ici 0,435 (soit une économie de plus de la moitié pour la capacité).

On remarquera que la valeur du "coefficient de foisonnement" qui définit la pointe d'ensemble à partir des pointes des composantes est liée à deux éléments :

- . d'une part, pour un produit donné, la répartition dans le temps des arrivages ;
 - . d'autre part, pour l'ensemble des produits, la non-simultanéité des pointes individuelles.
- Le premier élément peut être caractérisé, pour un produit i dont la consommation annuelle est A_i , par le coefficient d'utilisation de la pointe p_i soit $u_i = \frac{A_i}{p_i}$ exprimé, par exemple en mois si la pointe P_i est mensuelle ou encore sous la forme $U_i = 100 \frac{A_i}{12P_i}$ exprimé en pourcentage.

Un raisonnement analogue s'appliquerait aux pointes hebdomadaires et journalières.

Ainsi dans le cas le plus favorable où les arrivages s'échelonnent très régulièrement tout le long de l'année, $A_i = 12 P_i$ soit $u_i = 12$ mois et $U_i = 100\%$; dans le cas le plus défavorable où tous les arrivages de l'année sont groupés en un seul mois $A_i = P_i$, soit $u_i = 1$ mois et

$$U_i = \frac{1}{12} = 8,33\%$$

- L'existence de plusieurs produits, dont les pointes sont souvent décalées dans le temps, entraîne naturellement des compensations. Ainsi, dans l'hypothèse de 12 produits pour chacun desquels les arrivages annuels seraient de 1 000 tonnes, concentrés chacun en un seul mois (l'hypothèse défavorable ci-dessus), mais concernant un mois différent pour chaque produit, on aurait globalement un étalement parfaitement régulier : le coefficient de foisonnement c est de $\frac{1}{12}$. On aurait le même résultat ($c = \frac{1}{12}$) avec une répartition parfaitement régulière dans le temps des arrivages de chacun des 12 produits. A l'inverse, le cas le plus défavorable correspondrait naturellement à la simultanéité de toutes les pointes.

En résumé, des analyses de ce type permettent de compléter des perspectives à long terme de vente par produit :

- on étudie d'abord l'évolution des A_i et de $A = \sum_i A_i$;
- on se préoccupe ensuite de la modulation des arrivages ;

en particulier, il s'agit d'estimer la pointe journalière dont dépendront les dimensions et les caractéristiques d'utilisation des installations. L'analyse des données chronologiques disponibles sur un certain nombre d'années montrera comment varie au cours du temps le coefficient d'utilisation U de la pointe journalière.

Compte-tenu des tendances prévues dans le développement des divers produits, on retiendra une nouvelle valeur pour U . Cette estimation requiert donc des perspectives de consommation non seulement globales, mais également par produits et assorties d'une étude des modulations fondée sur l'observation de séries chronologiques.

10.4 - Exemples de modèles de fluctuations

Nous examinerons successivement un modèle macro-économique de la demande aux U.S.A., un modèle de consommation en France, un modèle pour un bien durable, l'automobile en France.

10.4.1 - Le modèles de Suits, dans un article de l'American Economic Review, propose un modèle de la demande globale aux U.S.A. en la décomposant en quatre fonctions⁽¹⁾ :

A = demande d'automobiles
AD = " d'autres biens durables
ND = " de biens non durables
S = " de services

Les équations ont été ajustées sur les données de la période 1947-1960 elles sont du type général suivant :

ΔC_t	=	a	ΔY_t	+	b	C_{t-1}	+	α	ΔC_{t-1}	+	β	ΔL_{t-1}	+	γ
--------------	---	---	--------------	---	---	-----------	---	----------	------------------	---	---------	------------------	---	----------

↓
variation
de la
demande
d'un
produit
de (t-1)
à t

↓
variation
du revenu
disponible
des ménages
de (t-1)
à t

↓
demande
de
l'année
t-1

↓
variation
de la
demande
de (t-2)
à t-1

↓
variation
des liqui-
dités des
ménages
de (t-2)
à t-1

↓
tendance
temporelle

Nous sommes évidemment très loin du modèle simple décrivant la liaison de la consommation au revenu sous la forme linéaire proposée par Keynes :

$$C_t = a Y_t + b$$

mais nous savons aussi que le modèle de Suits pose de délicats problèmes d'ajustement compte-tenu des relations qui existent entre les aléas successifs.

(1) L'analyse que nous présentons de cet article est due à une étude du Professeur Christian Goux.

Une caractéristique importante de ce modèle est d'être prévisionnel puisqu'il suffit d'estimer l'accroissement ΔY du revenu par l'année à venir pour connaître ΔC_t , c'est à dire, respectivement ΔA , ΔAD , ΔND , ΔS .

Ce sera une caractéristique fréquente des "modèles de fluctuation" que de comporter comme facteurs explicatifs des variables à effet retardé qui peuvent ainsi être connues avec une très bonne approximation au moment de l'établissement de la prévision. En pratique, nous l'avons déjà dit, on prépare les budgets de l'année t vers le milieu de l'année $t-1$: grâce aux modèles de prévision autonomes examinés précédemment, on peut estimer les valeurs globales de C_{t-1} (et donc de ΔC_{t-1}) et de ΔL_{t-1} ; si l'on a une estimation de ΔY on peut alors calculer ΔC_t . Nous verrons que cette procédure a été depuis peu perfectionnée grâce aux systèmes de prévision intégrée que nous examinerons dans le prochain chapitre.

Examinons maintenant les coefficients du modèle :

ΔC	$\begin{matrix} a \\ (\Delta Y_t) \end{matrix}$	$\begin{matrix} b \\ C_{t-1} \end{matrix}$	$\begin{matrix} a \\ \Delta C_{t-1} \end{matrix}$	$\begin{matrix} b \\ \Delta L_{t-1} \end{matrix}$	$\begin{matrix} c \\ \text{te}^Y \\ \text{de} \\ \text{tendance} \end{matrix}$
ΔA	0,177 (0,086)	- 0,495 (0,168)		0,260 (0,082)	4,710
ΔD	0,176 (0,015)	- 0,0694 (0,029)		0,0784 (0,016)	0,262
ΔND	0,224 (0,060)		0,205 (0,135)	0,143 (0,059)	- 0,149
S	0,0906 (0,029)		0,530 (0,170)	0,0381 (0,029)	0,363

On a indiqué entre parenthèses, selon l'habitude, l'écart type du coefficient ; le test de Student sur ces coefficients (coefficient/écart type) montre que tous les coefficients sont significatifs, sauf le deuxième de l'équation (3) (significatif au seuil de 10%) et le troisième de l'équation (4).

Les coefficients de la première colonne sont les propensions marginales à consommer de courte période. En faisant leur somme, on trouve que la propension marginale à consommer de courte période pour l'ensemble des biens ($A + D + ND + S$) est égale à 0,668 ; on retrouve bien là les estimations classiques américaines.

On remarquera les points suivants :

- 10.41.1 - Pour l'automobile, Suits suggère que la demande de remplacement est intégrée dans le terme constant ; on constate que l'effet revenu est modérément important, ce qui semble normal étant donné le niveau d'équipement atteint par les ménages aux U.S.A. En revanche le coefficient de C_{t-1} intervient en néгатif comme effet de frein pour la demande de premier équipement : l'effet "revenu" est ainsi de plus en plus atténué que le "parc" d'automobiles se trouve plus élevé.
- 10.41.2 - Les variations des actifs liquides des ménages, représentées par les termes en ΔL_{t-1} jouent un rôle important pour les biens durables et les biens de consommation (mais non pour les services) : Zellner avait déjà montré l'importance de ce facteur explicatif dans l'économie des U.S.A. et les travaux effectués ces dernières années, notamment par MM. Bachelet et Goux, ont mis en évidence que ce rôle était également très important en France.
- 10.41.3 - On constate que la demande de services a un caractère très spécifique, lié aux habitudes de l'époque puisque jouent un rôle prépondérant le terme ΔC_{t-1} et le terme constant (effets de tendance).

10.41.4 - La présence du terme ΔC_{t-1} pour les biens non durables et les services ramène à la théorie du revenu permanent de Friedmann. En effet, si nous considérons par exemple l'équation relative aux biens non durables, on peut écrire en ne s'intéressant qu'aux deux premières variables explicatives :

$$\Delta ND_t = 0,224 \Delta Y_t + 0,205 \Delta ND_{t-1} + \varepsilon_t$$

Ceci revient à dire que la consommation de l'année t ne dépend pas seulement du revenu de cette année, mais est liée aux consommations précédentes par suite d'une certaine inertie (travaux de Duesenberry et Friedmann notamment).

En procédant par substitutions progressives, on peut écrire :

$$\Delta ND_t = 0,224 \sum_{\tau=0}^{\infty} (0,205)^{\tau} \Delta Y_{t-\tau} + \eta_t$$

Sous cette forme, qui découle directement de la présentation de Suits, on voit que la consommation de biens durables à l'époque t peut être considérée comme dépendant de la succession des revenus au cours des années précédentes ; le poids étant décroissant avec une raison géométrique 0,205. Cette formulation est analogue à celle du "lissage exponentiel" que nous avons vue précédemment, et à laquelle aboutit notamment le modèle à deux aléas. On va voir plus loin qu'elle rejoint la théorie du "revenu permanent" de Friedmann, dont les hypothèses conduisent à des formes mathématiques du type de celles du modèle à deux aléas, il n'est pas étonnant que l'on trouve en définitive des résultats analogues.

La propension marginale à consommer de courte période (c'est à dire mesurée au niveau de l'année) est de 0,224 ; la propension marginale à consommer de longue période est un coefficient k tel que :

$$\begin{aligned} E(\Delta ND) &= k E(\Delta Y) & (E = \text{espérance mathématique}) \\ k &= 0,224 (1 + 0,205 + 0,205^2 + \dots + \dots) = 0,224 \times \frac{1}{1-0,205} \\ \text{soit } k &= 0,280 \end{aligned}$$

Pour l'ensemble des 4 familles de biens décrits par le modèle de Suits, on obtient une propension marginale à consommer de longue période :

$$0,177 + 0,176 + \frac{0,224}{1-0,205} + \frac{0,0906}{1-0,530} = 0,823.$$

à comparer à la propension marginale à consommer de courte période vue plus haut : 0,668.

Liaison avec la théorie du "revenu permanent"

C'est dans l'ouvrage désormais célèbre "A theory of consumption function" que Friedmann a présenté la définition du "revenu permanent"

si Y_t est le revenu observé et $\hat{Y}_t$ le revenu permanent, ce dernier est défini par l'équation :

$$\hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1} = \beta (Y_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}) \quad 0 < \beta < 1$$

Les consommateurs agiraient en fonction de ce revenu permanent dont la variation d'une année à l'autre intègre une fraction de l'écart observé entre le revenu réel et le revenu permanent de la période précédente. C'est une manière de tenir compte d'une certaine inertie dans le comportement des consommateurs.

