

¹ Remerciements

Cette thèse n'aurait pu avoir le jour sans le concours et l'aide de nombreuses personnes auxquelles je tiens à exprimer mes vifs remerciements.

Ma reconnaissance se tourne tout d'abord vers mes directeurs de thèse, les professeurs :

- Alain BULTEZ, pour ses idées innovantes qui ont permis l'accomplissement de ma recherche et surtout pour son investissement et son suivi régulier ainsi que les conseils avisés qu'il a su me prodiguer tout au long de ce travail. Son soutien a permis cette orientation et a été indispensable à la réalisation de cette thèse.

- Jacques THEPOT, pour son investissement, son soutien ainsi que ses conseils qui m'ont été très utiles pour la réalisation de ce travail dans les meilleures conditions.

- Christian DERBAIX, Rodolphe DOS SANTOS, Gilles LAURENT, Els GIJSBRECHTS, d'avoir accepté de siéger dans mon jury de thèse. Leurs remarques et suggestions pendant l'élaboration de ce travail ont été très utiles.

Je tiens également à remercier

- Monsieur Nicolas HOLMANN, responsable des Produits de Grande Consommation à AUCHAN, qui a su me faire profiter de ses données, essentielles pour mon travail.

- Les équipes du LARGE et du BETA et plus particulièrement, le Doyen le professeur Patrick ROGER, qui a toujours répondu favorablement à mes nombreuses sollicitations. Mes remerciements s'adressent ensuite à Edwige ROHE et Sandrine SPAETER pour leur soutien remarquable sans oublier Danielle GENEVE pour sa grande disponibilité.

Je tiens à remercier également mes collègues, en particulier, Yves KHURY, Hassan ADZIMOUSA et Marie PFIFFELMANN pour leur disponibilité.

Mes remerciements s'adressent à Bity DIENE, Mamadou MANIRAGA et Plaideau SRINI qui m'ont aidé dans les enquêtes.

Enfin, je pense à mes parents et amis qui m'ont soutenu notamment Martine BAMIDELE, Fabrice ABENIN et Nathalie KOPOIN.

Ruptures de Stock dans le Commerce de Détails : Coûts et Opportunités

YAPO Acho Théodore

26 septembre 2005

Table des matières

Introduction	10
1 Contexte et problématique de la recherche	14
1.1 L'ampleur et les conséquences des ruptures de stock dans la grande distribution	15
1.1.1 L'ampleur des ruptures de stock dans le commerce de détail : des taux de rupture élevés	15
1.1.2 Coûts et opportunités des ruptures de stock	20
1.1.3 Les objectifs de la recherche	24
1.2 Des réponses incomplètes dans la littérature	26
1.2.1 Les implications de l'estimation de la demande par les ventes	26
1.2.2 Les conséquences des ruptures de stock sur les consommateurs dans la littérature empirique	31
1.2.3 Modélisation théorique de la demande en présence de rupture de stock	33
1.2.4 Absence d'analyse bénéfice/coût dans la littérature des ruptures de stock	35
I Analyse et filtrage des ruptures de stock	38
2 Analyse des ruptures de stock : Définition, Typologie et Déterminants	39
2.1 Quelques Définitions	40
2.1.1 Le stock	40
2.1.2 La rupture de stock	41
2.2 Déterminants des ruptures de stock	43

2.2.1	La problématique de la gestion des stocks	43
2.2.2	La problématique de la gestion des (ré)approvisionnements	47
2.3	Typologie des ruptures de stock : étude empirique	50
2.3.1	Présentation de l'étude	51
2.3.2	Les résultats de l'analyse typologique des ruptures de stock	54
3	Méthodes de filtrage des ruptures de stock	65
3.1	Présentation des méthodes de détection	66
3.1.1	La méthode paramétrique : les tests de discordance	66
3.1.2	Méthode du diagnostic des résidus d'estimation	70
3.2	Etude empirique	75
3.2.1	Approche mécanique	77
3.2.2	Approche économétrique	87
II	Modélisation des comportements des consommateurs : étude théorique	108
4	Etudes des comportements des consommateurs en cas de rupture de stock	109
4.1	Les réactions des consommateurs face aux ruptures de stock : étude empirique	111
4.1.1	Présentation de l'étude	111
4.1.2	Les résultats de l'étude empirique	112
4.1.3	Etude comparative sur les réactions des consommateurs face aux ruptures de stock	125
4.2	Les déterminants des réactions	126
4.2.1	Les déterminants des comportements de substitution	127
4.2.2	Les déterminants des comportements de non-substitution	133
5	Modélisation de la demande en présence de rupture de stock : Cas de deux biens différenciés	138
5.1	Les modèles de différenciation verticale	140
5.1.1	Utilité en cas de premier choix	140

5.1.2	Utilité avec frustration des consommateurs	141
5.2	Cadre du modèle et notations	151
5.2.1	Le distributeur	152
5.2.2	Les consommateurs	152
5.3	Détermination des fonctions de demande	156
5.3.1	Fonction de demande primaire des articles : premier choix	157
5.3.2	Fonction de demande secondaire des articles : choix de substitution	159
5.3.3	Analyse de sensibilité	171
6	Stratégie de couverture des articles	177
6.1	Définition des coûts supportés par le distributeur	179
6.1.1	Coût de l'assurance d'approvisionnement	179
6.1.2	Coût d'indemnisation des consommateurs	181
6.1.3	Les coûts de gestion de stock	184
6.2	Optimisation du profit	187
6.2.1	Profit du distributeur	188
6.2.2	Taux de service optimaux	188
6.2.3	Analyse de sensibilité et simulations	193
7	Conclusion	199
7.1	Contributions principales	199
7.1.1	Contribution méthodologique	200
7.1.2	Implications managériales	202
7.2	Limites et orientations futures	204
7.2.1	Les techniques de filtrage	204
7.2.2	Modélisations théorique et empirique de la demande en présence de rupture de stock	205
	Annexe	207
	Bibliographie	219

Table des figures

1.1	Fréquences des ruptures de stock selon les catégories de produits	17
1.2	répartition des taux de ruptures de quelques familles de produits à fort taux de rupture de stock	18
1.3	répartition des taux de ruptures de quelques familles de produits à faible taux de rupture de stock	19
1.4	répartition des taux de ruptures de stock suivant les jours de la semaine .	20
2.1	Fonctions de répartition des ventes et de la demande	46
2.2	Circuit de distribution des produits	48
2.3	Répartition des principales causes de ruptures de stock	49
3.1	Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux plates selon les seuils critiques	79
3.2	Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux aromatisées suivant les seuils	82
3.3	Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux gazeuses suivant les seuils	85
3.4	Evolution de la sensibilité suivant les seuils critiques pour les eaux plates .	90
3.5	Evolution de la spécificité suivant les seuils critiques pour les eaux plates .	91
3.6	Spécificités des tests dans les deux modèles	93
3.7	Facteurs explicatifs des imperfections des méthodes de filtrage des EP . . .	93
3.8	Proportions des déviants des eaux plates détectés par rapport à l'ensemble des observations par modèle	94
3.9	Evolution de la sensibilité suivant les seuils pour les eaux aromatisées . . .	97

3.10	Evolution de la spcécificité suivant les seuils pour les eaux aromatisées . . .	98
3.11	Proportions des déviants des eaux aromatisées détectés par rapport à l'en- semble des observations par modèle	100
3.12	Evolution de la sensibilité suivant les seuils pour les eaux gazeuses	101
3.13	Evolution de la spécificité suivant les seuils pour les eaux gazeuses	102
3.14	Proportions des déviants des eaux gazeuses détectés par rapport à l'ensemble des observations par modèle	103
4.1	Répartition des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock (en pourcentage)	113
4.2	Plan factoriel 1 et 2	114
4.3	Plan factoriel 1 et 3	116
4.4	Comportements de substitution entre type de marques	117
4.5	Plan factoriel 2 et 3	119
4.6	Quelques possibilités de substitution en cas de rupture de stock	122
4.7	Répartition des comportements des consommateurs en cas de rupture selon les caractéristiques des bouteilles d'eau	124
5.1	Représentation des écarts des utilités dans le cas de deux biens différenciés verticalement	145
5.2	Représentation des coûts de substitution de H à L	147
5.3	Représentation des coûts de substitution de L à H	148
5.4	Fonction d'utilité de passage de H à L	149
5.5	Fonction d'utilité de passage de L à H	150
5.6	Représentation des courbes d'utilité dans le plan	155
5.7	Schématisation du processus d'achat des articles	156
5.8	Parts de marché primaires des deux articles	158
5.9	Parts de marché primaire et secondaire de la marque de bas de gamme L quand l'article H est indisponible	161
5.10	Parts de marché primaire et secondaire de la marque de haut de gamme H quand L est absent	163

5.11	Représentation des demandes des articles	167
5.12	Les quantités en fonction du taux de l'article de basse gamme	169
5.13	Les quantités en fonction du taux de l'article de qualité supérieure	170
5.14	Illustration de l'impact de la variation du taux de disponibilité d'un article sur la demande du concurrent	174
6.1	Schématisation du processus de compensation et de couverture	178
6.2	Schématisation du processus de compensation	180
6.3	Montant de l'indemnité suivant le taux de disponibilité pour différents ni- veaux du paramètre b_2	185
6.4	Evolution des coûts de gestion de stock en fonction du taux de disponibilité	187
6.5	Evolution des taux de service optimaux suivant les paramètres d'indemnisation	194
6.6	Evolution des quantités optimales suivant les paramètres d'indemnisation .	195
6.7	Evolution du profit optimal suivant les paramètres d'indemnisation	197

Liste des tableaux

2.1	Ventes observées et demande d'un article	45
2.2	Distribution des ventes et de la demande	45
2.3	Taux moyens hebdomadaires des articles ayant présenté des ventes nulles pendant le mois de mai 2002	52
2.4	Statistiques sur le nombre d'articles en rupture de stock (au moins une fois) selon la catégorie d'eaux et par type de marques	53
2.5	Tableau des horaires de couverture du suivi des articles	54
2.6	Répartition des ruptures de stock suivant les types de marque et le moment d'occurrence	55
2.7	Tableau récapitulatif des caractéristiques des différents types de rupture de stock	56
2.8	Répartition des articles des EP avec des demandes nulles suivant les jours de la semaine	58
2.9	Répartition des articles des EP avec des demandes faibles suivant les jours de la semaine	59
2.10	Répartition des articles des EA avec des demandes nulles suivant les jours de la semaine	59
2.11	Répartition des articles des EA avec des demandes faibles suivant les jours de la semaine	60
2.12	Répartition des articles des EG avec des demandes inférieures à 5 unités suivant les jours de la semaine	61
2.13	Nombre d'articles retenus suivant le critère ABC	62

2.14 Les moyennes quotidiennes des ventes (en Euro) des deux groupes d'articles obtenus du critère ABC	62
3.1 Codification des variables de la catégorie des eaux plates et ruptures de stock	78
3.2 Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux plates	79
3.3 Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux plates au seuil de 10%	80
3.4 Codification des articles de la catégorie des eaux aromatisées et rupture de stock	81
3.5 Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux aro- matisées	82
3.6 Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux aroma- tisées	83
3.7 Ruptures de stock et codification des articles de la catégorie des eaux gazeuses	84
3.8 Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux ga- zeuses	85
3.9 Ruptures de stock non détectées par la méthode mécanique pour les eaux gazeuses	86
3.10 Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux gazeuses	86
3.11 Les effets des promotions sur les parts de marché des articles de la catégorie des eaux plates	88
3.12 Parts de marché estimées à prix identiques pour les eaux plates (en %) . .	89
3.13 "Fausses" ruptures détectées pour les eaux plates	92
3.14 Effets promotionnels dans les deux modèles	92
3.15 Les effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux aromatisées	95
3.16 Parts de marché estimées à prix identiques pour les eaux aromatisées (en %) .	96
3.17 Ruptures de stock détectées et ratio ventes/moyennes des ventes normales pour les eaux aromatisées	97
3.18 Effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux aromatisées dans le second modèle	98

3.19	Ratio ventes / ventes normales moyennes des "fausses" ruptures détectées pour les EA	99
3.20	Les effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux gazeuses	100
3.21	Parts de marché estimées à prix identiques pour les eaux gazeuses (en %) .	101
3.22	Comparaison des ventes des articles détectées à tort à la moyenne des ventes normales	102
3.23	Comparaison des ventes des articles détectées à tort à la moyenne des ventes normales	103
4.1	Tableau comparatif des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock selon les études	126
4.2	Tableau récapitulatif des facteurs influençant les comportements des consommateurs en cas de ruptures de stock	128
6.1	Valeurs des paramètres	194

Introduction

Actuellement, il ne se passe pas un jour sans que les consommateurs n'expérimentent des ruptures de stock lors de leur visite dans les magasins. Malgré l'évolution récente des systèmes d'information dans le domaine des ECR et de la catégorie-management qui ont apporté des techniques logistiques nouvelles aux entreprises en vue d'accroître leur efficience en matière de gestion des stocks et des approvisionnements, les chiffres montrent que les managers sont loin de gagner leur pari de réduction des ruptures de stock car la situation devient de plus en plus inquiétante. En effet, Panel International¹ notait, dans le cadre d'une étude menée pour le compte d'ECR-France, qu'en moyenne, un consommateur sur 10 n'arrivait pas à trouver au moins un des articles qu'il souhaiterait acheter dans un hyper ou un supermarché français. Outre atlantique, le constat est le même car l'étude menée par le cabinet Andersen Consulting en 1996 sur des supermarchés américains indiquait un taux de rupture moyen de 8,2% par jour. Même si en moyenne, les supermarchés font mieux que les hypermarchés (9.1% versus 11.8%)², ces taux restent tout de même relativement très élevés au point que Mason and Wilkinson (1976) concluaient qu'un niveau de rupture de 10 à 30% était même devenu une norme plutôt qu'une exception.

Une telle situation n'est pas sans conséquence sur les consommateurs qui sont obligés de revoir leur planification initiale d'achat (en cas d'achat non impulsif). En effet, dans leur grande majorité, les études ont noté qu'en absence de leur article préféré, les consommateurs peuvent se rabattre ou non sur un autre (annulation, report ou changement de magasin). Même si ces réactions dépendent de plusieurs facteurs, la plupart de ces études indiquent que les comportements de substitution sont prédominants.