L'équation de définition peut encore s'écrire :

$$\hat{Y}_t = \hat{Y}_{t-1} (1 - \beta) + \beta Y_{t-1}$$

pour l'année $t-1$, on obtient :

$$\hat{Y}_{t-1} = \hat{Y}_{t-2} (1 - \beta) + \beta Y_{t-2}$$

en substituant dans la précédente, on obtient :

$$\hat{Y}_t = \beta Y_{t-1} + \beta (1 - \beta) Y_{t-2} + (1 - \beta)^2 \hat{Y}_{t-2}$$

en substituant de proche en proche, on obtient donc :

$$\hat{Y}_t = \beta Y_{t-1} + \beta (1 - \beta) Y_{t-2} + \beta (1 - \beta)^2 Y_{t-3} + \dots$$

$$\text{soit : } \hat{Y}_t = B \sum_{i=1}^{\infty} (1 - \beta)^i Y_{t-i}$$

En raisonnant sur les accroissements annuels, cela s'écrit :

$$\Delta \hat{Y}_t = \beta \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \beta)^i \Delta Y_{t-i}$$

que l'on peut rapprocher de l'équation obtenue précédemment :

$$\Delta ND_t = 0,224 \sum_{\tau=0}^{\infty} (0,205)^\tau \Delta Y_{t-\tau} + \eta_t$$

ce qui donne :

$$\Delta ND_t = \frac{0,224}{\beta} \Delta \hat{Y}_t + \varepsilon_t$$

avec $\beta = 1 - 0,205$

$$\text{soit } \Delta ND_t = \frac{0,224}{1-0,205} \Delta \hat{Y}_t + \varepsilon_t$$

On voit que le coefficient du terme $\Delta \hat{Y}_t$ (variation de revenu permanent) est précisément la propension marginale à consommer de longue période.

En agrégeant les quatre équations du modèle de Suits, on obtient :

$$\Delta C_t = 0,83 \Delta \hat{Y}_t + 0,519 \Delta L_{t-1} + U_t$$

ainsi se trouve bien établi le lien entre l'existence de termes en ΔC_{t-1} et la notion de revenu permanent.

En outre, on voit que si a désigne la propension marginale à consommer de courte période, a' la propension marginale à consommer de longue période et α le coefficient du terme en ΔC_{t-1} , on a la relation fondamentale :

$$a' = \frac{a}{1-\alpha}$$

qui permet de calculer a' .

10.4.2 - Un modèle d'évolution à court terme de la consommation des ménages en France

Depuis 1965, on a commencé à réaliser en France de tels modèles, au niveau de grands agrégats, de branches industrielles ou même de certains produits comme l'automobile ou la télévision. Nous allons examiner rapidement quelques exemples traités par M. Gabriel Vangrevelinghe, Administrateur à l'INSEE, et présentés par lui dans un article très complet (Etudes et Conjonctures, n° 9, septembre 1966).

10.4.21 - Etude du modèle général

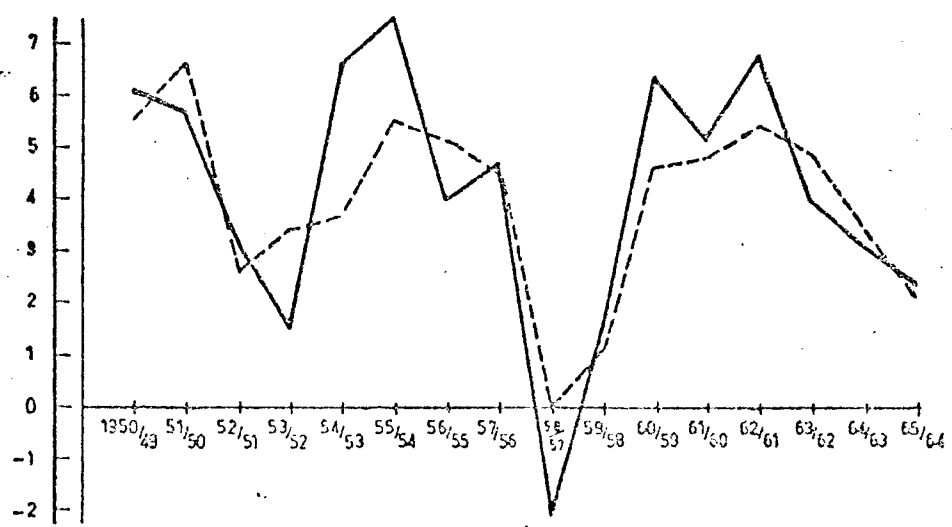
M. Vangrevelinghe examine d'abord l'évolution du pouvoir d'achat du revenu disponible et du volume de la consommation par tête sur la période 1950-1965 ; ces deux grandeurs sont mesurées en accroissement d'une année par rapport à la précédente (graphique ci-après).

On constate deux choses :

- A moyen terme, la progression de la consommation est moins rapide que celle du revenu disponible ; l'élasticité à moyen terme de la consommation par rapport au revenu semble donc inférieure à 1.

GRAPHIQUE I

Evolution du pouvoir d'achat du revenu disponible et du volume de la
consommation par tête



Source : Etudes et Conjoncture (n° 9 - septembre 1966)

- A court terme, le rapport entre ces deux grandeurs dépend de la conjoncture économique : "dans les premières années qui suivent une reprise économique, la progression des revenus est plus rapide que celle de la consommation ; mais cet écart se réduit progressivement et, l'expansion se poursuivant dans l'inflation, le rythme de croissance de la consommation rejoint et dépasse celui des revenus disponibles. Dans les périodes de récession, le ralentissement que connaît la progression de la consommation est moins accusé que celui qui affecte la progression des revenus : l'inertie des comportements de consommation des ménages tend ainsi à jouer un rôle stabilisateur".

Le modèle proposé tend à satisfaire à ces deux remarques : élasticité à long terme de la consommation inférieure à 1, existence d'une certaine inertie des fluctuations de consommation par rapport à celles du revenu. Dans ce but M. Vangrevelinghe propose une formulation d'un revenu "normal" très voisine de celle que nous avons vue précédemment à propos du revenu "permanent" de Milton Friedmann :

$$Y_t^* - Y_{t-1}^* = k (Y_t - Y_{t-1}^*) \quad 0 < k < 1$$

Y_t = revenu effectivement perçu l'année t

Y_t^* = revenu "normal" de l'année t

Le revenu "normal" n'est pas accessible directement, mais en sommant toutes les équations pour $t, t-1, t-2, \dots$ on obtient :

$$Y_t^* = k \sum_{i=0}^{\infty} (1-k)^i Y_{t-i}$$

On retrouve une formulation du type "lissage exponentiel", faisant intervenir la série des revenus passés, comme dans l'étude du revenu "permanent".

L'équation de consommation s'écrit :

$$C_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t^* + u_t \quad \begin{array}{l} \beta_0, \beta_1 \text{ constantes} \\ u_t = \text{aléa} \end{array}$$

On sait que cette équation (cf. étude précédente du modèle de Suits) est équivalente à la forme :

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 C_{t-1} + \varepsilon_t \quad \begin{array}{l} \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2 \text{ constantes} \\ \varepsilon_t = \text{aléa} \end{array}$$

On sait que l'estimation des paramètres de cette équation pose des problèmes car C_t et ε_{t-1} sont corrélés, et que ε_t et ε_{t-1} sont ici en général corrélés. Nous n'insisterons pas sur ces aspects auxquels G. Vangrevelinghe consacre une étude très détaillée dans l'article précité.

10.42.2 - Résultats obtenus

On notera qu'un effort sur la définition du revenu à prendre en compte a entraîné des améliorations très importantes dans la qualité des ajustements obtenus ; l'auteur insiste sur ce fait en ajoutant que l'amélioration est beaucoup plus nette que celles que l'on peut obtenir par la mise en oeuvre de méthodes statistiques très raffinées. Quatre définitions différentes du revenu ont été retenues :

Y_1 = revenu disponible des ménages.

Y_2 = revenu disponible, moins amortissements, dommages de guerre et subventions d'équipement.

Y_3 = revenu disponible, moins financement de la formation de capital par les entrepreneurs individuels.

Y_4 = revenu disponible, moins financement de la formation de capital par les entrepreneurs individuels, moins l'évaluation de l'auto-consommation alimentaire.

Pour la consommation totale, notons deux modèles qui sont illustrés par des graphiques ci-après :

$$C_t = 11\,040 + 0,603 Y_{2,t} + 0,263 C_{t-1} \quad R^2 = 0,998$$

(0,065) (0,085)

$$\text{et } C_t = 9\,792 + 0,5\,784 Y_{4,t} + 0,3\,405 C_{t-1} \quad R^2 = 0,9995$$

(0,044) (0,055)

On observera que l'amélioration apportée par la prise en compte de Y_4 au lieu de Y_2 n'est pas négligeable ; de surcroît dans ce dernier modèle, la qualité de l'ajustement est absolument remarquable.

Le coefficient de corrélation reste très élevé $R_{\Delta}^2 = 0,98$ si l'on considère les variations de la consommation des ménages d'une année sur l'autre ; c'est alors l'équation :

$$\Delta C_t = 0,5\,784 \Delta Y_{4,t} + 0,3\,405 \Delta C_{t-1}$$

Le coefficient 0,58 représente la propension marginale à consommer de courte période, tandis que la propension à consommer à long terme est égale, comme nous l'avons déjà observé, à :

$$\frac{0,58}{1-0,34} = 0,87$$

Pour la consommation alimentaire par tête, le modèle retenu est de la forme :

$$\frac{\Delta C_t}{T} = a \frac{\Delta Y_{4,t}}{T} - b \Delta \Pi_t - d \frac{C_{t-1}}{T} + k$$

où T représente la population totale et Π_t le prix relatif de la consommation alimentaire ; avec :

$$\text{et } R^2_{\Delta} = 0,775 \begin{pmatrix} a = 0,0979 \\ (0,03) \\ b = 0,357 \\ (1,3) \\ d = 85,8 \\ (17) \\ k = 129,8 \end{pmatrix}$$

Cette valeur de R^2_{Δ} peut être considérée comme satisfaisante ; l'ajustement réalisé est illustré par un graphique ci-après : il est satisfaisant également.

. Fonction "biens foncibles autres que l'alimentation"

Le meilleur modèle retenu est le suivant :

$$\Delta C_t = 0,07 \begin{matrix} 537 \\ (0,015) \end{matrix} \Delta Y_{4,t} + 0,5 \begin{matrix} 315 \\ (0,117) \end{matrix} \Delta C_{t-1} - 106,5 \begin{matrix} \Delta \Pi_t \\ (25,51) \end{matrix}$$

$$R^2_{\Delta} = 0,939$$

On croit que R^2_{Δ} est satisfaisant, et l'on constate sur le graphique ci-après que le modèle reproduit convenablement l'évolution observée.

. Fonction "biens durables importants"

Ce poste comprend les achats d'automobiles neuves et de biens durables importants ménagers et électro-ménagers : meubles, literie, réfrigérateurs, machines à laver, téléviseurs, radio, appareils de chauffage et de cuisine, etc...

47

Deux modèles ont été retenus :

$$\Delta C_t = 0,081 \Delta Y_{4,t} + 0,323 \Delta C_{t-1} - 44,1 \Delta \Pi_t$$

(0,014) (0,124) (23,3)

avec $R^2 \Delta = 0,858$ $R^2 = 0,997$

$$\text{et } \Delta C_t = 0,1108 \Delta Y_{4,t} + 0,0395 C_{t-1} - 257,9$$

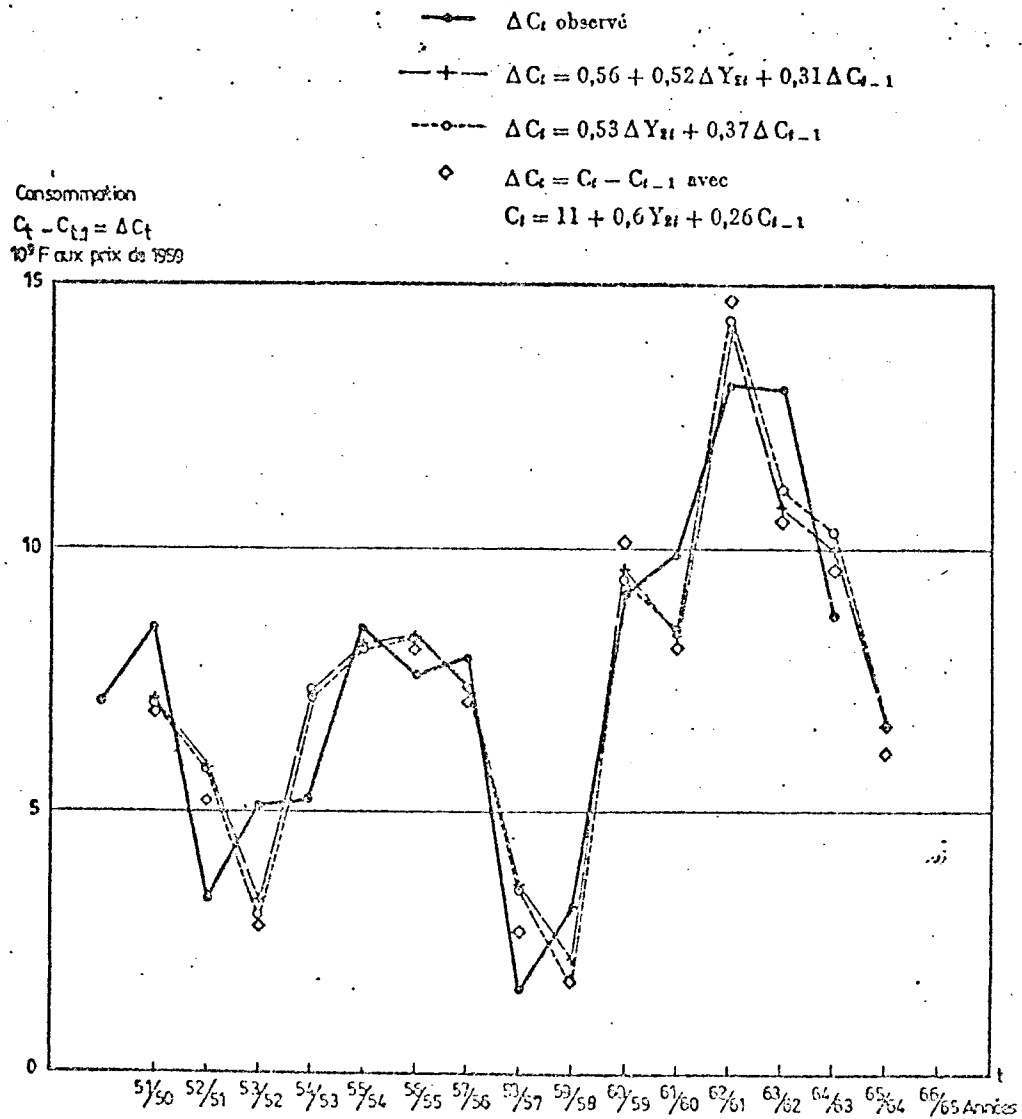
(0,021) (0,023)

avec $R^2 \Delta = 0,734$

"Aucun de ces modèles, ajustés sur la période 1949 - 1964, ne reproduit correctement l'ampleur du ralentissement constaté en 1964 et 1965". Il faudrait sans doute introduire d'autres variables explicatives, par exemple les liquidités des ménages (qui figurent dans le modèle de Suïts) ; on pourrait également, comme le suggère l'auteur, introduire des intentions d'achat des ménages comme cela est fait dans certains pays, mais il faut disposer d'une série chronologique suffisamment longue.

GRAPHIQUE II

*Comparaison entre l'évolution constatée de la consommation et l'évolution calculée par régression directe
et par régression sur les différences premières*



Source : Etude et Conjoncture (n° 9 - septembre 1966)

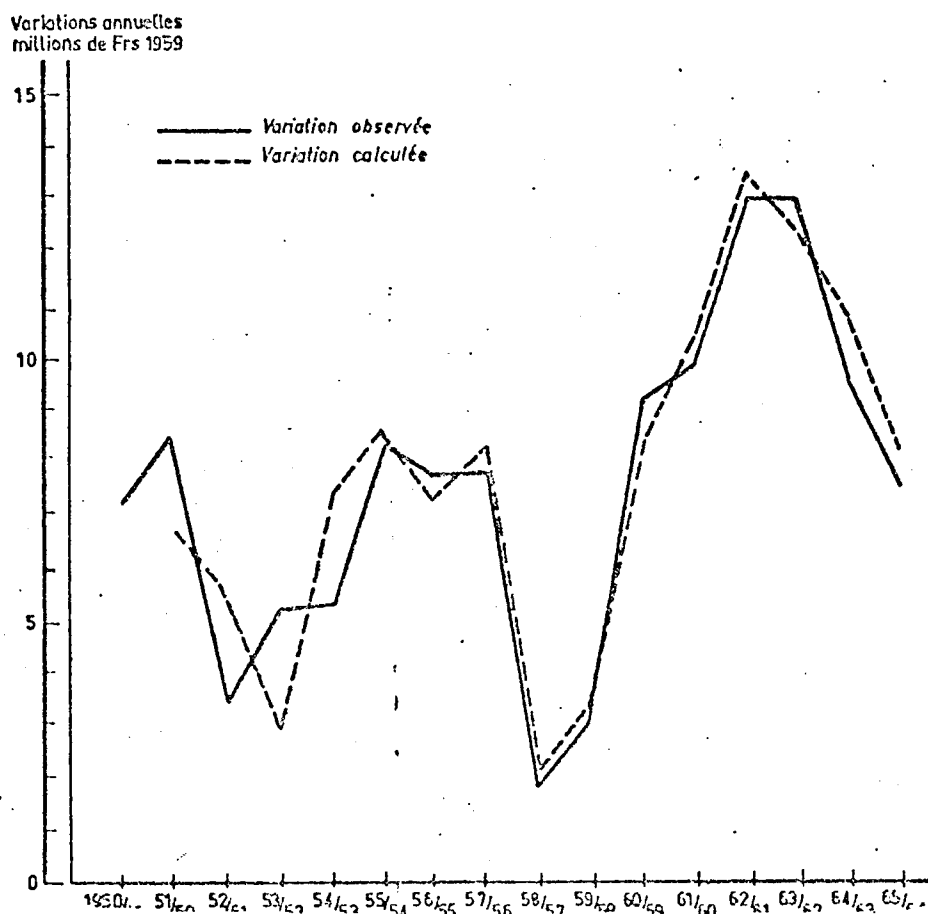
GRAPHIQUE III

Consommation totale :

Comparaison entre l'évolution constatée et l'évolution calculée par régression simple
Variation annuelle en Francs 1959

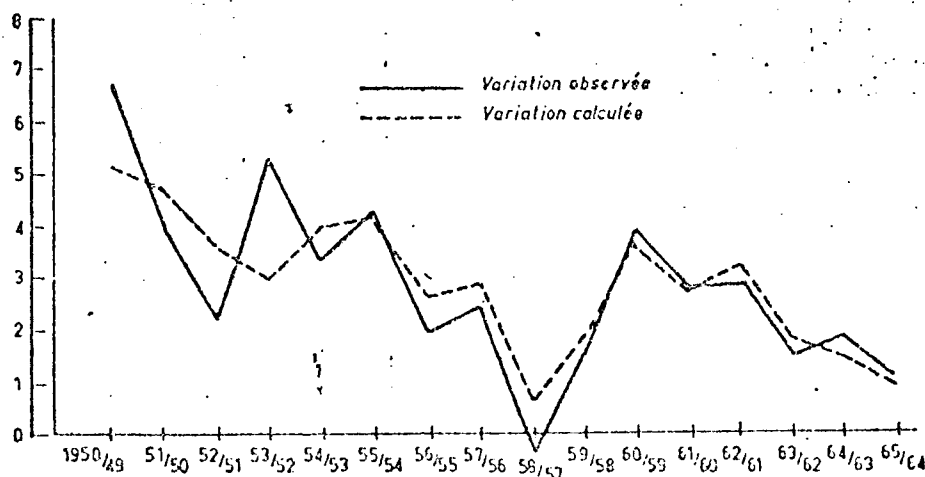
Variable explicative : Y_4 = Revenu disponible - F.I.E.I. et autoconsommation