D'autre part, des études (Connan et Yapo 2004, Fitzsimons 2000, Corstjen and Corstjens 1995, etc..) ont montré que les consommateurs ayant constaté des ruptures de stock présentent une faible satisfaction au magasin; autrement dit, quelle que soit la réaction adoptée, la rupture de stock induit chez les consommateurs, une certaine frustration qui peut être traduite en terme de coûts (objectifs et/ou psychologiques), réduisant ainsi leur

¹in LSA, 2000a

²LSA, 2000, No.1670

utilité retirée. Bien qu'il subsiste des questions dans la littérature, des travaux (Borin et al. 1994, Andersen and Amato 1974, etc..) s'accordent à reconnaître que les ruptures ont modifié la structure de la demande.

Cette situation invite à penser que modéliser la demande en prenant en compte les ruptures de stock d'une part et les frustrations subies par les consommateurs d'autre part, serait plus réaliste. C'est pourquoi, nous proposons dans ce travail d'étudier l'impact des ruptures de stock sur la demande dans un cadre théorique à partir des comportements des consommateurs en tenant compte de leur frustration subie. L'objectif de la recherche est plus précisément de montrer d'une part comment prendre en compte des ruptures de stock non observées en magasin dans la modélisation de la demande et d'autre part, comment modéliser la demande à partir des comportements des consommateurs en tenant compte des coûts induits par les ruptures de stock chez le consommateur. La manière de traiter la première préoccupation diffère suivant l'approche utilisée (empirique ou théorique).

Dans notre travail, le premier objectif est traité différemment suivant ces deux approches : au plan empirique - en faisant une étude comparative de deux techniques différentes de filtrage dont l'une est paramétrique et l'autre explicative - et au plan théorique, par une démarche fondée sur une analyse en termes de bénéfice/coût. Le second est abordé au plan théorique par une démarche fondée sur la théorie de l'organisation industrielle et la théorie du regret. L'organisation de la thèse est la suivante :

Le **chapitre 1** présente l'ampleur des ruptures de stock dans le commerce de détail et montre que les ruptures de stock créent des frustrations chez le consommateur. Une revue des articles sur la modélisation de la demande en présence de ruptures de stock indique que celles-ci ne sont pas prises en compte dans les modèles de demande. De plus, ce chapitre montre que la prise en compte des ruptures de stock exige les filtrages des ruptures de stock car elles ne sont pas observées en magasin. L'apport de notre travail est de tester empiriquement la capacité de deux techniques différentes à détecter les ruptures de stock et de proposer un modèle théorique de demande.

Le **chapitre 2** sert de cadre descriptif des données à partir d'une étude typologique des ruptures de stock. Les problèmes que peut poser le filtrage des ruptures (ventes nulles et faibles) sont analysés. L'apport principal est de montrer que les ruptures n'ont pas les mêmes profils et surtout de mettre en évidence les articles qui présentent des ventes nulles ou faibles.

Dans le **chapitre 3**, sont présentés les techniques et les résultats des filtrages des ruptures de stock. Deux méthodes différentes, appliquées à des séries de ventes, permettent de tester la capacité des techniques à détecter les ruptures.

Avant la modélisation théorique de la demande, nous étudions dans le **chapitre 4** les réactions des consommateurs face aux ruptures. Cette analyse est faite au niveau de la marque et du type de marque, ce qui constitue sa contribution.

Les ruptures de stock induisant des coûts chez le consommateur, nous proposons dans le **chapitre 5**, un modèle de demande de deux biens différenciés par leur niveau de qualité perçue intégrant les frustrations subies par les consommateurs à travers leur fonction d'utilité. L'apport principal est de modéliser la demande à partir d'un programme d'optimisation prenant en compte les coûts engendrés par les ruptures.

La demande dépendant des taux de disponibilité des articles qui sont non observés, alors ils sont déterminés dans le **chapitre 6** en maximisant le profit du distributeur. Nous mettons en place deux stratégies pour le distributeur afin de veiller à l'approvisionnement de son linéaire. La première consiste à souscrire une garantie d'approvisionnement auprès d'un fournisseur dans le but d'améliorer le niveau de qualité de service offert au consommateur. La seconde consiste à payer des indemnités aux consommateurs pour compenser les frustrations induites par les ruptures de stock. La proposition d'un niveau de service au détaillant peut lui permettre d'évaluer ses performances.

Le **chapitre 7** dresse une analyse critique des apports et limites de notre travail en proposant les implications managériales et des axes futurs de recherche.

Chapitre 1

Contexte et problématique de la recherche

Avec les progrès technique et technologique très rapides, la société actuelle est devenue plus une société de consommation qu'elle ne l'a jamais été. A travers les médias et surtout avec le développement récent des moyens de communication (internet, publicité, etc..), la consommation est devenue de plus en plus incitatrice. La création et la diffusion de nouveaux produits avec des positionnements bien précis sont devenues la principale préoccupation des spécialistes du marketing en passant par le développement des offres promotionnelles qui sont autant d'éléments incitatifs à la consommation.

Toutes ces mutations ont donc contribué à une demande de plus en plus forte des produits de consommation courante entraînant parfois de la part du distributeur, une difficulté de maîtrise de la demande qui se situe souvent au-delà de ses prévisions ; les problématiques de gestion des stocks et des approvisionnements, tout comme celle de la qualité de service se font plus aiguës. Les ruptures de stock se sont accrues, pénalisant le consommateur et le distributeur. Cette situation a rendu les choix des consommateurs incertains modifiant ainsi considérablement la structure de la demande traditionnelle¹.

Pour mieux cerner les enjeux et définir notre problématique, il est important de montrer au préalable l'ampleur qu'a pris les ruptures de stock dans le commerce de détail et ses

¹C'est la demande classique en temps normal où les besoins du consommateur sont satisfaits.

conséquences sur les consommateurs et le distributeur.

1.1 L'ampleur et les conséquences des ruptures de stock dans la grande distribution

En dépit de l'entrée de la logistique dans la grande distribution, ce secteur est continuellement menacé par les ruptures de stock qui affectent négativement le distributeur et le consommateur (Emmelhainz et al. 1991, Fitzsimons 2000). Dans leur ensemble, les études réalisées sur les ruptures de stock sont plus portées sur les réactions des consommateurs. Peu d'entre elles ont été consacrées à une description statistique du phénomène. Parmi celles-ci, on peut citer trois principales études notamment les travaux de Progressive Grocer (1968), ceux de Andersen Consulting (1996) et enfin les études de LSA (2000a et 2000b). Certes, d'autres recherches (Emmelhainz et al. 1991, Walters and Grabner 1975, ..) avaient auparavant pointé du doigt la persistance des ruptures de stock dans la grande distribution mais elles étaient plus portées sur l'analyse des comportements des consommateurs. Ce sont en effet ces trois travaux qui vont nous permettre de mieux comprendre et appréhender véritablement l'ampleur de ce fléau dans le commerce de détail, et ce au moyen de statistiques précises.

1.1.1 L'ampleur des ruptures de stock dans le commerce de détail : des taux de rupture élevés

Djà, en 1976, Mason and Wilkinson faisaient remarquer qu'un taux de rupture de 10 à 30% était devenu une norme plutôt qu'une exception. Des études plus récentes (LSA, 2000a et 2000b, Campo et al., 2000, etc.) ont relevé les taux élevés des ruptures de stock dans la distribution. Cela traduit la menace des ruptures dans le commerce de détail ne date pas d'aujourd'hui. Cependant, tous les produits ne sont pas touchés de la même façon car il existe une disparité non seulement entre les produits mais également entre les jours de leur occurrence dans la semaine.

Les produits les plus touchés par les ruptures de stock : les produits de grande consommation (PGC)

Dans leur majorité, les travaux cités précédemment indiquent que les produits de grande consommation sont les plus menacés. Déjà en 1968, les travaux de Progressive Grocer révélaient des taux de rupture² élevés dans la catégorie des PGC. En effet, la fréquence des ruptures enregistrées chez les surgelés, les céréales, les papiers hygiéniques, les savons dépassait les 18%. Cependant malgré les progrès considérables réalisés par les gestionnaires grâce aux nouveaux apports de la logistique ces dernières décennies, les taux de rupture restent toujours relativement importants dans les PGC.

D'autre part, les recherches menées en 1996 par Andersen Consulting pour le compte de Coca-Cola Atlanta sur 8 catégories de produits couvrant plus de 700 articles par magasin faisaient le même constat et les résultats sont sans appel. En effet, ils révèlent que 48% des articles des catégories étudiées (couches d'enfants, bouteilles d'eau, boissons gazeuses, fruits gelés, pain, tissus de toilette, pizzas et yaourts) étaient en ruptures de stock au moins une fois. Le taux moyen de rupture se situait autour de 8,2%, ce qui reste relativement élevé. Cependant des disparités existent entre les catégories ; elles surviennent beaucoup plus fréquemment dans certaines catégories que dans d'autres comme le présente la figure 1.1.

L'examen de cette figure permet de noter qu'elles sont inégalement réparties dans les différentes catégories de produits. Alors que leur fréquence est en dessous de la moyenne pour les couches d'enfants, les pizzas, les tissus et les pains, les taux dépassent les 10% pour les yaourts, l'eau et les jus.

Par ailleurs, l'étude d'Andersen a montré que les produits bénéficiant plus fréquemment d'offres promotionnelles sont également concernés par les ruptures de stock car les taux y sont élevés (19% de l'ensemble).

Bien évidemment, toutes ces ruptures ont un impact (négatif) sur les chiffres d'affaires

²Le taux de rupture est le nombre moyen de situations de rupture observées par cycle ou par unité de temps.

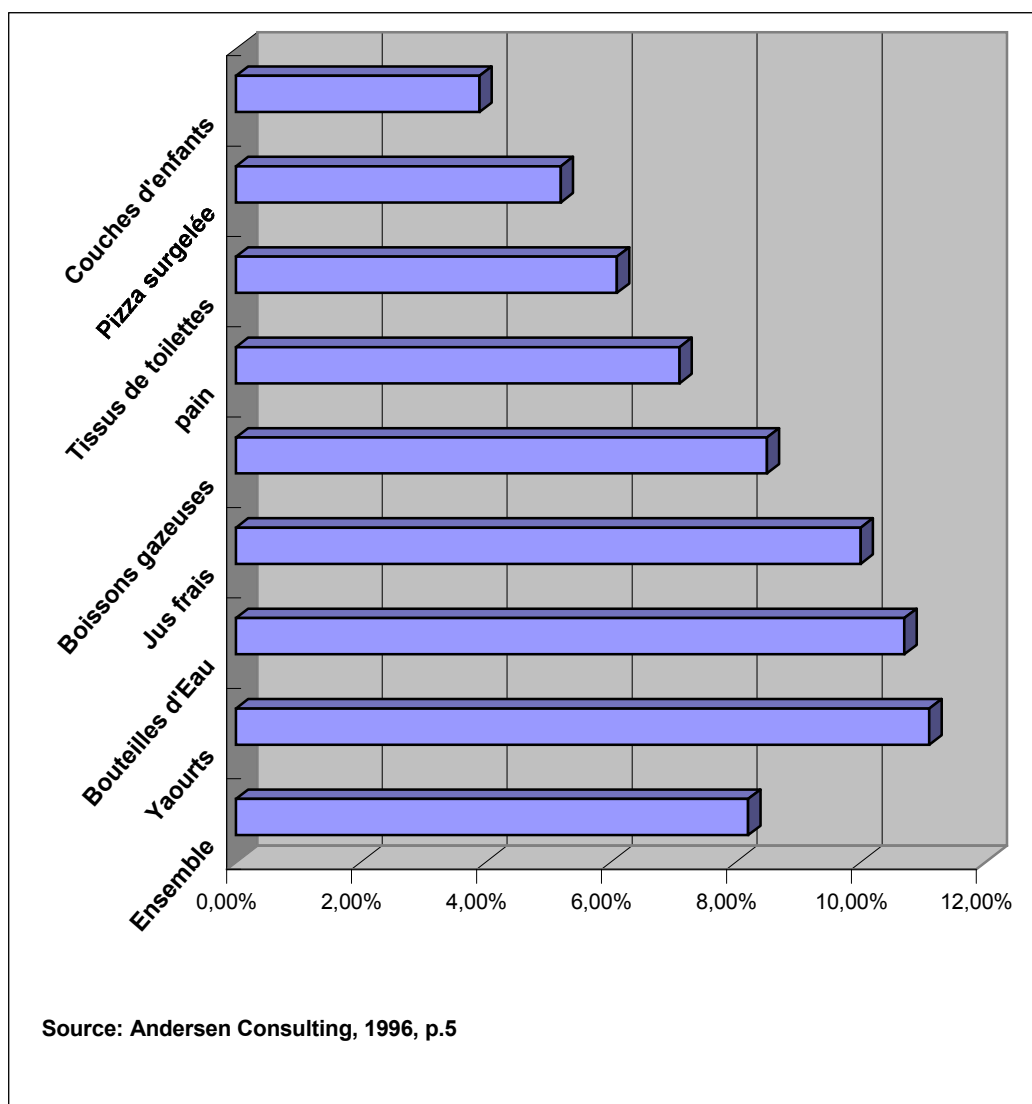


FIG. 1.1 – Fréquences des ruptures de stock selon les catégories de produits

enregistrés. En effet, Andersen note que les effets sur les ventes diffèrent suivant les catégories. Alors que les produits à forte rotation font perdre plus de 50% des ventes aux managers, les pertes des autres tournent autour de 13% du chiffre d'affaires. Celles liées aux ruptures induites par les actions promotionnelles s'estiment environ à 15% du volume total des ventes.

Cependant, ce fléau n'est pas propre à un pays ou à un continent. En France, l'étude³ menée dans 2650 hyper et supermarchés par Panel International à la demande d'ECR

³Voir LSA, No.1672, p.64

France, organisme regroupant 12 distributeurs français et près de 80 industriels, montre que le taux moyen de rupture de stock en rayons en 1999 était de 10,90%. Elle indique également la persistance des ruptures de stock dans certaines catégories de produits à forte rotation où les fréquences les plus élevées variaient de 15% à 30% (voir figure 1.2) et les plus faibles, de 5% à 8% (voir figure 1.3).