Variable expliquée : consommation totale, y compris autoconsommation



GRAPHIQUE IV

Consommation alimentaire per tête



Source :
Etudes et
Conjoncture
n°9 - septembre
1966

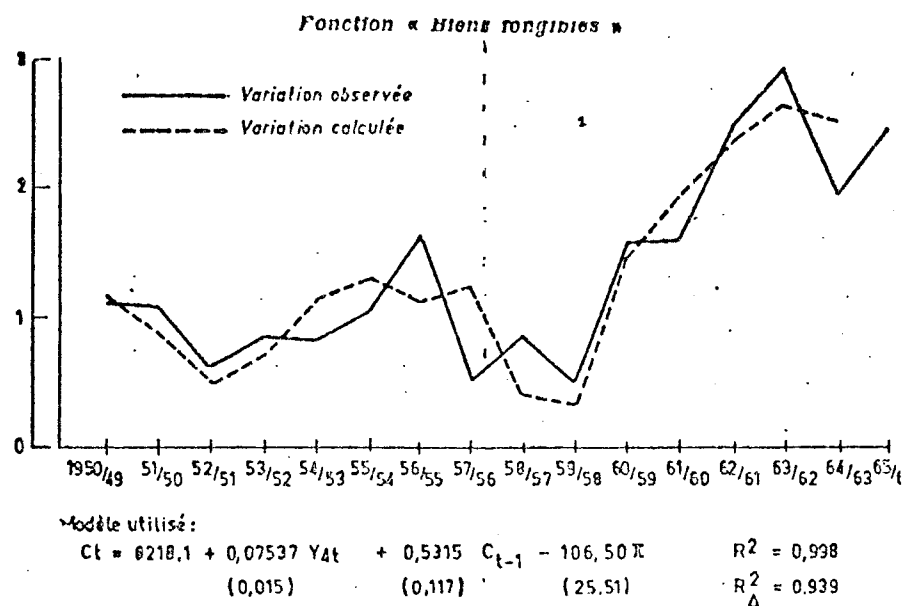
Modèle utilisé :

$$\frac{\Delta C_t}{T} = 0,0979 \frac{\Delta Y_t}{T} - 0,357 \Delta \pi - 85,0 \frac{C_{t-1}}{T} + 129,8$$

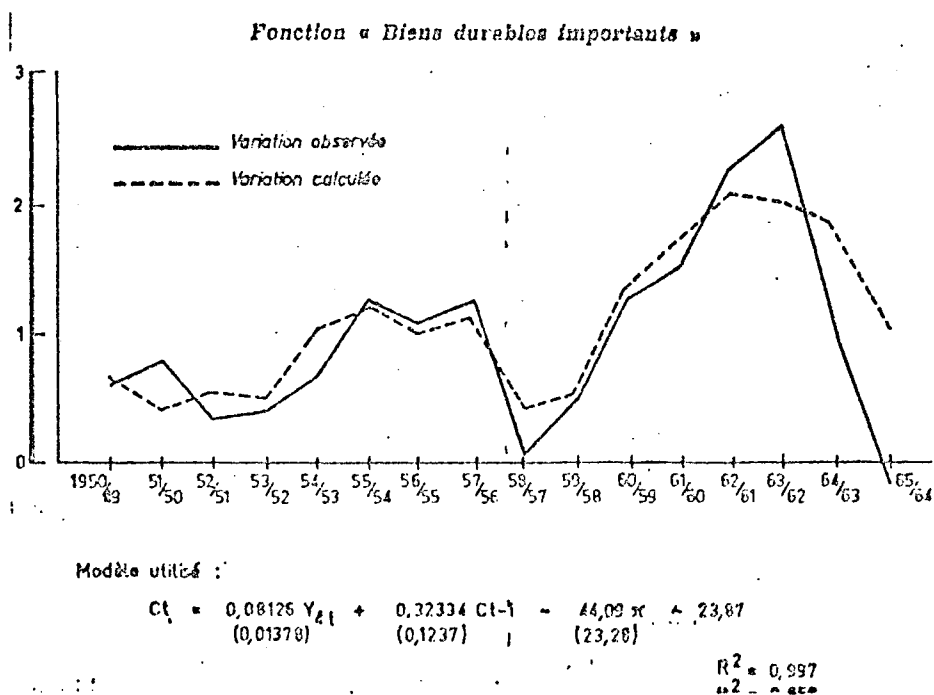
(0,03) (1,3) (17)

$$R^2_{\Delta} = 0,775$$

GRAPHIQUE V



GRAPHIQUE VI



Source : Etudes et Conjoncture - n° 9 - septembre 1966

473

10.4.3 - Un modèle d'évolution à court terme de la demande d'automobiles en France

Les immatriculations d'automobiles neuves en France connaissent, comme de nombreux biens durables, des fluctuations très importantes d'une année à l'autre comme l'illustre le graphique ci-après (cf. page 31).

Le modèle explicatif mis au point à la SEMA par MM. Bachelet et Constant-Gavary considère les fluctuations autour d'une tendance moyenne de 9,5% par an.

Le modèle s'écrit :

$$\frac{\Delta \dot{I}_t}{\dot{I}_{t-1}} - \mu = a \frac{\Delta Y_t}{Y_{t-1}} + b \frac{\Delta L_{t-1}}{L_{t-2}} + c X_1 + d X_2 + e X_3 + u_t$$

où $\dot{I}_t$ = immatriculations de voitures neuves de l'année t,

μ = tendance moyenne de 9,5% par an,

L_t = liquidités oisives des ménages à la fin de l'année t,

X_1 = fonction caractérisant une force de rappel,

X_2 = fonction caractérisant le lancement de nouveaux modèles,

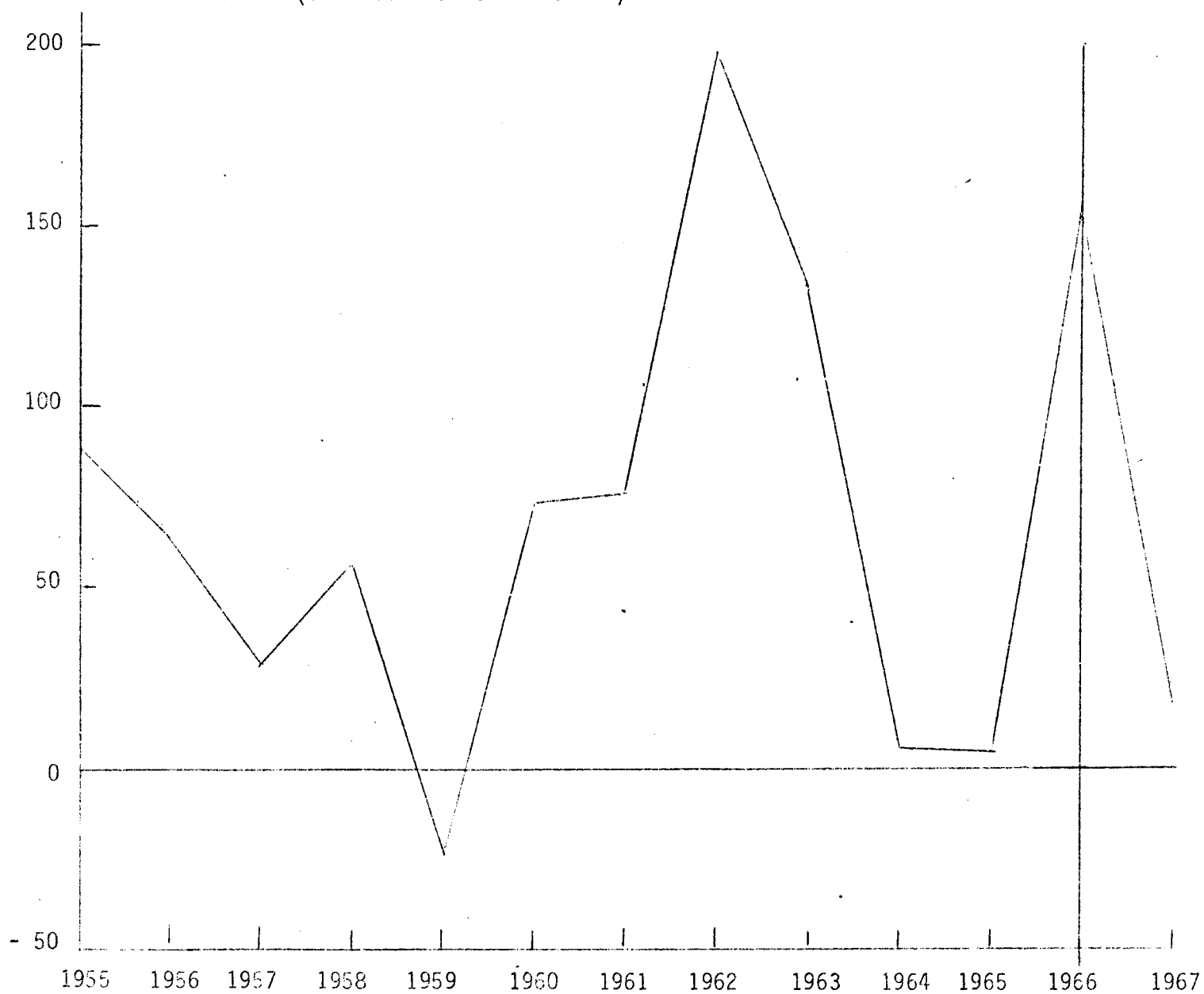
X_3 = fonction caractérisant le crédit aux acheteurs d'automobile,

u_t = aléa résiduel,

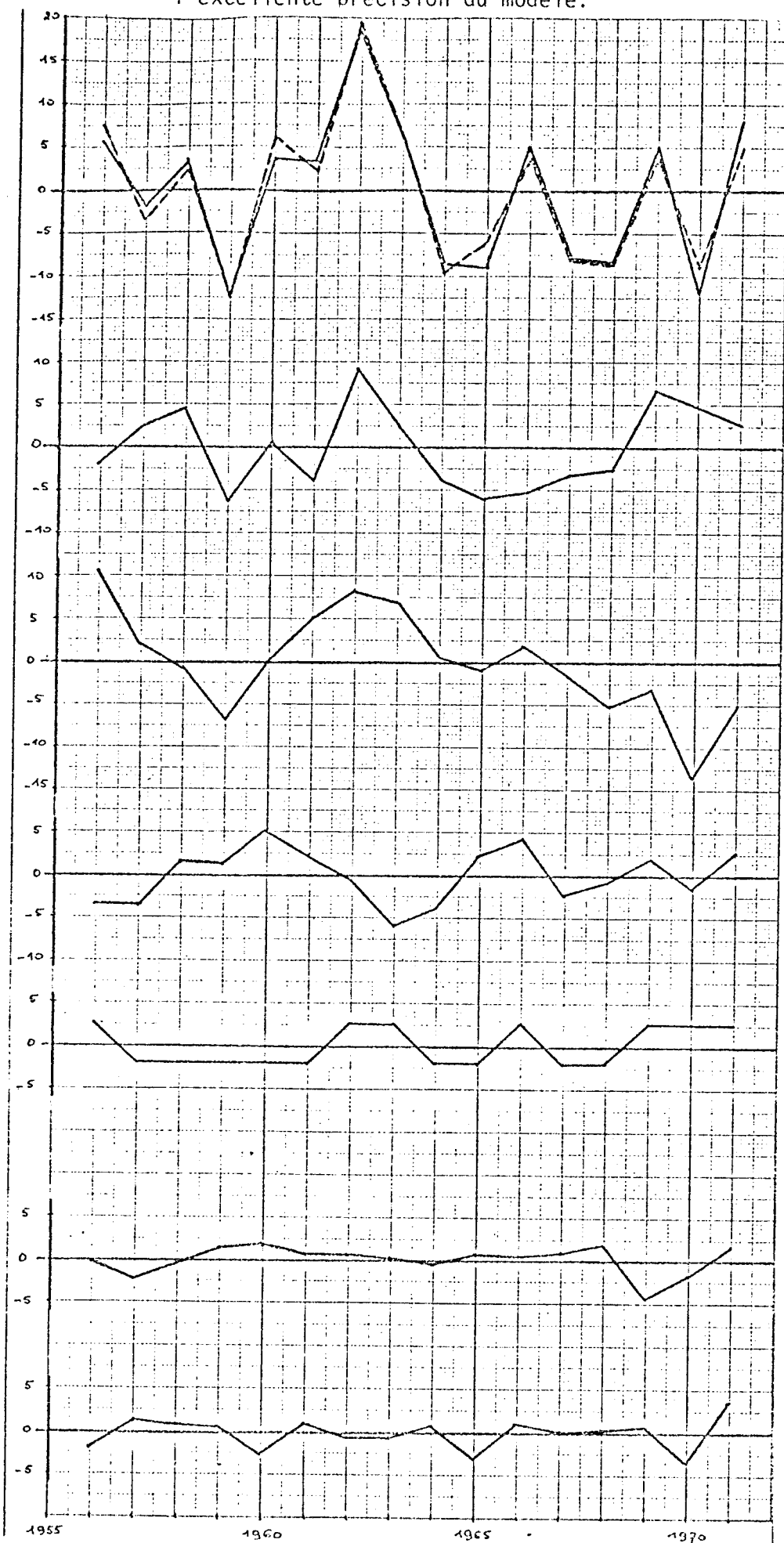
Sur les 16 années de la période 1956 - 1971, le coefficient de corrélation multiple est $R = 0,978\ 866$, l'écart - type résiduel 2,184 et tous les coefficients sont significatifs au test T de Student.

Immatriculations d'automobiles neuves en France

Accroissement (en milliers de véhicules)



On voit sur le graphique ci-après, la contribution des différentes variables explicatives ainsi que les résidus non expliqués ; on constatera l'excellente précision du modèle.



IMPORTANCE DES
DIFFÉRENTS FACTEURS
EXPLICATIFS
DES FLUCTUATIONS
DES
IMMATRICULATIONS
AUTOMOBILES.

REVENU

LIQUIDITÉS OISIVES
DES MÉNAGES

FORCE DE RAPPEL

LANCEMENT DE NOUVEAUX
MODÈLES

CRÉDIT

RÉSIDUS

SYSTEMES INTEGRES DE PREVISION A COURT TERME

Les systèmes intégrés de prévision à court terme, qui mettent en oeuvre les techniques de prévision examinées dans les deux chapitres précédents : prévisions à très court terme, et fluctuations annuelles, commencent à se développer dans les entreprises. Nous allons examiner dans ce chapitre leur utilité, puis l'exemple du système "SYSPRE", enfin leurs développements possibles dans l'avenir.

11.1. L'utilité des systèmes intégrés de prévision.

Nous avons déjà noté que les entreprises avaient besoin de deux sortes de prévisions à court terme :

- les prévisions allant de quelques semaines à quelques mois, nécessaires au planning de production et à la gestion des stocks ;
- les prévisions de 12 à 18 mois nécessaires à l'établissement d'un budget annuel.

Les techniques du type lissage exponentiel, perfectionnées par des méthodes probabilistes telles que le modèle à deux aléas, conviennent assez bien à la réalisation des premières. Cependant, fondées sur l'extrapolation des ventes constatées, elles ne peuvent prévoir des retournements de tendance ; en revanche, une fois ceux-ci constatés, elles s'ajustent très rapidement. Leur précision, souvent très satisfaisante à très court terme (jusqu'à 3 mois) se dégrade donc pour des termes plus éloignés. En outre, même à très court terme, la précision peut être très insuffisante pour des produits dont les ventes ont été perturbées par des événements tels que des campagnes de promotion ou des changements de prix.

D'autre part, les méthodes dites de "fluctuation" conviennent bien pour déterminer les ventes globales d'un produit, mais non les ventes d'une marque particulière. Il faut, pour cela, faire des hypothèses sur les actions du marketing des différentes marques en présence.

En outre, il n'y a pas de raccordement systématique avec les ventes déjà connues.

On voit donc tout l'intérêt de réaliser un système permettant d'utiliser le maximum d'informations, à la fois de nature économique et de nature marketing, pour améliorer la qualité des prévisions à 3 et à 18 mois, et en réalisant par le fait même une cohérence entre elles.

Pourquoi un système ? parce que la chaîne qui va du recueil des informations à leur traitement, aboutira à des prévisions qui feront progressivement l'objet d'une comparaison avec les réalisations successives, et que ces opérations de contrôle réagiront pour l'élaboration de nouvelles prévisions : on a donc bien un véritable "système" au sens cybernétique du mot.

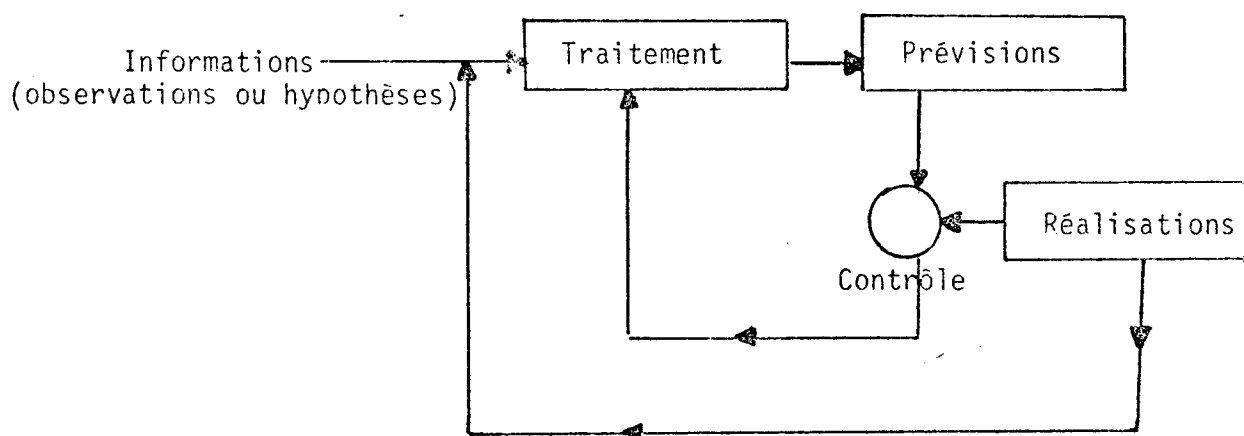


Schéma d'un système de prévision

11.2. Un exemple de système intégré : SYSPRE.

La méthode SYSPRE est l'aboutissement d'une recherche effectuée par la SEMA sous la direction de M. Alain MORINEAU. Cette méthode permet de prévoir automatiquement, mois par mois, les ventes des 18 mois à venir avec une précision satisfaisante en prenant en compte toutes les informations disponibles (plan de marketing, conjoncture...) au moment de l'établissement de la prévision. De plus des contrôles appropriés sont associés à ces prévisions : contrôle de la probabilité d'atteindre ou de dépasser l'objectif annuel de ventes.

Nous allons examiner successivement ces deux aspects : prévision et contrôles, et terminer par un exemple concret d'application de la méthode.

11.2.1. Méthode de prévision

Les éléments de marketing à prendre en compte peuvent se classer en deux groupes :

- 4/52
- a) ceux qui influent principalement sur la tendance à 1 ou 2 ans (par exemple l'ensemble des moyens de vente et de promotion, ou le lancement d'un produit nouveau concurrent) et qui peuvent être résumés par l'objectif annuel de vente retenu par la Direction commerciale. Bien entendu, les possibilités du marché global et l'effet de la conjoncture sur ce marché, sont pris en compte d'une manière ou de l'autre dans cet objectif.
 - b) ceux dont l'influence est surtout ponctuelle, bien qu'elle puisse être importante (par exemple campagne de promotion avec offres spéciales, changement de prix) ; mais nous avons vu au chapitre précédent que certaines de ces actions pouvaient avoir un effet durable sur la tendance, et il faut alors l'intégrer dans le modèle.

La méthode SYSPRE tient compte, de manière très différente, de ces deux aspects.

a) Intégration de l'objectif annuel de vente

Le chiffre annuel de vente peut souvent être prévu avec une précision acceptable,

- soit à l'aide d'un modèle économique, du type "fluctuation", comme on la réalise couramment pour l'automobile, la télévision, etc. ; le chiffre ainsi obtenu concerne le marché global et la société doit évaluer la part de ce marché qu'elle pense obtenir ;
- soit plus simplement grâce à l'expérience de la direction commerciale, ou de chefs de produits.