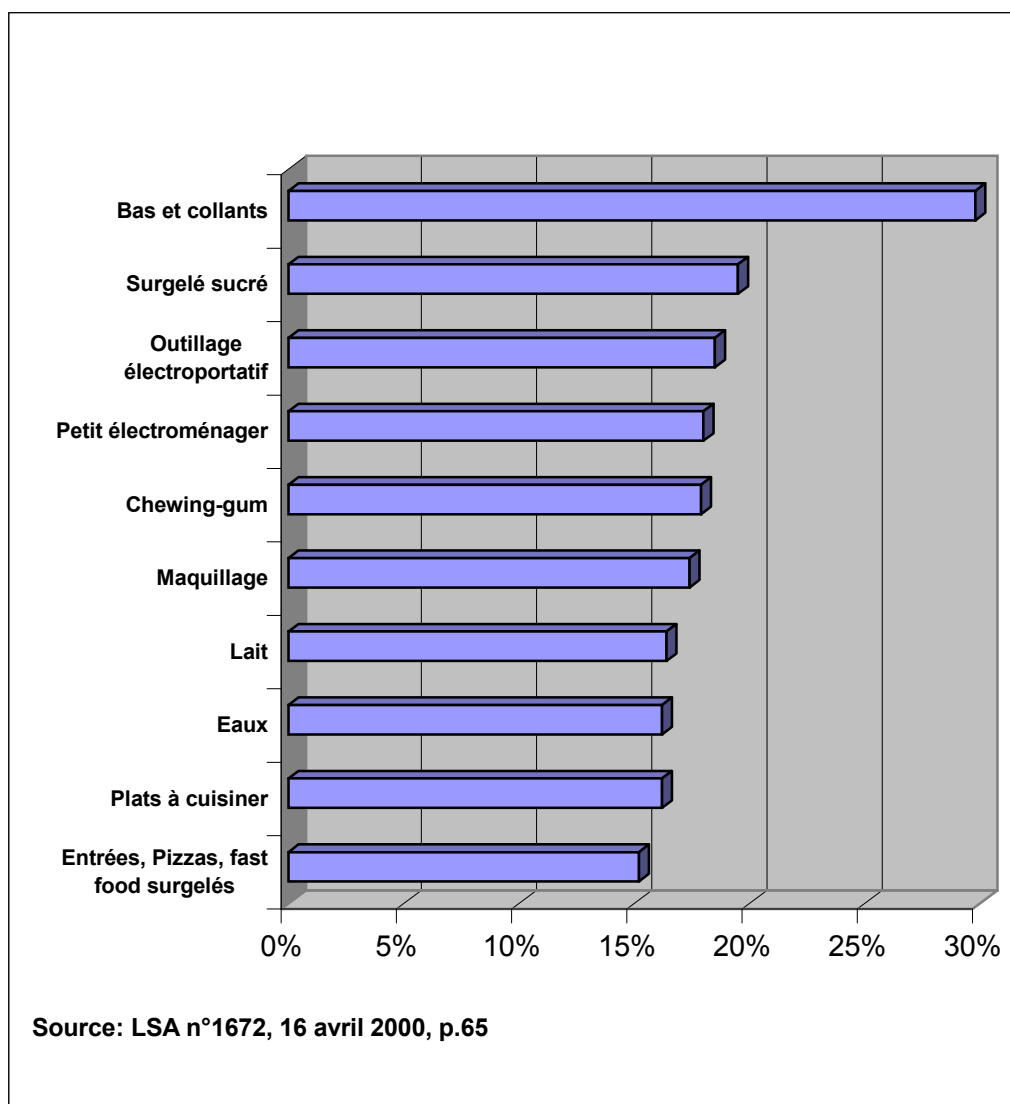


FIG. 1.2 – répartition des taux de ruptures de quelques familles de produits à fort taux de rupture de stock

La plupart de ces études notent également une inégale répartition des taux de ruptures selon les jours de la semaine et les moments d'occurrence dans la journée.

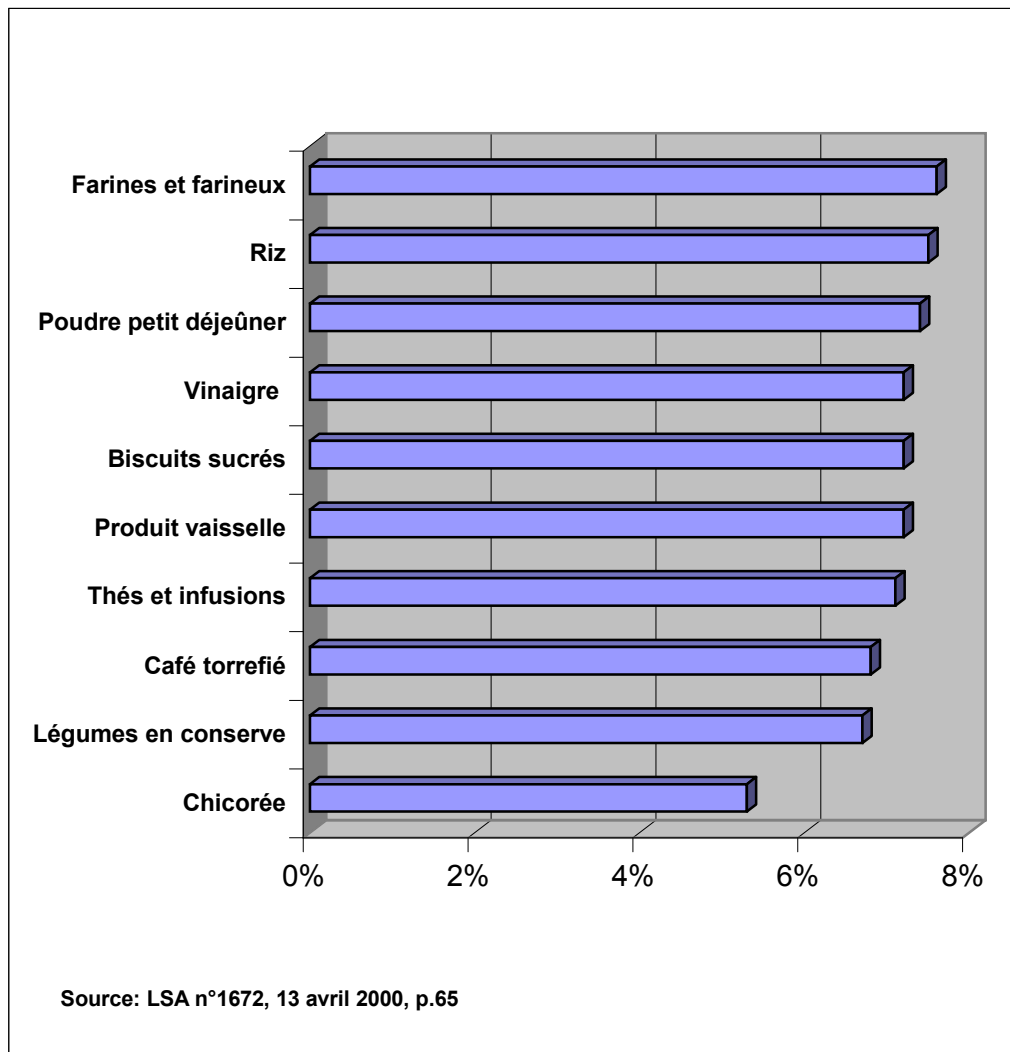


FIG. 1.3 – répartition des taux de ruptures de quelques familles de produits à faible taux de rupture de stock

Une disparité dans la répartition des ruptures de stock dans le temps

L' examen de la répartition des ruptures de stock selon les jours de la semaine à travers la figure 1.4 révèle que les forts taux de ruptures sont enregistrés en début de semaine (dimanche et lundi, plus de 10% en moyenne) tant au niveau de l'entrepôt que du linéaire. Entre le mardi et le samedi, ils sont relativement faibles et sont en dessous des 8%.

En outre, on note l'existence d'inégalités dans leur répartition. En effet, celles-ci sont

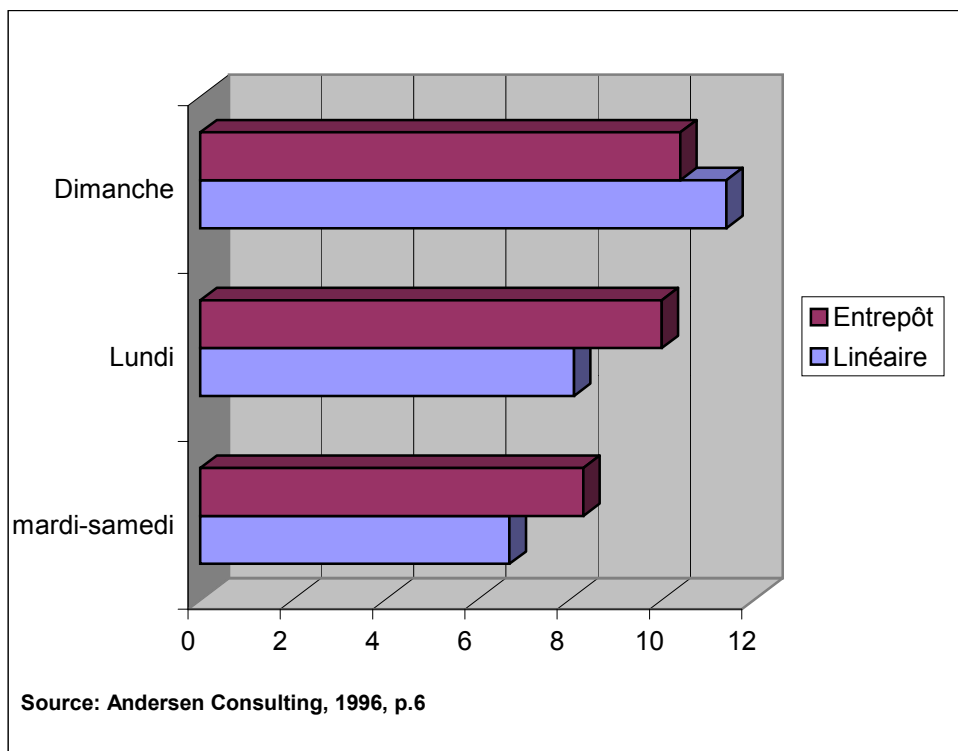


FIG. 1.4 – répartition des taux de ruptures de stock suivant les jours de la semaine

souvent observées en fin de journée, précisément, entre 14h et 17h. Cette situation s'explique par une forte demande pendant ces périodes entraînant une baisse du stock disponible, ce qui induit souvent des ruptures de stock.

Toutes ces statistiques nous montrent de façon précise les menaces permanentes des ruptures de stock dans la grande distribution. Comme nous pouvons le constater, ce fléau n'est pas un phénomène récent ni spécifique à une seule catégorie de produits ou à un seul pays mais constitue plutôt un problème général qui affecte autant le consommateur que le distributeur.

1.1.2 Coûts et opportunités des ruptures de stock

Les ruptures de stock exercent simultanément une influence sur les consommateurs et le distributeur. Si pour les premiers, elles ne se traduisent que par des coûts, pour le second, outre les coûts induits, elle peut offrir des opportunités en cas de substitution.

Coûts des ruptures de stock pour le consommateur

Face à l'indisponibilité de leur premier choix, les consommateurs sont obligés de revoir leur décision initiale d'achat. Dans la littérature, la plupart des études sur le comportement du consommateur (Campo et al. 2000, Fitzsimons 2000, Emmelhainz et al. 1991, Schary and Christopher 1979, Walters and Grabner 1975, Progressive Grocer 1968, Nielsen 1968, Pechkam 1963, etc..) notent quatre réactions spécifiques en cas d'indisponibilité de leur article préféré ou recherché :

- les comportements de substitution ;
- les comportements de changement de magasin ;
- ceux d'annulation de la décision d'achat ;
- les comportements de report de la décision d'achat.

Le consommateur se retrouve alors face à différentes alternatives, pas nécessairement envisagées d'avance. Selon le type de marché, tel ou tel comportement sera privilégié (Che-tochine 1992).

Ce changement de la décision (initiale) d'achat induit inéluctablement des coûts (Fitzsimons 2000, Corstjens and Corstjens 1995) car le premier choix est celui qui lui procure l'utilité maximale. En effet, les travaux sur le niveau de satisfaction du consommateur ont montré que les ruptures réduisent l'utilité du consommateur (Campo et al. 2000, Fitzsimons 2000). En d'autre terme, elles créent, chez l'acheteur, une frustration qui se reflète dans sa fonction d'utilité. Même si celle-ci n'est pas toujours objective, elle peut être psychologique (Fitzsimons 2000), donc difficilement quantifiable.

Si pour le consommateur les ruptures de stock se traduisent uniquement par des coûts, il n'en est pas de même pour le distributeur.

Coûts et opportunités des ruptures de stock pour le distributeur

Outre le consommateur, les ruptures de stock ont des conséquences sur le distributeur. Bien que l'affectant négativement dans l'ensemble (Campo et al. 2003, Walter and Grabner

1975), elles peuvent engendrer deux effets simultanés opposés suivant les réactions des consommateurs :

1. un effet négatif qui résulte non seulement des pertes sur les ventes de l'article préféré (en rupture) mais également de la perception négative de l'enseigne que cela peut créer chez le consommateur ;
2. un effet positif induit par les opportunités qu'elles offrent pour d'autres concurrents en cas de substitution.

Les pertes sur les ventes

Quel que soit le comportement adopté par le consommateur, les ruptures de stock créent une image néfaste pour le distributeur. En effet, des linéaires trop souvent en rupture peuvent ternir l'image de marque du magasin. A la longue, cette situation peut pousser certains clients frustrés à fréquenter d'autres enseignes (Jallais et al. 1987).

Cependant, les impacts ne se traduisent pas qu'en terme d'image car les ruptures de stock ont des conséquences directes sur les ventes de l'article concerné. Bien que l'ampleur dépende du comportement adopté par les consommateurs, certaines études (Campo et al. 2003, Walter and Grabner 1975) ont montré empiriquement l'impact négatif des ruptures sur les ventes. Elle induit une demande non couverte car les besoins d'une partie (non négligeable suivant leur durée) de la clientèle sont non satisfaits. Si nous considérons une demande de 1000 unités d'un article donné pour un stock initial disponible en linéaire de 900, l'impact direct des ruptures sur les ventes s'estimeront à 100 (1000-900) unités. Autrement dit, le manque à gagner s'évaluera à 100 unités. Même si ces pertes restent plus importantes pour le fournisseur (Campo et al. 2000, 2003), elles ne sont tout de même pas négligeables pour le détaillant et peuvent s'étendre sur les périodes ultérieures ou tout simplement à d'autres catégories de produit (plus de 14% selon Campo et al. 2000).

De plus, en cas de changement de magasin, ces auteurs notent que les clients peuvent différer l'achat d'autres produits prévus pendant leurs courses dans le nouveau point de vente, ce qui constitue également une perte pour l'enseigne initialement choisie. Cela signifie qu'en cas de rupture de stock d'un d'article dans un point de vente, le consommateur peut

ne pas acheter les autres articles prévus dans ce magasin, ce qui constitue un manque à gagner pour le distributeur.