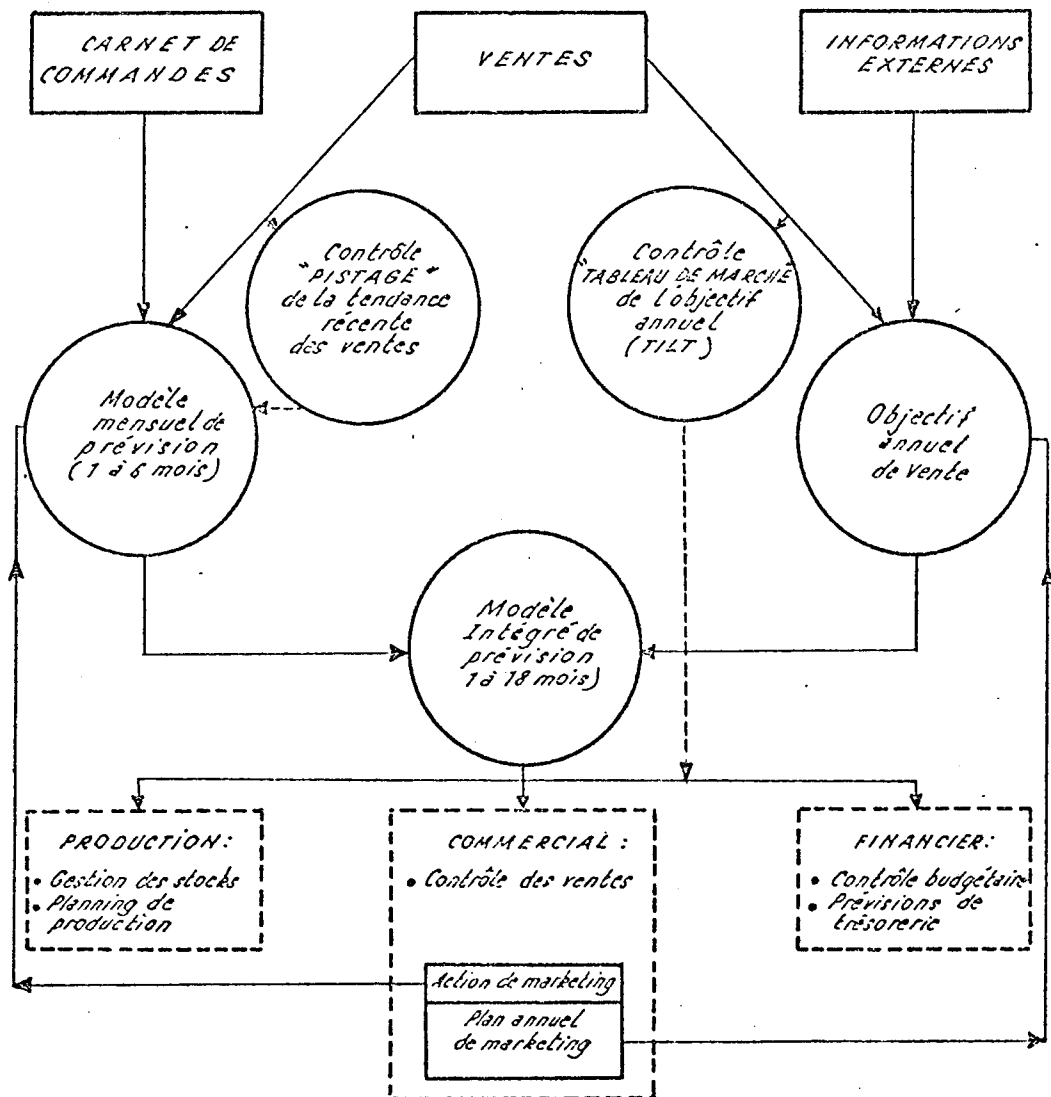
En fait, ce chiffre intègre de façon explicite dans le premier cas et implicite dans le second les effets attendus de la politique commerciale décidée pour le produit, des efforts de la concurrence et de la conjoncture.

Cette approche se révèle par contre impraticable pour déterminer chaque mois les prévisions des 18 mois à venir, prévisions qui doivent de plus prendre en compte la tendance récente des ventes.

METRA

SYSPRE

SYSTÈME INTÉGRÉ DE PRÉVISION A COURT TERME



Source: SEMA

Départ. PREVISION

La solution retenue consiste à pondérer l'objectif annuel de vente et les prévisions obtenues par le modèle à deux aléas, prévisions qui intègrent la tendance récente des ventes. Plus précisément, dans un premier temps, on mensualise l'objectif annuel des ventes en prenant en compte les ventes passées, la saisonnalité et le nombre de jours de livraison ; la formulation est la suivante :

$$v = V.A.S.$$

v : vecteur colonne (1×12) des mensualisations de l'objectif annuel des ventes de l'année t

V : vecteur colonne (1×3) des ventes des années $t-1$, t , $t + 1$

S : vecteur colonne (1×12) des coefficients saisonniers.

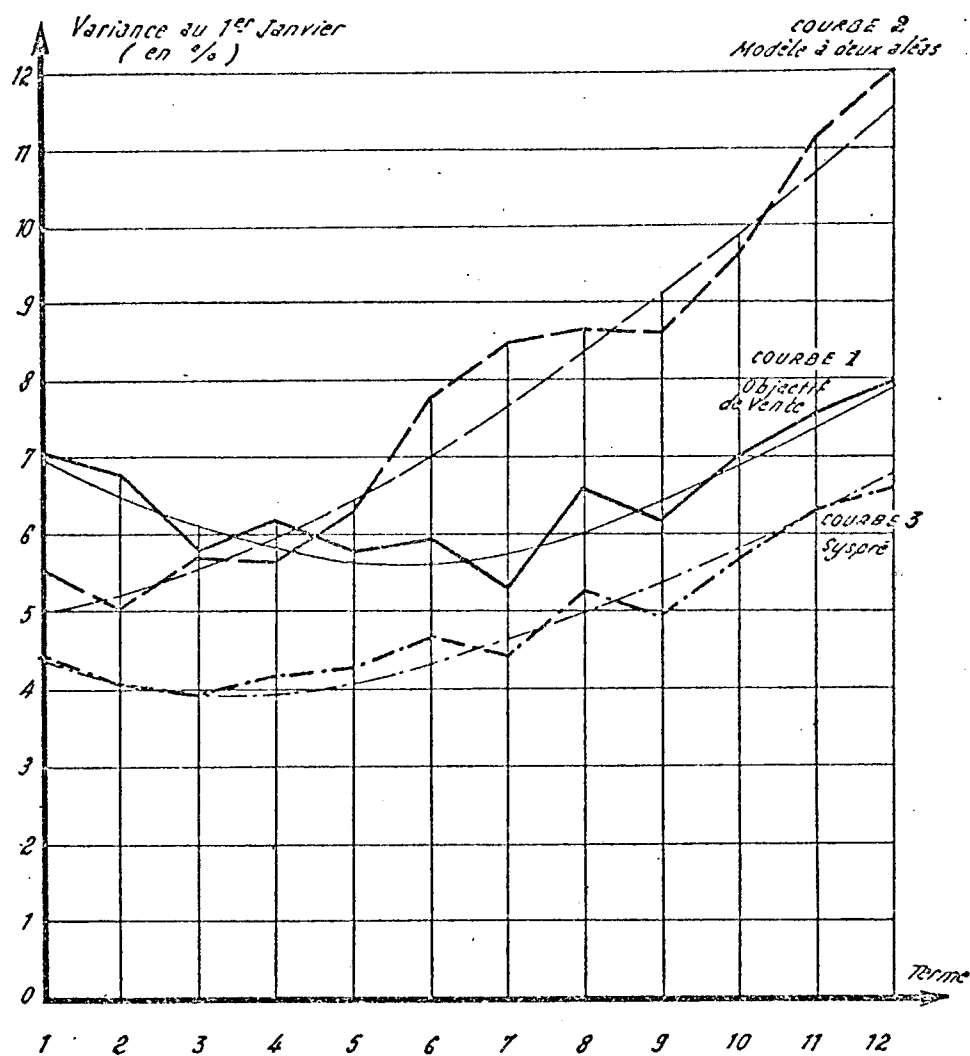
A : matrice (3×12) des coefficients de ventilation ; ces coefficients sont calculés de telle sorte que la courbe mensuelle désaisonnalisée des ventes ainsi obtenues soit un polynôme de degré minimum, les sommes de ces ventes sur chacun des trois exercices redonnent évidemment les ventes annuelles V_{t-1} , V_t , V_{t+1} . Cette technique de ventilation rentre dans le cadre des méthodes suggérées par Lisman et Sandee ⁽¹⁾.

La variance des chiffres mensuels ainsi obtenus évolue avec le terme comme le montre la courbe 1 du graphique ci-dessus ; l'expérience montre que vers le sixième mois les ventes mensuelles désaisonnalisées sont le plus proche de la moyenne annuelle ce qui explique le minimum de la courbe 1.

Dans un deuxième temps on choisit le modèle endogène le mieux adapté et l'on estime ses paramètres ; on a constaté que le modèle à deux aléas donnait une précision toujours au moins aussi satisfaisante que d'autres modèles de lissage. Toutefois dans le cas des industries où le carnet de commandes a un rôle non négligeable, il peut être introduit explicitement dans la formule de prévision qui devient alors :

(1) Lisman J. C. et Sandee J. - Derivation of quarterly figures from annual data. Applied Statistics, vol. XIII, n°2, 1964.

VARIANCE EN FONCTION DU TERME



Source SEMA, Départ. PREVISION

$$\hat{y}_{t+i/t} = M_{(t+i)} + (1-a) y_t + a \hat{y}_{t/t-1} + b_i x_{t+i/t}$$

$x_{t+i/t}$ étant le carnet de commandes du mois t pour le mois $t+i$.

On établit ensuite l'évolution de la variance des prévisions obtenues par le modèle à deux aléas en fonction du terme ; comme l'indique la courbe 2 du graphique ci-contre la variance croît très rapidement au delà de 4 mois.

Le troisième temps consiste à calculer les coefficients de pondération à appliquer aux deux prévisions de façon à obtenir la meilleure précision possible. Ces coefficients de pondération dépendent évidemment du terme et la formule de prévision s'écrit :

$$\hat{x}_{t+i/t} = a_{(t,i)} \hat{y}_{t+i} + (1 - a_{(t,i)}) \hat{z}_{t+i/t}$$

$\hat{x}_{t+i/t}$: prévisions à i mois du modèle SYSPRE, les ventes du mois t étant connues.

$\hat{y}_{t+i}$: objectif de vente mensualisée du mois $t+i$

$\hat{z}_{t+i/t}$: prévisions à i mois du modèle à deux aléas, les ventes du mois t étant connues

$a_{(t),i}$: ensemble des coefficients de pondération dépendant du terme i (1 à 18 mois) et du mois de l'année (t)

Les coefficients a minimisent la variance de la prévision :

$$\text{Var}(\hat{x}) = a^2 \text{Var}(\hat{y}) + (1 - a)^2 \text{Var}(\hat{z}) + 2a(1 - a) \text{cov}(\hat{y}, \hat{z})$$

Notons d'ailleurs que si les deux prévisions sont indépendantes nous avons :

$$a_{(t),i} = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + \sigma_{t+i}^2}$$

σ_i^2 : variance à i mois du modèle à deux aléas

$\sigma_{(t+i)}^2$: variance de budget mensualisé pour le mois de nom $t+i$

La variance de la méthode SYSPRE est donc par définition toujours inférieure ou égale à celle des deux méthodes la composant. En outre, l'expérience a montré que comme l'indique le graphique :

- la variance de SYSPRE peut parfois être très sensiblement inférieure aux variances initiales
- la variance de la prévision ne croît que modérément avec le terme, au moins de 1 à 12 mois.

Ces deux propriétés sont évidemment fondamentales pour les applications.

b) Intégration des facteurs marketing à court terme

Les paramètres des formules précédentes sont estimés en excluant des séries chronologiques de ventes les périodes perturbées par des actions de marketing ayant eu un fort impact à court terme. Les courbes correspondantes peuvent avoir différentes formes, telles que celles qui sont représentées sur la figure n° ci-après, ou que nous avons déjà évoqués dans le chapitre précédent (cf. figure n°).

On examine les courbes de réponse-type qui conviennent le mieux à ces perturbations et on les intègre dans le modèle.