Comme on le voit par cet exemple, les ruptures entraînent des coûts pour le distributeur en termes d'image et de manque à gagner (coût d'opportunité) sur les ventes directes de l'article en question. Cependant, en cas de substitution, elles offrent d'autres opportunités pour le distributeur.

Les opportunités pour les autres articles (disponibles)

Même si les réactions des consommateurs dépendent de plusieurs facteurs, la majorité des travaux précédemment cités sur leurs réactions révèlent que les comportements de substitution sont prédominants. Si pour le producteur, les transferts de consommation peuvent se faire vers d'autres marques concurrentes, pour le distributeur, ils constituent des opportunités. En effet, à défaut d'une marque M_1 recherchée, les consommateurs peuvent adopter une autre marque M_2 . Ce comportement d'achat aura une double influence sur les ventes des deux articles. Alors que celles de la première M_1 se traduiront par une baisse (nulle pour des ruptures d'une journée entière), celles de M_2 connaîtront une hausse (pour autant qu'il soit disponible) induite par les actions de substitution. Même si les quantités achetées peuvent varier (Campo et al. 2000), ces transferts créent néanmoins des opportunités pour le détaillant.

En définitive, analyser les comportements des consommateurs en présence de ruptures de stock permet de comprendre que celles-ci ont une double influence sur les consommateurs. D'une part, elles influencent leur choix initial ou primaire, et d'autre part, réduisent leur utilité attendue. Alors ce sont ces derniers points qui font l'objet de notre question de recherche.

1.1.3 Les objectifs de la recherche

Les développements précédents ont montré que la demande est influencée non seulement par les ruptures de stock mais également par les coûts qu'elles engendrent pour le consommateur. L'objectif de cette recherche est précisément de mesurer l'impact des ruptures de stock sur la structure de la demande des biens en tenant compte des frustrations qu'elles induisent chez le consommateur.

La prise en compte de la variable "rupture de stock" dans l'estimation de la demande revêt une importance capitale pour le distributeur dans sa prévision de vente. En effet, Conrad (1976) et Wecker (1978) ont démontré que leur négligence dans l'estimation de la demande sous-estime cette dernière entraînant un cercle vicieux de ruptures de stock dans le commerce de détail. Alors la prise en compte de celles-ci pourrait permettre de réduire les erreurs de prévisions, contribuant ainsi à la réduction des fréquentes ruptures de stock constatées dans ce secteur. Cependant, celles-ci n'étant pas observées, donc déterministes alors se pose la question de leur repérage tant au niveau empirique que théorique :

- au niveau empirique, l'introduction d'une variable exogène "rupture de stock" dans un modèle explicatif suppose que les jours où les ruptures sont survenues sont connus. Or seules les ventes sont disponibles grâce aux codes-barres, alors leur filtrage **préalable** à partir des séries de ventes s'impose ;
- au niveau théorique, le problème se pose différemment. Puisque les ruptures influencent la demande, alors cela traduit que cette dernière est fonction du taux de rupture⁴, qui n'est pas exogène. Alors la connaissance de la demande passe nécessairement par la détermination des ruptures ou encore du niveau de qualité de service.

⁴Le taux de rupture, exprimé en pourcentage, est ici le nombre de jours pendant lesquels un article n'est pas disponible en linéaire par rapport à une période de temps donnée (semaine, mois, etc...). Les entreprises s'intéressent plutôt au taux de disponibilité δ qui est un indicateur de mesure de la qualité de service fourni. A partir de cet indicateur, on obtient le taux de rupture qui est égal à $1 - \delta$.

D'autre part, la rupture de stock induit des coûts qui réduisent l'utilité attendue de l'achat du premier choix (non disponible) du consommateur. Cette désutilité, créée par le décalage entre le service fourni par le distributeur et celui attendu par le consommateur va bien évidemment avoir une incidence (négative) sur les ventes de l'article en rupture. Même si cet écart peut créer d'autres opportunités pour d'autres articles, la résultante se traduit par des pertes pour le détaillant (campo et al. 2003, Walters and Grabner 1975), soit de façon objective ou subjective (Ghesquiere et Yapo 2004, Fitzsimons 2000, Corstjens and Corstjens 1995, etc.). Puisque que ces pertes représentent le coût de la non-qualité, alors le distributeur doit également prendre en compte ces frustrations dans la modélisation de la demande.

En termes généraux, la question de recherche que nous posons est double et peut s'énoncer de la manière suivante :

1. comment peut-on déterminer le nombre de jours où il y a eu des ruptures de stock ?
2. comment modéliser la demande à partir des comportements des consommateurs tout en considérant les coûts et opportunités des ruptures de stock ?

La première préoccupation vise plus explicitement soit à localiser les jours où des ruptures de stock sont survenues (approche empirique) ou soit à déterminer le niveau de service ou taux de disponibilité (approche théorique). On cherche ensuite à modéliser, à partir des choix (premier et second) des consommateurs, la demande en y intégrant les frustrations subies par les consommateurs.

En visant à analyser les coûts et opportunités des ruptures de stock dans le commerce de détail, la thèse participe également au débat de l'évaluation de l'impact des ruptures de stock sur les ventes du distributeur. Apporter des réponses aux questions de recherche posées implique de préciser les travaux antérieurs dont les avancées et les limites nous ont aidé dans l'élaboration de ce travail.

1.2 Des réponses incomplètes dans la littérature

En prenant en compte dans l'analyse des ruptures de stock leurs conséquences sur le consommateur et le distributeur, notre apport à la littérature se situe à quatre niveaux :

- nous abordons empiriquement la problématique du filtrage des ruptures de stock qui est une étape préalable et essentielle à la prise en compte des ruptures de stock dans l'estimation de la demande à partir des historiques de ventes et dont les conséquences ont retenu l'attention dans la littérature sur les ruptures de stock (section 1.2.1) ;
- nous complétons les recherches empiriques sur le comportement du consommateur en tenant compte de la qualité des marques (marques nationales, marques propres, etc.), un facteur important dans la compréhension des réactions des consommateurs en cas de rupture de stock et absent des travaux précédents (section 1.2.2) ;
- nous proposons un modèle de part de marché intégrant non seulement les ruptures de stock mais également les frustrations subies par le consommateur, alors qu'une brève revue de littérature sur la modélisation de la demande en présence de rupture montre que les coûts induits pour le consommateur sont négligés (section 1.2.3).
- nous étudions le niveau de qualité de service optimal que peut fournir le distributeur aux consommateurs à travers une analyse bénéfice/coût, approche non encore abordée dans la littérature sur les ruptures de stock (section 1.2.4).

Rappelons que notre but dans cette section, n'est pas de dresser une liste exhaustive de tous les travaux qui ont été faits sur les ruptures de stock. L'accent sera mis davantage sur ceux en rapport avec notre problématique.

1.2.1 Les implications de l'estimation de la demande par les ventes

Deux travaux ont abordé la problématique des conséquences de l'estimation de la demande à partir des ventes (Conrad 1976, Wecker 1978).

L'estimation de la demande à partir des ventes : un facteur explicatif de l'existence permanente des ruptures de stock

Cette littérature a été suscitée par les recherches liées au problème du "vendeur de journaux" ou "newsboy problem" publiées au début des années cinquante (Morse and Kimball 1951) et repris dans les années soixante par Hadley and Whitin (1963) qui suppose l'égalité entre la demande et les ventes. Cette hypothèse va susciter beaucoup de controverse au milieu des années soixante-dix notamment dans le milieu académique. Ainsi deux auteurs vont publier deux articles remarquables dans lesquels ils la remettent en cause. Ils justifient leur argumentation par l'existence d'éventuelles ruptures de stock qui rendent la demande incertaine. En effet, un article peut, pendant une période de temps déterminée, être indisponible en magasin ; de ce fait, une partie de la demande ne peut être satisfaite. Même si cette dernière n'est pas connue avec exactitude, ce raisonnement cohérent montre toutefois la relation d'inégalité entre la demande et les ventes.

D'abord, ce sera Conrad qui, en 1976, apportera la première réfutation de cette hypothèse à partir d'une approche statistique fondée sur une distribution poissonnière. Deux ans plus tard, Wecker (1978) lui emboîte le pas en démontrant de façon statistique et économétrique, que l'utilisation des séries de ventes dans la prévision de la demande crée un biais qui augmente avec la fréquence des ruptures de stock. En effet, il montre, dans deux cadres distincts (stationnaire et autoregressif (AR)), que plus les ruptures sont fréquentes, plus la dynamique des séries de ventes s'écarte de celle de la demande engendrant une sous-estimation de cette dernière.

Ces auteurs démontrent ainsi que les écarts entre la demande et les ventes influencent le stock optimal dont doit disposer le distributeur. Selon qu'on utilise la demande ou les ventes, celui-ci ce stock diffère. Pour ces raisons, ils soutiennent qu'il serait moins réaliste d'estimer la demande uniquement à partir des ventes sans prendre en compte les ruptures de stock, ce qui constitue une remise en cause de la littérature d'alors. Ce résultat édifiant va contribuer non seulement à l'enrichissement de la littérature sur les ruptures de stock mais également à attirer l'attention des managers du danger que représente l'utilisation

des ventes dans la prédiction de la demande.

Limites de ces travaux : perte de généralités et difficulté d'application des résultats

Les deux travaux cités ont en commun de démontrer analytiquement que l'hypothèse de l'égalité entre les ventes et la demande retenue dans les modèles de prévision de la demande est l'une des principales causes des fréquentes ruptures auxquelles sont souvent confrontés les consommateurs pendant leurs achats. Cependant leur modèle est basé sur des hypothèses restrictives (modèle AR, stationnarité) ne permettant pas de généraliser les résultats.

Perte de généralités

Leurs modèles sont basés d'une part sur un phénomène stationnaire et d'autre part sur des processus autoregressifs (AR) ce qui limite ainsi la portée de leurs résultats. Or il existe d'autres phénomènes tels que les processus ARMA (modèle autoregressif avec moyenne mobile), ARIMA (modèle autoregressif intégré avec moyenne mobile), SARIMA (ARIMA avec saisonnalité), etc. qui utilisent les ventes dans l'estimation de la demande.

D'autre part, Bultez et al. (1989) ont proposé un modèle d'attraction (modèle S.H.A.R.P.⁵) qui tient compte de l'espace alloué à chaque article dans une catégorie donnée. Dans ces modèles de part de marché, l'espace est souvent estimé à partir des ventes relatives d'un article par rapport à l'ensemble. Ceux-ci, bien que différents des processus AR utilisent également les ventes pour estimer les parts de marché.

Alors en considérant l'hypothèse d'inégalité entre la demande et l'offre (ventes), comment montrer, sans perte de généralités, que les ruptures de stock sont la cause des fréquentes ruptures de stock constatées dans le commerce de détail ?

Dans la littérature sur les déterminants des ruptures de stock, aucune recherche n'a explicitement répondu, sans perte de généralités, à une telle préoccupation qui pourrait

⁵S.H.A.R.P. : Shelf Allocation for Retailer's Profit, Bultez et Naert (1989).

permettre de justifier formellement les résultats de leur travaux quant à la prise en compte des ruptures dans la modélisation de la demande. Certes le Cabinet Andersen (1996) a également abordé la problématique des causes des ruptures mais sous un autre angle. En effet, en 1996, l'étude du Cabinet Andersen a mis en évidence d'autres déterminants qui sont liés aux problèmes d'approvisionnement. Elle révèle que des problèmes structurels liés à l'organisation et au fonctionnement de l'entreprise sont l'une des principales causes des ruptures de stock constatées dans la grande distribution. Celle-ci pointe du doigt non seulement les défaillances constatées dans la liaison entre l'entrepôt et les rayons mais également les retards du fournisseur.

Difficultés d'application des résultats

Prendre en compte les ruptures dans la prévision de la demande suppose que les jours de rupture sont connus. Contrairement aux promotions, les ruptures de stock ou du moins, toutes les ruptures ne sont pas observées en magasin. Elles interviennent parfois sans que les responsables de rayon ne s'en rendent toujours compte. Or une introduction d'une variable rupture de stock dans un modèle suppose qu'elle est exogène, donc observée. Alors la problématique de leur identification se pose. D'ailleurs Campo et al. (2003), dans leur étude sur l'évaluation empirique de l'impact des ruptures de stock sur le distributeur, ont souligné l'importance de cette question dans les limites de leur recherche.

Même si certains auteurs (Lau and Lau 1996, Tukey 1977, Rousseeuw and Leroy 1987, Likeš 1966 , etc.) ont abordé le filtrage des points atypiques, le cas des ruptures de stock doit être traité empiriquement et ce, pour plusieurs raisons :

- les non-ventes : elles correspondent à des demandes nulles. Autrement dit, les articles bien que présents, n'ont pas été demandés. Dans la série de ventes, elles se traduisent par des ventes nulles ;
- les ruptures d'une journée : quand l'article est absent toute la journée, les ventes sont également nulles et se traduisent par des "zéro" dans la série de vente ;
- les ventes anormalement basses : bien que présents, certains articles sont moins de-

mandés et les ventes se traduisent par des ventes souvent (très) faibles.

Alors dans ces conditions, comment pourrait-on distinguer une vente nulle induite par une rupture de stock des non-ventes ? De plus, les ventes anormalement basses peuvent être confondues à des ruptures de moins d'une journée de sorte qu'il soit difficile de les distinguer. Par conséquent, les articles concernés devraient, soit être écartés pour ne retenir que ceux présentant des ventes normales ou soit être traités de façon particulière.

Dans notre travail de recherche, nous nous concentrerons sur la première approche où les articles présentant des ventes faibles seront écartés du test. Pour leur sélection, nous utiliserons le critère ABC pour mettre en évidence l'ensemble des articles contribuant à moins de 5% à la réalisation du chiffre d'affaires. Ce cas sera traité de façon détaillée dans le chapitre 2.

Seule une étude empirique fondée sur leur observation en magasin pourrait nous permettre de répondre à ces préoccupations. Cependant, à notre connaissance, aucune étude empirique sur le filtrage des ruptures de stock n'a été faite dans la littérature. Une telle tâche nécessite une étude de suivi continu pendant plusieurs semaines dans un point de vente, ce que nous avons fait dans le cadre de cette recherche et qui sera présentée dans le chapitre 2.

En conclusion, les travaux étudiés incitent à :

- démontrer de façon générale que la distribution des ventes et celle de la demande sont distinctes et par conséquent, l'utilisation des ventes dans l'estimation de la demande peut expliquer les fréquentes ruptures de stock constatées dans le commerce de détail ;
- faire une analyse des ruptures de stock afin d'isoler les articles qui présentent des ventes (très) faibles ;
- tester la capacité des techniques de filtrage à détecter les ruptures de stock observées pour les autres articles.

1.2.2 Les conséquences des ruptures de stock sur les consommateurs dans la littérature empirique

Notre objectif principal étant de modéliser la demande à partir des comportements des consommateurs en prenant en compte les ruptures de stock et les coûts induits, il est important de comprendre en amont les réactions des consommateurs ; ceci constitue le deuxième apport de notre travail. Nous souhaitons étudier empiriquement si la qualité des marques est un facteur déterminant dans leurs comportements de substitution en cas de non satisfaction du premier choix. Notre analyse complète alors celle de la littérature qui n'est limitée qu'au niveau de la marque.

Analyse empirique des réactions des consommateurs au niveau de la marque

Les recherches portant sur les effets des ruptures de stock sur les consommateurs sont les plus nombreuses. Les premiers travaux sur cette problématique remontent aux années soixante. Déjà vers la fin des années soixante dix, la plupart des travaux existant (Schary and Christopher 1979, Walters and Grabner 1975, Progressive Grocer 1968, Nielsen 1968, Pechkam 1963, etc...) se sont consacrés à l'étude du comportement des consommateurs en cas d'indisponibilité de leur premier choix. Ceux-ci analysent, à partir d'enquêtes effectuées auprès des consommateurs, leurs réactions face aux ruptures.

Par la suite, d'autres recherches plus récentes (Campo et al. 2000, Fitzsimons 2000, Emmelhainz et al. 1999, Corstjens and Corstjens 1995, Emmelhainz et al. 1991, etc..) ont été menées sur ce sujet. Tous ces travaux indiquent que les ruptures de stock entraînent dans un premier temps, une redéfinition de la décision initiale d'achat du consommateur entre une substitution ou non d'un autre article. De façon générale, ces recherches notent la prédominance des transferts entre articles. Deux études (Campo et al. 2000 et Emmelhainz et al. 1991) ont analysé de façon plus approfondie les comportements de substitution. Les résultats ont montré que les choix sont faits soit au sein d'une même marque ou soit à l'intérieur d'une marque concurrente.

Absence d'analyse des comportements au niveau de la nature des marques

Bien que très riches, ces travaux se limitent uniquement au niveau de la marque. Or aujourd'hui, on assiste plus à une concurrence verticale entre les différents types de marques qu'entre marques (Kremer 2000). Alors une analyse des transferts effectués par les consommateurs au niveau de la nature des marques peut paraître plus enrichissante.

Les travaux cités mettant en évidence pour la plupart la prédominance des comportements de substitution entre articles, une rupture de stock entraîne des transferts de ventes de cet article vers celles de ses concurrents. Les résultats de ces recherches peuvent alors être un outil d'aide à la décision pour le distributeur afin de réduire les pertes induites par les ruptures de stock.

En effet, s'il est établi que l'absence d'une marque propre engendre plus de transferts vers une autre marque propre, alors cela peut motiver le détaillant à augmenter son assortiment, les ruptures étant parfois indépendantes de lui. Or dans la littérature, les travaux (Dhar 1997, Kotler et Dubois 1997, Quelch et Harding 1996, Muthukrishnan 1995) ayant intégré dans leur analyse, la nature des marques en cas de substitution portent sur les actions promotionnelles et non sur les ruptures de stock. Dans la dernière situation, la décision de substitution n'est pas volontaire (Anupindi et al. 1998). Certes, Campo et al. (2000) ont montré empiriquement que la nature des marques n'influence pas les coûts induits par les différentes réactions, cependant l'objectif de leur étude n'était pas de décrire les comportements de substitution entre types de marque mais plutôt de les expliquer.

Ainsi à partir d'une enquête effectuée auprès des consommateurs et qui sera décrite dans le chapitre 4, nous compléterons l'étude de leurs comportements en cas de rupture de stock au niveau de la nature des marques à l'aide de l'analyse des données.

1.2.3 Modélisation théorique de la demande en présence de rup-

ture de stock

Le troisième apport de notre recherche est d'introduire les frustrations subies par les consommateurs suite aux ruptures dans la modélisation de la demande. Il s'agit de proposer un modèle théorique de part de marché à partir des choix (premier et second) des consommateurs, dans un cadre de différenciation verticale des biens, qui tient compte des coûts induits par les ruptures (chez les consommateurs). Notre travail croise donc deux pans distincts de la littérature que sont l'analyse concurrentielle entre nature de marques et les frustrations ou coûts engendrés par les ruptures de stock. Aucune recherche pour le moment, ou du moins à notre connaissance n'a combiné ces deux éléments.

Absence de différenciation verticale

Nous nous limiterons dans cette section qu'aux travaux ayant porté sur la modélisation de la demande en présence de rupture de stock, thème central de notre travail de recherche.

Même si elles sont peu abondantes, certaines études théoriques (Anupindi et Al. 1998, Borin et al. 1994 et Andersen and Amato 1974, etc...) ont tenté de modéliser la demande en tenant compte des ruptures de stock.

Dans les deux derniers modèles cités, la demande totale est souvent décomposée en plusieurs éléments disjoints que sont :

1. la demande non modifiée ou traditionnelle, qui représente la part de marché dont bénéficie chaque article en cas de disponibilité totale, tous placés dans les mêmes conditions de ventes ;
2. la demande modifiée induite par les efforts marketing (actions promotionnelle, publicitaire, réorganisation de linéaire, etc...) ;
3. la demande acquise induite par les articles non référencés ; celle-ci représente la part de marché d'un bien non référencé par le point de vente et qui se reporterait sur les autres car s'il avait été référencé, il aurait bénéficié d'une certaine part de marché ;
4. la demande engendrée par les ruptures de stock.

Cependant la forme spécifiquement choisie de la demande traditionnelle ne résulte pas d'une rationalisation explicite des choix des consommateurs. En effet, la demande ne découle d'aucun programme d'optimisation de leur utilité dans ces études. Elles ne montrent pas concrètement comment les consommateurs font leur choix dans le point de vente suivant leur préférence ou leur fonction d'utilité.

Ainsi certaines études (Anupindi et al. 1998, Mahajan and Van Ryzin 1998, Van Ryzin and Mahajan 1996, Lazari and Anderson 1994, Pasternack and Drezner 1991, Louviere and Woodworth 1983, etc.) ont tenté de modéliser la demande à partir des préférences des consommateurs. Cependant, celles-ci (les préférences) sont souvent décrites à l'aide de modèles de choix de probabilité (modèle logit multinomial). Or comme le note Anupindi et al. (1998, p.418), "un des facteurs déterminants influençant la demande est le prix des articles...", alors il serait souhaitable d'en tenir compte dans sa modélisation.

La qualité perçue des marques et le rapport qualité-prix étant deux éléments majeurs qui différencient verticalement les types de marque, alors il est important de tenir compte de ces deux facteurs dans la modélisation de la demande.

Absence de coûts induits par les ruptures chez le consommateur

Au-delà de leur comportement, d'autres travaux se sont plutôt intéressés aux effets secondaires des ruptures de stock sur le consommateur. Fitzsimons (2000) a montré qu'elle crée des frustrations chez ce dernier se traduisant par une réduction de son niveau de satisfaction. Elles induisent des coûts pour le consommateur affectant son utilité attendue (Corstjens and Corstjens 1995). En effet, celui-ci attend une certaine utilité de l'achat de son premier choix qui est non disponible. L'utilité retirée de tout autre choix, quel qu'il soit, ne saurait lui procurer la même satisfaction. Par ailleurs, une substitution ou non engendre des coûts que doit supporter le distributeur (Campo et al. 2000, Emmelhainz et al. 1991) car chaque décision nécessite des efforts supplémentaires en terme de temps de recherche d'une alternative ou d'une autre enseigne, de coût de transport, etc..

Même si les réactions dépendent de plusieurs facteurs dont :

- le produit (Dhar 1997, Kotler et Dubois 1997, Quelch et Harding 1996, Muthukrishnan 1995, etc.)
- les consommateurs (Buchanan et al 1999, Ainslie et Rossi 1998, Van Trijp et al. 1996, Alba et Hutchinson 1987, etc.)
- les facteurs situationnels (Zin and Liu 2001, Campo et al. 2000, Fitzsimons 2000, Belk 1974, , etc.)
- le magasin (Hoch et al. 1999, Broniarczyk et al. 1998, etc...)

elles sont toutefois influencées par les coûts induits (Campo et al. 2000).

Cependant, il est surprenant de constater que la modélisation de la demande en présence de ruptures de stock ne prenne pas en compte les coûts induits par les réactions. Puisqu'elles créent des frustrations chez le consommateur, alors il est important d'introduire dans la fonction d'utilité, un paramètre qui puisse permettre de rendre compte de ces coûts.

1.2.4 Absence d'analyse bénéfice/coût dans la littérature des ruptures de stock

Dans les travaux cités précédemment sur la modélisation de la demande, celle-ci est exprimée en fonction du taux de rupture de stock, qui est non déterministe. Par conséquent, la demande n'est pas véritablement connue. Pourtant, aucun de ces travaux n'a abordé la question de la fixation du taux de rupture acceptable ou du niveau de qualité de service optimal. En effet, aucun programme d'optimisation par une approche en termes de profit global du distributeur prenant en compte les coûts des consommateurs n'a été proposé dans la littérature de la modélisation de la demande en présence de rupture de stock.

Notre travail de recherche va alors s'atteler à cette tâche qui sera abordée par une approche en termes d'analyse bénéfice/coût.

La détermination du niveau acceptable (optimal) de rupture de stock découle de leur intégration dans la modélisation de la demande. Les ruptures de stock n'étant pas observées et survenant à n'importe quel moment de la journée, alors elles sont incertaines ou

aléatoires. Or les choix des consommateurs dépendent de l'offre du distributeur, donc de la disponibilité ou des taux de rupture de stock. La détermination du niveau de la qualité de service peut permettre ainsi aux managers de légitimer l'importance de la mise en place d'un suivi des performances en termes de service rendu, ce qui constitue l'apport d'une telle étude.

En résumé, les travaux théoriques ayant intégré dans leur modélisation de la demande les ruptures de stock ont pris en compte les réalités observées dans la pratique. Cependant un pas supplémentaire pourrait être franchi en introduisant dans le cadre de ces modèles, non seulement la qualité perçue et les prix afin de rendre compte de la concurrence entre types de marque mais également les frustrations des consommateurs. Alors nous proposerons, à partir d'un modèle de différenciation verticale présenté au chapitre 5, une modélisation de la demande en présence de rupture de stock avec les frustrations des consommateurs.

CONCLUSION

L'ensemble des études développées dans ce chapitre a permis de se rendre compte que les ruptures de stock ont un impact simultané sur le consommateur et le distributeur. Cependant, s'il existe des travaux qui ont examiné avec profondeur les impacts sur le consommateur, l'évaluation théorique de ses effets au niveau du distributeur a été peu explorée. En mettant l'accent sur l'influence des ruptures sur le consommateur et le détaillant, notre problématique s'articule autour de deux axes qui posent la question du filtrage des ruptures mais également celle de la modélisation de la demande prenant en compte simultanément les ruptures de stock et les frustrations des consommateurs.

Pour répondre à notre question de recherche, nous avons développé une méthodologie basée sur deux approches :

1. **une approche empirique** à partir d'une enquête auprès des consommateurs et d'une étude de suivi des ruptures de stock portant sur 154 articles de la catégorie des eaux embouteillées, effectuée à Auchan-Baggersee en été 2002 ;
2. **une approche théorique** à partir des modèles de différenciation verticale à deux biens intégrant un coût de substitution dans la fonction d'utilité du consommateur afin de rendre compte des frustrations subies suite à l'absence de l'article recherché.

Dans une première partie, nous faisons une analyse empirique des ruptures de stock observées en magasin (chapitre 2). Ensuite, nous présentons les méthodes de filtrage utilisées qui font l'objet d'un test empirique (chapitre 3).

Dans une seconde partie, nous présentons le cadre du modèle théorique de demande intégrant les frustrations des consommateurs, en commençant par une étude empirique préalable des comportements des consommateurs en cas de rupture de stock à partir d'une enquête effectuée auprès de 534 consommateurs (chapitre 4). Par la suite, nous proposons un modèle de part de marché intégrant les ruptures de stock et les frustrations dans le cadre de deux biens différenciés (chapitre 5). Les parts de marché étant déterminées par la connaissance des taux de service, nous étudions enfin la stratégie de couverture des articles (chapitre 6).

Première partie

Analyse et filtrage des ruptures de stock

Chapitre 2

Analyse des ruptures de stock : Définition, Typologie et Déterminants

Dans le chapitre précédent, nous avons montré, à travers des statistiques, la persistance des ruptures de stock dans la distribution tant aux Etats-Unis qu'en France. Dans la littérature, très peu de travaux ont été consacrés à une étude descriptive des ruptures de stock ; la plupart ont porté sur le comportement du consommateur. Certes les quelques travaux qui existent (Andersen Consulting 1996 et LSA (2000a) donnent des informations sur les articles fréquemment en rupture de stock, cependant elles ne fournissent pas davantage de précision sur leur durée, ce qui peut être une information capitale pour les managers d'un secteur aussi fortement concurrentiel que celui de la distribution.

D'autre part, même si ces travaux révèlent que les produits de grande consommation sont plus fréquemment en rupture de stock que les autres, elles ne donnent pas suffisamment d'informations sur les types de marques (marque de distributeur (MDD), marques nationales (MN), premier prix (PP)) qui sont les plus frappés.

Par ailleurs, malgré les moyens logistiques mis en place (logiciels, Electronic Data Interchange (EDI), Continuous Replenishment Program (CRP) par les managers pour lutter contre ce fléau, les taux de rupture demeurent toujours élevés dans la distribution. Alors, qu'est ce qui pourrait expliquer ces forts taux ? Quelles sont les marques qui présentent les taux de rupture les plus importants ?

Ainsi dans cette étude, notre objectif vise non seulement à mettre en évidence les articles en rupture de stock en les liant à certaines caractéristiques telles que leur durée, leur fréquence mais également à déterminer les causes principales de la survenance de celles-ci dans le commerce de détail.