11.2.2. Méthodes de contrôle

a) l'évolution récente des méthodes de contrôle

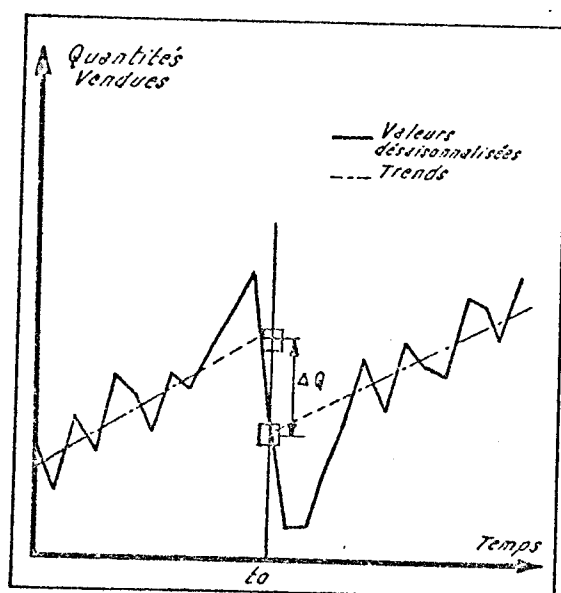
Alors que les contrôles statistiques de qualité pour les fabrications existent depuis longtemps, le développement de méthodes analogues applicables aux séries chronologiques date d'une quinzaine d'années seulement.

Aujourd'hui, le concept de contrôle s'est largement répandu et les Gouvernements ont bâti des indicateurs d'alerte et autres clignotants pour mettre en évidence toute dérive significative par rapport aux objectifs de politique économique.

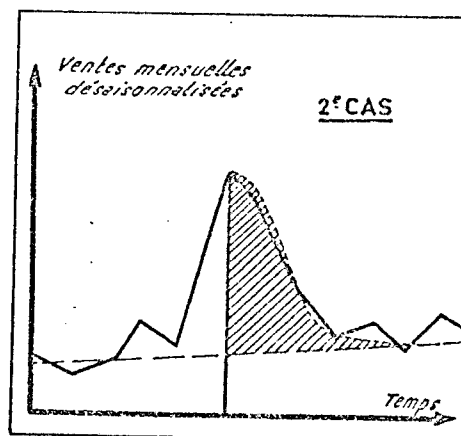
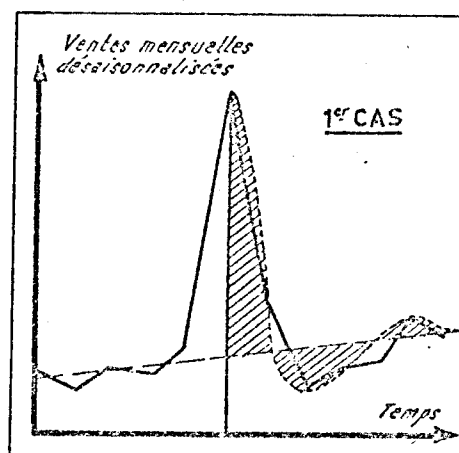
Des techniques entièrement nouvelles ont été proposées. Citons la technique des sommes cumulées et celle, dérivée, utilisant un masque en forme de V. Si les erreurs de prévision sont de moyenne algébrique nulle, leur somme algébrique cumulée doit osciller autour de zéro sans prendre de dérive. On voit ci-contre que le changement de tendance, parfaitement décelable vers les mois 40 à 50 sur le graphique des sommes cumulées, est imperceptible sur le graphique des erreurs mensuelles.

Pratiquement on effectue souvent le test sur la somme cumulée à l'aide de la technique du "masque" dont la nuisance dépend de deux paramètres : l'angle d'ouverture et la distance du sommet de l'angle au dernier point connu. Il y a changement de tendance lorsque la courbe coupe un des côtés de l'angle (cf. graphique n°)

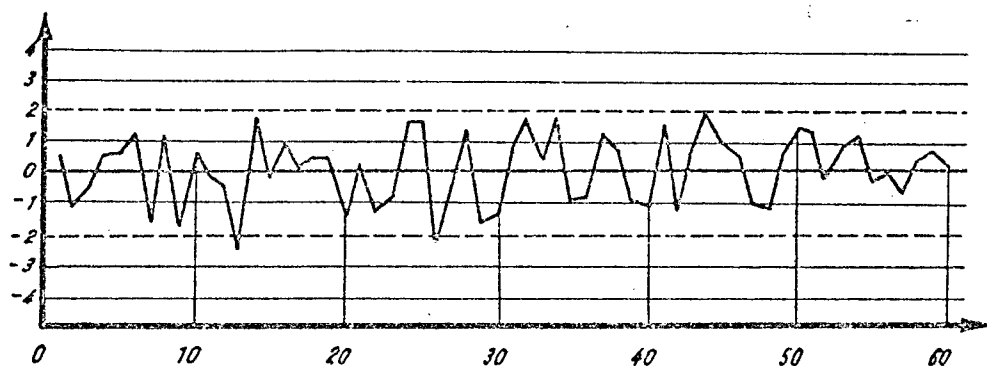
RÉPONSE A UNE HAUSSE DE PRIX D'UNE MARQUE DE CIGARETTES



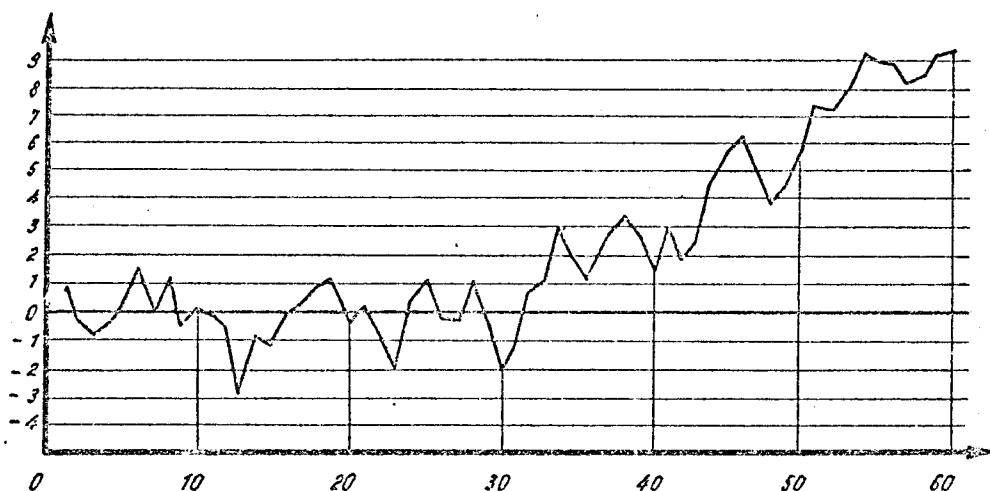
COURBES DE RÉPONSE A UN PHÉNOMÈNE ÉPIDÉMIQUE (PRODUITS PHARMACEUTIQUES)



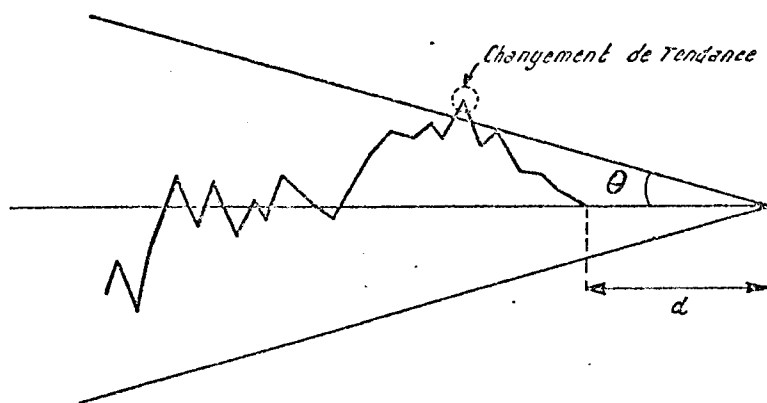
ERREURS DE PRÉVISIONS EN %



CUMUL DES ERREURS DE PRÉVISIONS



*Source : Cumulative Sum Techniques
(ICI Monograph N°3)*



49

Les progrès dans les méthodes de contrôle ont à leur tour réagi sur les méthodes de prévision elles-mêmes ; ainsi G.E.P. BOX et G.M. JENKINS ont par exemple proposé un modèle de prévision dans lequel était intégrée la somme cumulée des erreurs : la formule de prévision est optimale lorsque les différences secondes de la série y suivent un processus de moyenne mobile d'ordre trois :

$$\hat{y}_{t+1/t} - \hat{y}_{t/t-1} = a_{-1} \Delta u_t + a_0 u_t + a_1 \Sigma u_t$$

$$u_t = y_t - \hat{y}_{t/t-1}$$

$$\Delta u_t = u_t - u_{t-1}$$

$$\Sigma u_t = u_1 + u_2 + \dots + u_t$$

a_{-1}, a_0, a_1 paramètres

A notre avis, il y a donc un choix à faire entre deux attitudes : compliquer la méthode de prévision en y incorporant par exemple la somme cumulée des erreurs, ou se limiter à l'emploi de la dernière erreur de prévision (modèle à deux aléas) et contrôler la dérive éventuelle de la somme des erreurs ; le choix dépend évidemment de la fréquence et de la régularité avec lesquelles joue la variable cumulée des erreurs. Dans la pratique, nous avons constaté que dans la série chronologique des ventes d'un produit, de telles dérives se produisent irrégulièrement et pour des causes diverses. Il nous a donc paru préférable de ne pas perturber l'ensemble des prévisions et d'isoler les périodes correspondantes pour les étudier cas par cas.

b) les procédures de contrôle dans la méthode SYSPRE

Dans le cadre de la méthode SYSPRE, deux types de contrôle ont été utilisés : un contrôle de la tendance récente des ventes de type "pistage" analogue à ceux décrits ci-dessus (sommes cumulées), et un contrôle de l'objectif annuel de vente de type "tableau de marche". Ce dernier contrôle consiste à tester, par exemple chaque mois, la probabilité d'atteindre l'objectif annuel de ventes défini par une certaine plage de variation considérée comme admissible. Les deux

tests ont des objets différents : dans le premier cas, on surveille l'évolution de la tendance mensuelle des ventes, dans le second, on cherche à savoir quelles sont les chances de réalisation du budget.

11.2.3. Un exemple d'application de SYSPRE : immatriculations de voitures neuves en France

Nous allons voir l'application de SYSPRE à la prévision mensuelle des immatriculations de voitures neuves en France entre 1969 et 1971.

Les principaux "accidents" qui marquent cette série (hausse de prix, restriction de crédit...) ont des effets tout à fait comparables à ceux qui affectent les ventes de la plupart des produits sur lesquels on effectue habituellement des prévisions.

Dans cette application, SYSPRE a été utilisé tous les mois entre Janvier 1969 et Août 1970. Les prévisions portent sur cette période ainsi que sur la fin de 1970 et sur toute l'année 1971. Les prévisions fournies par SYSPRE, fin Août 1970, -elles sont reproduites ci-après - couvrent donc une période de 16 mois.

La mise à jour des prévisions fournies par SYSPRE est simple :

- on introduit tous les mois (ici entre janvier 1969 et août 1970) la dernière réalisation connue;
- l'objectif annuel de l'exercice futur (qui est dans cette application calculé par un modèle économétrique) est introduit en général en milieu d'exercice (ici au mois d'août);
- les "accidents" qui affectent ponctuellement les séries (ici hausses de prix et restriction de crédits) sont introduits, dès qu'on en a connaissance, sous forme de coefficients correcteurs.

Dans l'exemple que nous avons traité, nous avons introduit les "accidents" suivants :

- mai 1969 : une hausse de prix est prévue en Octobre 1969.
- août 1969 : une restriction de crédit est annoncée. Elle doit prendre effet en Septembre 1969 et se prolonger vraisemblablement jusqu'en février 1970.

- 493
- décembre 1969 : la restriction de crédit est prolongée jusqu'en août 1970. Des hausses de prix sont prévues pour février, avril et octobre 1970.
 - août 1970 : des hausses de prix sont prévues pour le début de 1971.

IMMATRICULATIONS DE VOITURES NEUVES EN FRANCE

(exprimées en milliers)

		Réalisations	Prévisions fournies par SYSPRE	Ecart de Prévisions	Prévisions fournies par lissage exponentiel	Ecart de Prévisions
1969	1	116	116		108	+ 8
	2	103	112	- 9	115	- 12
	3	127	134	- 7	147	- 20
	4	148	139	+ 9	137	+ 11
	5	134	127	+ 7	122	+ 12
	6	144	140	+ 4	127	+ 17
	7	85	78	+ 7	83	+ 2
	8	85	80	+ 5	84	+ 1
	9	90	91	- 1	99	- 9
	10	129	133	- 4	142	- 13
	11	104	99	+ 5	123	- 19
	12	102	110	- 8	116	- 14
TOTAL 1969		1 367	1 359	+ 8	1 403	- 36
1970	1	97	86	+11	100	- 3
	2	96	95	+ 1	104	- 8
	3	134	135	- 1	133	+ 1
	4	128	131	- 3	130	- 2
	5	108	107	+ 1	113	- 5
	6	127	129	- 2	112	+ 15
	7	67	70	- 3	75	- 8
	8	67	67	0	72	- 5
	9	(106)	102	+ 4	83	+ 23
	10	(124)	126	- 2	125	- 1
	11	(117)	124	- 7	109	+ 8
	12	(126)	126	0	108	+ 18
TOTAL 1970		1 297	1 298	- 1	1 264	+ 33
1971	1	(101)	96	+ 5	97	+ 3
	2	(110)	104	+ 6	102	+ 8
	3	(169)	159	+10	134	+ 34
	4	(145)	145	0	130	+ 15
	5	(113)	119	- 6		
	6	(124)	143	-19		
	7	{ (166)	79	+ 8		
	8					
	9	(125)	105	+ 20		
	10	(144)	124	+ 20		
	11	(139)	128	+ 11		
	12	(132)	129	+ 3		
TOTAL 1971		1 468	1 410	+ 58		

↑ PREVISION A 16 MOIS ↓

Les dernières prévisions fournies par SYSPRE, en août 1970, portent sur 16 mois ; nous les avons récapitulées dans le tableau ci-contre, qui permet de comparer les prévisions aux réalisations. Les réalisations mises entre parenthèses sont postérieures à août 1970 et n'ont donc pas servi à l'élaboration des prévisions de fin 1970 et 1971.

On remarquera les points suivants :

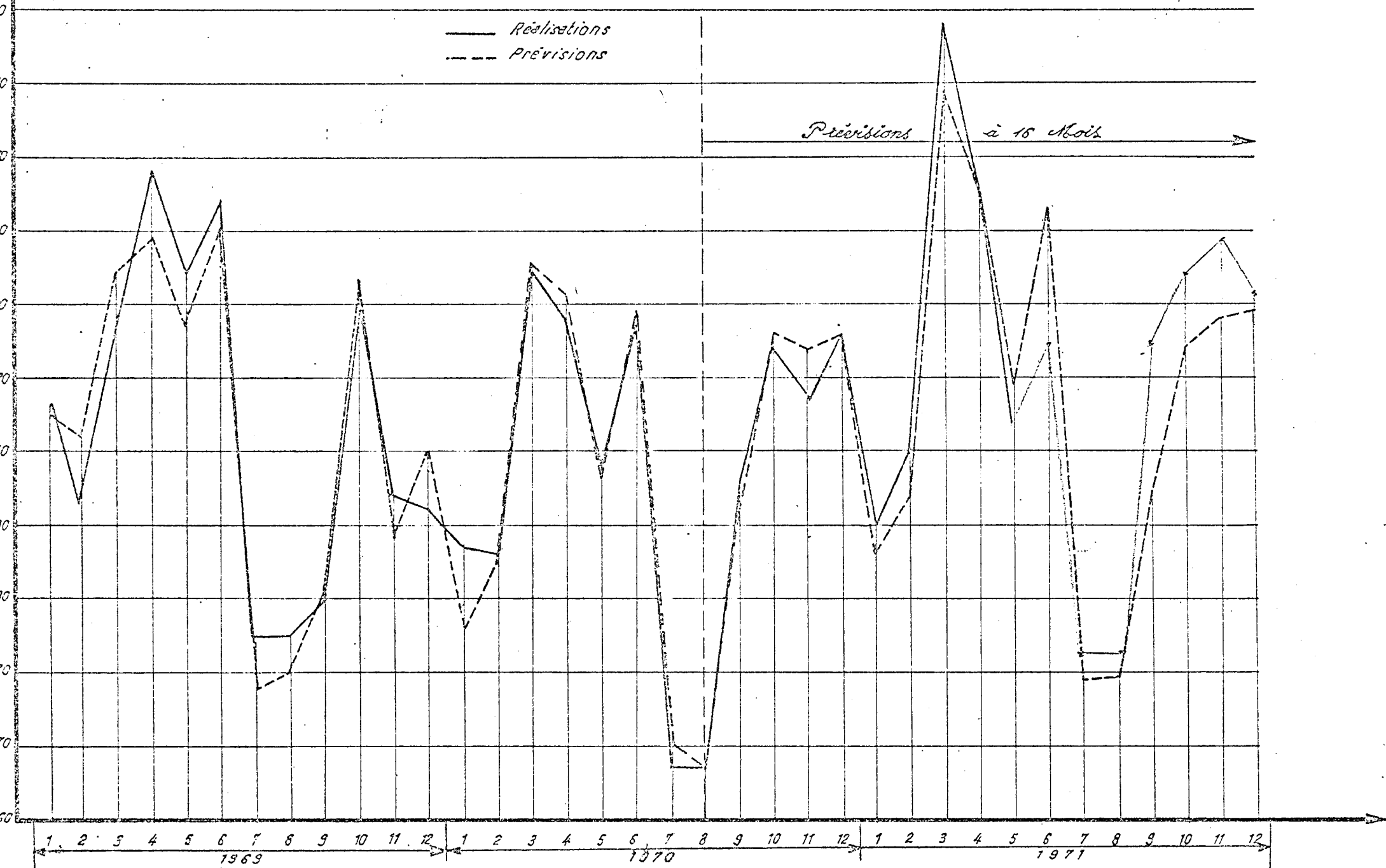
- . la prévision globale fournie par SYSPRE est bonne ; l'augmentation des ventes de 1971 par rapport à 1970 a été prévue mais un peu sous-estimée. Cette sous-estimation provient des 4 derniers mois de 1971 qui ont été très forts pour des questions conjoncturelles imprévisibles 16 mois plus tôt ;
- . les écarts de prévision au niveau mensuel sont faibles sauf en 1971 pour septembre, octobre et novembre ;
- . si l'on compare, pour les premiers mois, les prévisions obtenues par SYSPRE et celles obtenues par lissage exponentiel on voit que 3 fois sur 4 la prévision mensuelle de SYSPRE est meilleure que celle du lissage exponentiel et qu'au niveau des prévisions cumulées, la supériorité de SYSPRE apparaît encore davantage.

Nombre de voitures
en milliers

IMMATRICULATIONS DE VOITURES NEUVES EN FRANCE

— Réalisations
- - - Prévisions

Prévisions à 18 Mois



11.3. Les développements possibles des systèmes de prévision à court terme.

11.3.1. Une meilleure prise en compte de l'économie et du marketing

On peut penser que ces systèmes auront tendance à s'enrichir de données de plus en plus nombreuses et de plus en plus fines. Par exemple, les données économiques relatives à la conjoncture de 6 à 18 mois sont de plus en plus étudiées et relativement mieux connues que par le passé : ainsi en ce qui concerne l'évolution des prix, des revenus ou des liquidités des ménages dispose-t-on aujourd'hui de modèles prévisionnels qui permettent d'en tenir compte de façon satisfaisante.

Par ailleurs, les enquêtes par sondage se multipliant (souvent, sous une forme collective), les sociétés disposent de séries chronologiques sur leurs parts de marchés, et l'on peut davantage en tenir compte dans l'établissement de prévisions. Cela permettra également d'évaluer plus correctement les effets d'actions de promotion et de perfectionner les modèles de "courbes de réponse" que nous venons d'examiner plus haut. Il y aura donc sans doute dans l'avenir des relations plus étroites avec des modèles de marketing prenant en compte la gestion de produits tels que les systèmes d'information de marketing (S.I.M.) ou les modèles d'évaluation de politiques commerciales tels que SPRINTER.

11.3.2. Une intégration dans des systèmes de gestion automatisée à court terme

On verra apparaître de plus en plus de systèmes de gestion automatisée à court terme, faisant la liaison entre les commandes, la production et la gestion des stocks, la facturation et la trésorerie ; les modèles de prévision à court terme s'intégreront dans ces systèmes.

Les séries chronologiques de ventes procéderont directement de l'exploitation des facturations, tandis que les sorties des modèles de prévision, à savoir les prévisions de ventes par produits, alimenteront les directions commerciales et de marketing (objectif et contrôle des ventes), la direction financière (contrôle des budgets et prévisions de trésorerie), la direction de la production (régulation de la production, des stocks, et des approvisionnements).

metra

bruxelles francfort genève londres madrid
milan montréal new york paris rome vienne