Notre travail s'appuiera sur une étude empirique de suivi de produits effectuée dans un hypermarché ainsi que sur la littérature existante.

Alors après avoir défini le concept de rupture de stock (section 1) et étudié leurs déterminants (section 2), nous terminerons par une étude typologique des ruptures (section 3).

2.1 Quelques Définitions

Pour mieux circonscrire le champ de notre étude, il est nécessaire de préciser le concept de *rupture de stock*, thème central de notre travail de recherche. Quand peut-on dire qu'un consommateur est confronté à une rupture de stock ?

Ce terme est formé de deux mots que sont *rupture* et *stock*. D'abord, commençons à définir le substantif *stock*.

2.1.1 Le stock

Selon Pierre Zermati (1985, p.4), le *stock* peut se définir comme "une provision de *produits* en instance de *consommation*".

Dans cette définition, deux mots importants sont à retenir en l'occurrence *produit* et *consommation*. Le premier recouvre plusieurs éléments qu'il convient de préciser ici. Il y a différentes sortes de produits notamment les matières premières, les produits semi-finis qui proviennent du traitement des matières premières, les produits finis qui sont prêts à l'emploi par le consommateur final et enfin les déchets qui proviennent de la fabrication ou de la démolition des autres types de produits. Cependant, notre étude portant sur

la distribution, nous ne sommes concernés que par les produits finis, de consommation courante par les ménages.

Quant au terme *consommation* qui apparaît dans la définition du *stock* proposée par Zermati, il revêt plusieurs significations selon le contexte dans lequel il est utilisé. Pour le distributeur, un article sera considéré comme *consommé* s'il sort du circuit de distribution c'est-à-dire dès qu'il est vendu. Pour un gestionnaire de stock, un article sera dit *consommé* s'il ne fait plus partie du stock qu'il gère alors que pour un utilisateur final, c'est lorsqu'il aura été effectivement employé. Dans notre contexte, un bien sera dit *consommé* s'il est vendu à un client, ce qui nous amène à définir le *stock* de la manière suivante :

Definition 1 : *une provision d'articles en instance d'être vendus à des acheteurs potentiels pour leur propre consommation ou celle de leurs proches.*

Le stock que constitue l'entreprise provient de l'un de ses fournisseurs sur la base d'un contrat entre les deux parties. De ce fait, nous utiliserons par la suite le terme *commande* ou *passer une commande* lorsque l'entreprise s'adressera à un fournisseur en vue d'être approvisionnée.

Plus généralement, dans les entreprises, il existe un service qui est chargé de gérer les stocks et dont le rôle est de faire en sorte que les articles stockés soient constamment aptes à répondre aux besoins des clients : le lieu qui sert à les stocker est appelé *entrepôt* ; c'est à partir de là que les *linéaires*¹ sont approvisionnés. Autrement dit, il représente le point de confrontation de l'offre (le produit) et de la demande.

2.1.2 La rupture de stock

On dit qu'il y a *rupture du stock* d'un article lorsque celui-ci est absent du linéaire ou s'il n'existe plus de provision pour satisfaire la demande du consommateur. Selon le dictionnaire de gestion de De Boislandelle (1998, p.397), "*la rupture de stock est un dysfonctionnement résultant d'un manque d'approvisionnement de nature accidentelle (grève)*

¹C'est l'endroit où les consommateurs viennent faire le choix des articles qu'ils désirent acheter dans un point de vente.

ou prévisionnelle (mauvaise anticipation des sorties)”. Complétant la première, cette définition fournit des précisions sur les causes. Cependant, vu la complexité dans la définition du terme consommation, ces deux définitions méritent des éclaircissements.

Selon qu’il s’agisse du gestionnaire de stock ou du responsable de rayon, le sens que l’on donne à ce concept diffère. Si nous nous situons au niveau du gestionnaire de stock, il y a *rupture de stock* lorsque tout le volume disponible est sorti de l’entrepôt sans réapprovisionnement compensatoire par le fournisseur. Cependant, dans notre cas, la sortie d’un article de l’entrepôt n’est d’abord qu’un déplacement de celui-ci au sein de l’entreprise en vue de sa mise en linéaire. Pour le consommateur, celui-ci n’est pas véritablement en rupture de stock pour autant qu’il puisse toujours se le procurer dans le point de vente.

Ces remarques permettent de distinguer alors deux types de ruptures de stock que sont les ruptures en amont (rupture d’entrepôt) et les ruptures en aval (rupture au niveau des linéaires).

Par contre, si celui-ci n’est pas disponible en rayon, alors le consommateur constate une rupture de stock même si un solde subsiste en entrepôt. En outre, dans certaines situations qui sont d’ailleurs peu fréquentes, certains peuvent être parfois transplantés momentanément de leur emplacement habituel au point que des consommateurs les croient manquant, voire supprimés.

Alors dans le cadre de notre recherche, nous retiendrons la définition donnée par le cabinet Andersen Consulting (1996, p3) et qui prend en compte certaines des observations précédentes. En effet *”un article est considéré en rupture de stock si*

- l’acheteur ne l’a pas trouvé dans sa forme, son goût et la taille désirés, c’est-à-dire dans le conditionnement et la variété qu’il choisit habituellement ;*
- ou s’il n’est pas disponible dans son emplacement habituel ou attendu (dans le rayon, l’allée ou dans sa catégorie habituelle).”*

ou en anglais *”an item is out-of-stock if a shopper did not find it in the desired form, flavor, and size ; in saleable condition ; or shelved in the expected location (expected aisle and category).”*

Cette définition nous semble plus claire que les premières ; dans cette étude, nous allons donc considérer le maillon final qu’est le consommateur et c’est par rapport à ce dernier

que nous apprécierons la rupture d'un article. Autrement dit, nous ne nous référerons pas à l'entrepôt pour définir une rupture de stock mais plutôt au linéaire.

Après avoir défini le concept "rupture de stock", l'on peut se demander quelles sont leurs causes.

2.2 Déterminants des ruptures de stock

La fréquence relativement élevée des ruptures de stock dans le commerce de détail constitue inéluctablement un manque à gagner pour les distributeurs. Conscients de l'ampleur que prend ce phénomène, dans un souci d'amélioration de leurs profits et de minimisation de l'insatisfaction des clients, ceux-ci ont pour objectif la réduction du niveau des ruptures. Cependant, l'on ne peut résoudre efficacement un problème que si ses causes sont connues.

La littérature sur les déterminants des ruptures de stock n'est pas récente même si les travaux sont peu abondants. L'une des premières études sur les causes remonte en effet aux années soixante-dix avec Conrad ; ensuite, ce sont les travaux de Wecker (1978) et ceux de Andersen Consulting (1996) qui vont nous éclairer le plus sur les principales causes des ruptures de stock dans la grande distribution. De façon générale, ces études relèvent deux points :

1. les problèmes liés à la gestion des stocks se traduisant par une sous-estimation de la demande ;
2. et ceux liés à la gestion des (ré)approvisionnements.

2.2.1 La problématique de la gestion des stocks

Selon certains chercheurs (Wecker 1978, Conrad 1976), la sous-estimation de la demande constitue l'une des raisons principales de l'existence quasi-permanente des ruptures de stock dans le commerce de détail. Ceux-ci soutiennent que la demande ne coïncide pas avec les

ventes effectives (problème du vendeur de journaux) ; en effet, les prévisions de demande étant faites à partir de l'historique des ventes, cela suppose implicitement que celles-ci (les ventes) sont considérées équivalentes à la demande. Déjà, les premiers travaux sur les déterminants des ruptures de stock mettent en cause cette hypothèse.

En effet, la demande Q étant toujours supérieure ou égale aux ventes V , alors l'espérance de cette dernière est inférieure à celle de la demande :

$$E(\tilde{V}) \leq E(\tilde{Q}) \quad (2.1)$$

Ceci est une évidence si le niveau maintenu en stock, S , peut s'avérer inférieur à la demande exprimée, c'est-à-dire si le risque de rupture se révèle non négligeable :

$$\rho = P(\tilde{Q} > S) > 0 \quad (2.2)$$

La distribution des ventes peut alors être rigoureusement déterminée comme la distribution tronquée (à droite) de la demande. Autrement dit, la fréquence cumulée F_V des ventes est telle que :

$$F_V(v) = P(\tilde{Q} \leq v | \tilde{Q} \leq S) = \frac{F_Q(v)}{F_Q(S)} \quad (2.3)$$

où F_Q représente la fonction de répartition de la demande Q :

$$F_Q(v) = \sum_{q=0}^v P(\tilde{Q} = q) \quad (2.4)$$

avec

$$F_Q(S) = 1 - \rho < 1$$

De la relation générale (2.3), on tire que

$$F_Q(v) = F_Q(S) \cdot F_V(v) \quad (2.5)$$

et comme $F_Q(S) < 1$, alors la dominance stochastique d'une variable aléatoire sur l'autre est immédiatement établie :

$$F_Q(v) < F_V(v) \quad (2.6)$$

A titre d'illustration, considérons les ventes et la demande en volume d'un article où des ruptures de stock ont été observées aux dates 5, 7, 13, 16, 20, 22 et 23 comme indiqué

date	ventes	demande
1	15	15
2	18	18
3	18	18
4	20	20
5	12	21
6	23	23
7	15	27
8	27	27
9	28	28
10	28	28
11	21	29
12	29	29
13	20	30
14	31	31
15	31	31
16	15	33
17	34	34
18	34	34
19	34	34
20	21	35
21	35	35
22	28	38
23	38	40
24	40	40
moyenne	25,6	29,1

TAB. 2.1 – Ventes observées et demande d'un article

dans le tableau 2.1. On vérifie bien qu'à ces différentes dates, les ventes sont inférieures à la demande.

En considérant les classes suivantes : <20 , $[20;25[$, $[25;30[$, $[30;35[$, 35 et $+$, alors on obtient la distribution des ventes et de la demande présentée au tableau 2.2.

classes	ventes		demande	
	effectifs	fréquence cumulée	effectifs	fréquence cumulée
<20	6	0,25	3	0,13
20-25	5	0,46	3	0,25
25-30	5	0,67	6	0,50
30-35	5	0,88	7	0,79
35 et +	3	1,00	5	1,00
total	24		24	

TAB. 2.2 – Distribution des ventes et de la demande

Si nous désignons respectivement par 1, 2, 3, 4, 5 les classes <20 , $[20;25[$, $[25;30[$,

[30;35[, 35 et +, alors la figure 2.1 montre parfaitement que la fonction de répartition de la demande est en dessous de celle des ventes, traduisant la dominance stochastique de cette dernière.

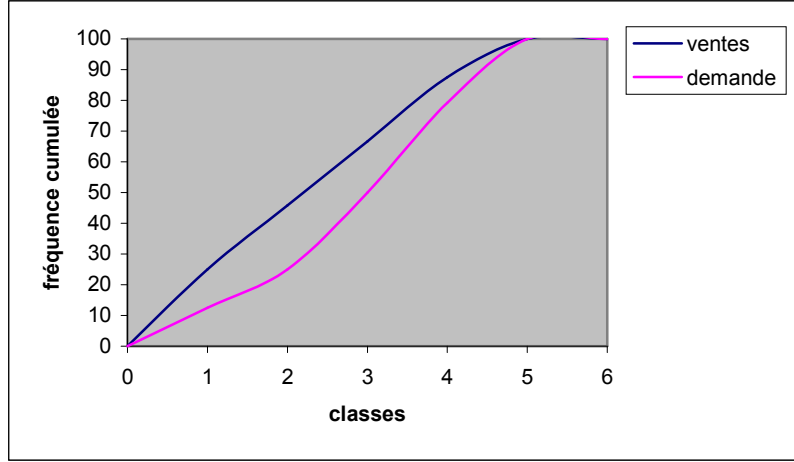


FIG. 2.1 – Fonctions de répartition des ventes et de la demande

D'autre part, l'inégalité (2.1) des espérances entraîne automatiquement, du moins, si leurs estimateurs ne sont pas ajustés, un biais de sous-estimation β égal à :

$$\beta = \mu_V - \mu_Q \leq 0 \quad (2.7)$$

où μ_V , est l'espérance des ventes et μ_Q , celle de la demande et sont telles que :

$$\begin{aligned} \mu_V &= E\left(\tilde{\hat{\mu}}_V\right) = E\left(\tilde{V}\right) \\ \mu_Q &= E\left(\tilde{\hat{\mu}}_Q\right) = E\left(\tilde{Q}\right) \end{aligned}$$

On vérifie dans notre exemple (tableau 2.1) que l'inégalité 2.7 est bien respectée car la différence des moyennes est de $-3,5$.

La relation (2.7) démontre que s'appuyer sur des données de vente pour estimer la demande conduit à une sous-estimation de cette dernière. Ces résultats présentés démontrent que la négligence des ruptures de stock dans la prévision de demande a des implications sur le stock optimal à disposer. On aboutit alors à une généralisation des résultats de Wecker et Conrad car notre modèle n'est pas sous-jacent à une distribution spécifique.

Cependant, même si la sous-estimation de la demande due à l'inégalité entre la demande et les ventes est une cause fondamentale de l'existence des ruptures de stock, elle n'en constitue pas la seule. Certes la liste ne peut être exhaustive mais d'autres facteurs liés au problème de gestion des approvisionnements tant au niveau du fournisseur que du distributeur peuvent en partie contribuer à son existence.

2.2.2 La problématique de la gestion des (ré)approvisionnements

L'un des objectifs de la gestion des approvisionnements est d'adapter le stock disponible au niveau de la demande afin de faire face aux besoins des consommateurs. Quand un fournisseur livre l'entreprise, les marchandises sont acheminées soit directement dans le point de vente ou en entrepôt avant d'être mises en linéaire. Ce circuit d'approvisionnement peut être représenté par le schéma 2.2.

Souvent, la liaison entre l'entrepôt et les linéaires n'est pas parfaite et ces dysfonctionnements provoquent des ruptures de stock. De façon générale, les causes sont multiples mais les principales sont les suivantes :

- les ruptures d'entrepôt ;
- les retards dans l'approvisionnement du linéaire ;
- les retards de commande ;
- l'insuffisance de l'espace alloué par capacité d'étalage ;

Les ruptures d'entrepôt

Les ruptures d'entrepôt interviennent lorsqu'il n'y a plus de stock disponible pour approvisionner les linéaires. Elles sont les plus fréquentes et englobent les retards de commande, les défaillances constatées chez le fournisseur dans la livraison des produits. L'étude de Andersen Consulting (1996) a montré que près de 73% des ruptures provenaient de l'entrepôt (voir figure 2.3). Ceci traduit bien l'organisation moins parfaite du système de gestion des

stocks. D'ailleurs, pour pallier ces types de rupture, des systèmes experts émergent de nos jours (EDI, SCM (Supply Chain Management), etc..).

Quant au retard dans la livraison des produits, il dépend beaucoup plus du fournisseur et le distributeur ne fait que subir.

Outre les ruptures d'entrepôt, l'on note également les retards dans le remplissage des linéaires par les responsables de rayon.

Les retards dans l'approvisionnement du linéaire

Dans certains cas, les responsables de rayon, par manque de temps, accusent un retard dans l'approvisionnement des linéaires alors que l'article est disponible en entrepôt. Pour le consommateur, c'est une rupture de stock car son besoin n'est pas satisfait. En réalité, celle-ci ne devrait pas avoir lieu dans la mesure où au niveau de l'entreprise, l'article est disponible. C'est l'approvisionnement des linéaires qui a fait défaut entraînant l'indisponibilité du bien. Ce sont donc les chefs de rayon qui portent la responsabilité de

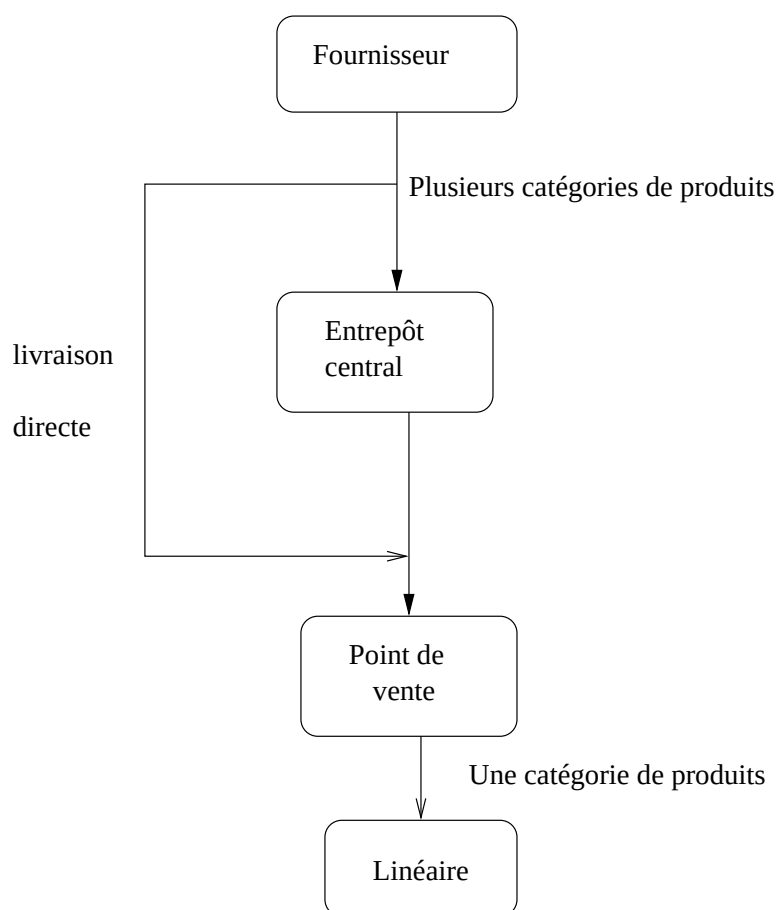


FIG. 2.2 – Circuit de distribution des produits

ce type de ruptures par manque de temps ou d'insuffisance d'employés pouvant assurer la surveillance des produits. Selon sa durée, elle peut constituer une perte significative pour l'entreprise alors qu'elle aurait pu être évitée.

Selon l'étude du cabinet Andersen (1996), ce type de rupture représente en moyenne 8% de l'ensemble (voir figure 2.3), ce qui n'est tout de même pas négligeable. En dehors de ces causes, il existe également les espaces réduits des linéaires.

L'insuffisance des espaces alloués

De nos jours, avec la prolifération des marques, beaucoup de produits font leur entrée sur le marché. Face à une telle croissance, les surfaces des magasins ne suivent pas le même rythme, ce qui réduit inéluctablement la surface moyenne allouée à chaque type de produits. Les responsables de rayon sont donc obligés d'en mettre de petites quantités en linéaire. Pour des produits à forte rotation, on observe fréquemment des ruptures dans la

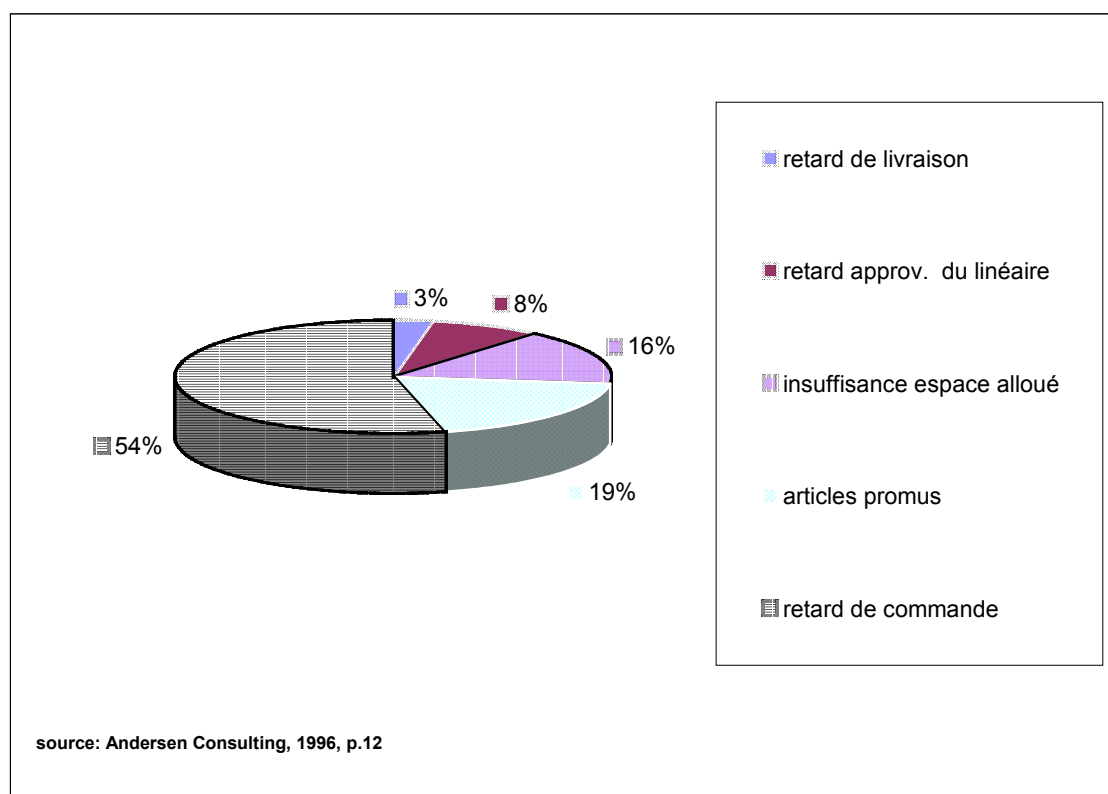


FIG. 2.3 – Répartition des principales causes de ruptures de stock

journée, étant donné que les employés ne sont pas en permanence sur le terrain pour veiller continuellement sur ces articles. C'est ce qui explique les fréquentes ruptures observées dans certaines catégories telles que le papier hygiénique. Ainsi Olivier Labasse, secrétaire général d'ECR France, faisait remarquer à ce propos : "Encombrant, le produit est peu stocké, en dépit de sa rotation rapide. Résultat, son taux de rupture² atteint 11,50%, un chiffre supérieur à la moyenne"³.

Ainsi la pénurie d'espace constitue une cause importante des ruptures de stock dans les magasins. En faisant l'analyse en terme de nombre d'articles référencés, le résultat est sans appel selon Yves Puget, rédacteur en chef du LSA qui note que "sur 8000 références, 717 sont manquants soit un taux de rupture de 8,96%, , ce qui reste inquiétant"⁴. .

De plus, son étude révèle également que les supermarchés font mieux que les hypermarchés (un taux de rupture de 9,10% versus 11,80%), ce qui lui a permis de conclure que "plus l'assortiment est large et profond, plus les risques de ruptures sont importants"⁵.

D'autre part, selon l'étude de Andersen (1996), 16% des ruptures proviennent d'une pénurie de surface, ce qui n'est pas négligeable.

Les ruptures de stock ont donc plusieurs causes. Les éléments cités n'en constituent pas les seules. L'on peut constater des ruptures dues à des actions spécifiques telles que les actions promotionnelles par exemple. L'étude d'Andersen note que le taux de rupture induit par les actions promotionnelles n'est que de 3%. Tous ces facteurs peuvent nous permettent de caractériser les ruptures de stock.

2.3 Typologie des ruptures de stock : étude empirique

Suivant leurs origines, les ruptures de stock n'auront pas les mêmes impacts sur les ventes. En effet, une rupture due à un retard de commande sera relativement plus longue qu'une rupture induite par un retard d'approvisionnement du linéaire par exemple. Dans

²Ce taux est calculé par rapport au nombre de ruptures observées chaque mois.

³LSA, 13 avril 2000, p.64

⁴LSA, 30 mars 2000, p.5.

⁵LSA, 30 mars 2000, p.5.

le premier cas (ruptures de longue durée), un grand nombre de consommateurs pourrait être amené à changer définitivement de magasin contrairement au second.

D'autre part, celle survenue suite à une action promotionnelle aura un effet (négatif) important sur les ventes car la demande à satisfaire est plus forte. De même, une rupture d'un article ayant une forte part de marché sera plus perceptible que celle d'un article moins demandé.

En outre, celle survenue à une heure de pointe (après-midi par exemple) pourrait avoir un impact plus important qu'une autre survenue en début de matinée.

Ces différents cas montrent que les incidents (les ruptures) peuvent être caractérisés suivant leur importance et les contingences de leur occurrence.

Nous allons, à partir d'une étude empirique, tenter d'établir une typologie de ruptures de stock.

2.3.1 Présentation de l'étude

Nous avons effectué dans le cadre de notre travail, une étude de terrain d'une durée d'un mois dans un hypermarché (AUCHAN-BAGGERSEE), proche de Strasbourg et d'accès facile (bus, tram) où nous avons obtenu l'accord du responsable du PGC (Produit de Grande Consommation). Cette étude dont le but était de relever les ruptures de stock et les actions promotionnelles survenues d'une part et d'autre part, d'interroger les consommateurs sur leurs réactions⁶ face aux ruptures, a porté essentiellement sur les produits de la catégorie des eaux (embouteillées), notamment les eaux plates (EP), les eaux aromatisées (EA) et les eaux gazeuses (EG). Le choix de cette catégorie a été motivé par sa forte rotation ainsi que par l'existence d'une gamme variée de références de bouteilles d'eau et de marques même si ce produit paraît "banal". De plus, l'examen des listings des ventes des quatre semaines du mois précédant notre étude (mai 2002) dans ce magasin a révélé la présence quotidienne de nombreuses ventes nulles comme le présente le tableau 2.3. En effet, plus de 10% des articles⁷ en moyenne ont enregistré des ventes nulles par jour

⁶Cette étude sera présentée dans la seconde partie de notre recherche.

⁷Ces taux ont été calculés à partir de 152 articles dénombrés.

semaine	taux moyen
	/par jour
1	7,36
2	11,36
3	12,45
4	12,55
moyenne	10,93

TAB. 2.3 – Taux moyens hebdomadaires des articles ayant présenté des ventes nulles pendant le mois de mai 2002

pendant ces 4 semaines, ce qui est élevé. La question fondamentale est de savoir si celles-ci (ventes nulles) étaient dues à des ruptures de stock effectives et/ou à des demandes nulles. Par ailleurs, le responsable de ce secteur (PGC) était particulièrement intéressé par les statistiques des ruptures de stock de cette catégorie.

Cette étude de terrain a été effectuée du 26/06/02 au 27/07/02. En effet, cette période, située en été a été choisie car la demande en eau est très forte pendant cette saison et par conséquent la probabilité de rencontrer des ruptures semble être élevée. C'est peut-être l'une des limites de notre étude car centrée sur une saison et un magasin, donc les résultats ne peuvent être généralisés.

Le suivi des articles s'est porté sur 154 références de bouteilles d'eau issues de plusieurs marques dont les statistiques par catégorie (famille) d'eau sont présentées dans le tableau 2.4. Les articles sont différenciés par leur conditionnement et leur variété.

L'observation des ruptures a été faite à l'aide d'une fiche (voir annexe 1) après un recensement de toutes les références d'eau embouteillée à partir du listing de référencement initial. Sur celle-ci, les articles ont été classés par étagère comme présentés⁸ en rayon. Nous n'avons constaté qu'une seule introduction d'un nouvel article (par rapport au listing initial) au cours de l'étude : St Amand 6*2L qui n'était pas disponible pendant les quatre premières semaines de l'étude a fait son entrée le 22 juillet, donc en début de la dernière semaine.

La phase de terrain consistait à relever toutes les ruptures de stock en indiquant leurs heures d'occurrence et de fin ainsi que les jours des actions promotionnelles comme l'indique

⁸La numérotation des étagères a été faite par nos soins pour des questions de facilité d'identification.

Catégorie d'eau	Type de marque	Nombre de Marques	Nombre de références	nombre d'articles au moins une fois en rupture
EP	MN	10	50	34
	MDD	1	10	6
	PP	1	2	2
	MR	4	11	6
sous-total		16	73	48
EG	MN	9	34	18
	MDD	1	2	1
sous-total		10	36	19
EA	MN	10	45	23
sous-total		10	45	23
Total		24*	154	90

NB: MN= Marque Nationale MDD= Marque propre
MR= Marque régionale PP=Premier prix

* le total ne donne pas 36 car certaines marques se trouvent dans deux catégories différentes

TAB. 2.4 – Statistiques sur le nombre d'articles en rupture de stock (au moins une fois) selon la catégorie d'eaux et par type de marques

les colonnes "rupture" et "promo" du tableau en l'annexe 1. De plus, pour faciliter le suivi des articles, nous notons dans la colonne "à suivre de près" de ce tableau tous les articles dont le stock atteint un niveau au plus égal à 10 unités⁹ (en pack) car ceux-ci devraient faire l'objet d'une attention particulière.

Une telle étude a nécessité une présence quasi-continue, du lundi au samedi. Nous avons couvert au moins 11 heures 30 minutes dans la journée sur les 13 heures (ouvrables) pour des raisons de pauses, laissant des intervalles de temps très courts (30 minutes au maximum) de sorte à minimiser les éventuelles ruptures pendant ces périodes. Cela pourrait constituer une des limites de notre étude car les heures d'occurrence d'éventuelles ruptures de stock survenues pendant ces plages horaires ne seraient pas connues.

S'agissant des heures de couverture, elles ont été choisies en fonction de la fréquentation du magasin. Le tableau 7.2.2 présente le programme.

De façon générale, nous avons constaté qu'il n'y a pratiquement pas de rupture à l'ouverture du magasin (8 heures) à l'exception des articles en rupture la veille, qui sont déjà identifiés. Cela peut se justifier par le fait que les responsables des rayons vérifient les éta-

⁹Ce niveau de stock a été choisi arbitrairement, comme seuil d'alerte.

	jours					
Semaines	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	samedi
du 24/06 au 30/06/2002			8h-21h	8h-21h	8h-21h	8h-19h
du 01/07 au 07/07/02	8h-11h30	8h-12H	8h30-12h30	8h-11h30	8h-11h30	8h-11h30
	12h-16h	12h30-16h30	13h-16h	12h-16h	12h-16h	12h-19h
	16h30-21h	17h-21h	16h30-21h	16h30-21h	16h30-21h	
du 08/07 au 14/07/02	8h30-12h	8h45-12h45	8h30-12h30	8h30-12h30	8h45-12h45	8h30-11h45
	12h30-16h30	13h-16H	12h45-16h45	13h-16h30	13h-16h45	12h-15h15
	17h-21h	16h30-21h	17h-21h	17h-20h30	17h-20h30	15h30-19h
du 15/07 au 21/07/02	8h30-11h45	8h15-11h45	8h45-12h45	8h30-12h15	8h15-12h	8h-12h
	12h15-16h15	12h15-16h15	13h15-16h45	12h45-16h30	12h30-16h15	12h30-19h
	16h45-20h45	16h30-20h45	17h-21h	16h45-20h45	16h30-21h	
du 22/07 au 28/07/02	8h15-12h	8h30-12h15	8h30-12h30	8h15-12h	8h30-12h15	8h30-12h
	12h30-16h	12h45-16h45	13h-16h15	12h30-16h30	12h30-16h30	12h15-19h
	16h15-20h45	17h30-20h45	16h45-20h30	16h45-20h45	17h-21h	

TAB. 2.5 – Tableau des horaires de couverture du suivi des articles

gères et les remplissent avant de rentrer le soir ou viennent tôt le matin pour le faire. A l'exception d'un jour où une rupture est survenue à 9h15, aucun autre cas n'a été enregistré. De même, entre 11h30-13h et 15h30-17h, nous avons noté moins de ruptures (2 et 3 respectivement). Alors des pauses ont été choisies pendant ces intervalles de temps.

Par ailleurs, pendant cette période d'observation, nous avons noté que 58.44% des articles étudiés ont été au moins une fois en rupture de stock. En faisant la répartition suivant la catégorie d'eau, le tableau 2.4 montre que pour chacune d'elles, le taux de rupture¹⁰ dépasse la barre des 50% (dernière colonne du tableau 2.4) et il reste plus élevé dans la famille des eaux nationales plates (65, 75%).

Au total, 175 ruptures (y compris la référence St Amand 6*2L) ont été observées. La répartition suivant leurs moments d'occurrence (tableau 2.6) révèle qu'il y a eu plus de ruptures de stock les après-midi (environ 50% des ruptures).

2.3.2 Les résultats de l'analyse typologique des ruptures de stock

Pour caractériser les ruptures de stock, nous avons considéré les variables suivantes :

- leur durée mesurée en heure entre leur date d'occurrence et celle de la fin.

¹⁰Ce taux est calculé sur la base du nombre d'articles total dans chaque catégorie.

Type de marques	matin	après-midi	soir	Total
MDD	3	1		4
MN	15	66	30	111
PP	12	11	14	37
MR	6	5	11	22
Total	36	83	55	174

NB: la référence ST Amand a été omise

TAB. 2.6 – Répartition des ruptures de stock suivant les types de marque et le moment d'occurrence

- les actions promotionnelles ; pour distinguer les ruptures de stock ayant eu lieu le jour même d'une promotion de celles survenues les jours précédents, nous avons considéré les deux variables suivantes :
 - promotions courantes précisant s'il y a eu une promotion (0) ou non (1) le jour de la rupture de stock ;
 - promotions précédant les jours de la rupture de stock : cette variable prend la valeur 1 s'il y en a une, sinon la valeur 0.
- l'espace alloué à chaque article en rayon mesuré par l'importance de sa surface occupée dans le linéaire ;
- la variable jour de la semaine indiquant les jours des incidents (ruptures) survenus.
- le moment d'occurrence de la rupture de stock indiquant le moment précis de la journée où l'incident a eu lieu. Les modalités retenues sont : la matinée (1), l'après-midi (2) et la soirée (3).

Pour chaque rupture de stock, l'article concerné a été indiqué.

En utilisant les procédures hiérarchiques ascendantes à l'aide du logiciel SPAD, l'étude typologique permet d'obtenir à partir du tableau des distances de l'annexe 2, quatre types de ruptures de stock intra-homogènes et inter-hétérogènes dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 2.7 :

1. le **Type 1** d'effectif 29 (ruptures de stock) est caractérisé par des ruptures qui sur-

types de rupture	caractéristiques	articles
1	- espace alloué très faible - occurrence: après- midi	Carola Bleue 1,5L Carola Bleue 50CL Carola Bleue Noel Pet 6*1,5L Celtic Eau Min. Naturelle 1,5L Danone Taillefine Minérale Wattwiller 6*50CL Talians minérale 5*1L St Amand 6*2L Volvic 6*50CL Volvic fontaine 5L Volvic minérale 1,5L Volc Badoit vertigo framboise poire 6*25CL
2	- espace alloué très important - durée de rupture courte - fréquence relativement élevée (pour cristalline)	contrex 6*50CL et 50CL Cristalline source Evian 12* 33CL et 33 CL
3	- promotions - ruptures longues pour les MN et courtes pour les MDD - occurrence:début de semaine	Courmayeur minérale nature 6*1,5L Eau source montagne 6*1,5L Orée du Bois 1,5L Thonon 6*1,5L Perrier fluo cerise gingembre 4*50 CL Perrier 6*33 CL St diery 6*1,25L
4	- occurrence: n'importe quel moment	les autres articles en ruptures (62 articles)

TAB. 2.7 – Tableau récapitulatif des caractéristiques des différents types de rupture de stock

viennent souvent les après-midi (voir tableaux annexe 3). Elles portent souvent sur des articles ayant un espace alloué très faible (inférieur à 1%). Ce sont pour la plupart des marques régionale et nationale. Leur durée varie suivant les articles ; on note que celle de la référence Talians minérale 5*1L a été très longue (22 jours).

- le **Type 2**, comprenant 39 ruptures, est constitué d'articles (voir tableaux annexe 4) occupant un espace relativement important (espace atteignant les 10%). De plus, ces ruptures ont une durée relativement courte (moyennes environ 2 heures). Dans l'ensemble, les ruptures de marques de premier prix (Cristalline) sont prédominantes. Pour cette marque, il y a, en moyenne, plus d'une rupture de stock par jour. A celle-ci, s'ajoutent deux marques nationales (Contrex et Evian). Ce type de rupture est souvent lié aux retards dans l'approvisionnement des linéaires car les responsables

de rayon n'étant pas présents en permanence, alors il n'est pas possible de se rendre compte de ces ruptures dès leur occurrence.

3. le **Type 3** d'effectif 10, comprend les ruptures de stock survenues suite à des actions promotionnelles ayant eu lieu le même jour ou les jours qui les précèdent. Il est composé de marques nationale et de distributeur (St Diery 6*1,25L, Orée du Bois 1,5L). Elles sont souvent dues aux ruptures d'entrepôt induites par la forte demande suite aux promotions. De plus, l'on note que les durées (des ruptures) sont variables, allant de 3 heures à plus d'une journée mais surviennent souvent en début de semaine.
4. enfin, le **type 4** comprend les autres ruptures (effectif 97) qui surviennent à n'importe quel moment de la journée. Les articles concernés sont plus nombreux (62 références au total) et ne sont constitués que de marques nationales. Dans l'ensemble, ils occupent un espace faible.

D'après cette typologie, on note que les articles qui ont un espace alloué très faible (autour de 1%) sont ceux qui connaissent plus de ruptures de stock (type 1 et 4). De plus, près de 20% de ces ruptures ont duré plus d'une journée (34), ce qui traduit que les articles (concernés) se sont soldés par des ventes nulles. Cependant, celles-ci (les ventes nulles) ne traduisent pas nécessairement des ruptures de stock car il y a eu des jours où la demande de certains articles, bien que disponibles en rayon, s'est révélée nulle. Celles-ci s'observent dans chacune des trois catégories d'eau étudiées.

Pour les eaux plates, entre le 1/07/02 et le 27/07/02, les demandes de 11 articles ont été nulles comme le présente le tableau 2.8. On en dénombre au total 54 avec des disparités entre les références. Les articles Thonon 6*50CL et Evian 75CL sont ceux qui en ont enregistré le plus (14 et 12 respectivement). Autrement dit, pendant deux semaines, ces derniers n'ont fait l'objet d'aucune demande. Par ailleurs, on constate que les demandes ont été nulles plus en milieu de semaine (mercredi) que les autres jours de la semaine.

			Jour				
Référence	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Total
Carola Verte 50CL						2	2
Contrex 50CL			2	2		1	5
Danone activ 6*1,5L	1	2	3	1	1	1	9
Evian 75CL	2	1	3	1	4	1	12
Evian millenium 1L	1	1	1	1	1		5
Orée du bois 50CL				2			2
Talians Eau minérale 1L	1						1
Thonon 6*1,5L	4	1	2	2	3	2	14
Thonon 6*50CL			1				1
Vittel 75CL energie hydratation		1				1	2
Wattwiller 50CL		1					1
Total	9	7	12	9	9	8	54

TAB. 2.8 – Répartition des articles des EP avec des demandes nulles suivant les jours de la semaine

D'autre part, on dénombre quelques articles dont les ventes sont inférieures à 4 unités (packs) parmi lesquels se trouvent certains cités précédemment (éléments en gras du tableau 2.9).

Les références Talians Eau minérale 1L, Wattwiller 50CL, Vittel 75CL energie hydratation sont ceux qui présentent plus de demandes nulles (au moins 16 jours sur les 24 considérés).

L'examen des ventes des eaux aromatisées permet de faire le même constat. En effet, le tableau 2.10 indique que les demandes de 13 articles ont été au moins une fois nulles. Parmi ceux-ci, Contrex beauté 33 CL est celui dont la part de marché a été nulle pendant plusieurs semaines (environ 3 semaines) alors qu'il était disponible en rayon.

On constate que les demandes nulles ont été plus nombreuses entre mardi et jeudi que les autres jours de la semaine (début et fin). De plus, le tableau 2.11 indique qu'une quinzaine d'articles ont eu des niveaux de demande très faibles (entre 1 et 4 packs) pendant quelques jours et voire plusieurs semaines pour certains. Les marques Contrex (Contrex beaute 6*33CL, Contrex ligne et tonus 6*33CL) et Perrier (Perrier aro citron 6*25CL, Perrier citron 1L, Perrier citron 6*20CL) sont les plus concernées (demande nulle pendant plus de deux semaines).

Référence	Jour						Total
	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	
Eau de sources 50CL	1	1	2	2	1		7
Evian 33CL	1	2					3
Evian 50CL	1	1		1			3
Evian nomade minérale 2*75CL	4	3	2	2	1		12
Orée du bois 50CL	3		1		1	2	7
Taliens Eau minérale 1L	2	2	4	3	2	3	16
Thonon 6*1,5L		2	2	2	1	1	8
Valvert 1,5L		2	1	1			4
Valvert 50CL bouchon liberté		2		1	1	1	5
Vittel 50CL	2	2	3	1	1	1	10
Vittel 6*75CL bouchon sport			1		1		2
Vittel 75CL energie hydratation	3	1	3	3	4	2	16
Volvic 50CL	1	1	4	2	2	2	12
Wattwiller 50CL	1	3	4	4	3	2	17
Total	19	22	27	22	18	14	122

TAB. 2.9 – Répartition des articles des EP avec des demandes faibles suivant les jours de la semaine

référence	Jour						Total
	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	
Contrex beauté 33CL	1	4	4	4	4	3	20
Contrex beaute 6*33CL			1	1			2
Contrex peche fleur d'orange 6*50 CL nouveauté		1					1
Contrex poire vanille des iles 6* 50CL nouveaute		1					1
Perrier aro c vert 6*25CL		2		1	1		4
Perrier aro citron 6*25CL		1	2				3
Perrier citron 1L	1						1
Perrier citron 6*20CL				1		1	2
Perrier citron vert 1L		1					1
Perrier citron vert 6*20CL	1	1		2	1	1	6
Vichy aro citron 6*25 Cl				1			1
Vichy fraise guarri. 6*25 CL		2	1	1	2		6
Volvic citron 1,5L				1			1
Total	1	3	1	5	3	1	49

TAB. 2.10 – Répartition des articles des EA avec des demandes nulles suivant les jours de la semaine

Quant aux eaux gazeuses, on dénombre une douzaine d'articles avec des parts de marché nulles pendant au moins une journée (voir premier tableau 2.12). L'article Perrier boîte 33 CL est celui qui présente l'image la plus négligeable (19 jours de ventes nulles).

référence	Jour						Total
	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	
Carola verte pamp/orange 1,25L			2	1			3
Contrex beauté 33CL	3					1	4
Contrex beauté 6*33CL	1	2	3	2	3	4	15
Contrex ligne et tonus 6*33CL	3	2	3	3	1	3	15
Perrier aro citron 6*25CL	3	2	2	4	3	3	17
Perrier citron 1L	1		1	3			5
Perrier citron 6*20CL	2	4	4	3	3	2	18
Perrier citron vert 1L	1			3	1		5
Perrier fluo cerise gingembre 4*50 CL			1		1		2
Perrier fluo menthe poivree 4*50 CL	1		1				2
Salvetat aromatisée abricot 1,25 L			1		1		2
Vertigo citron citron vert 3*25CL nouveaute		1	2	1			4
Vittel hydratation et energie 3*75 CL		1	2				3
Volvic citron vert 3*1,5L			1				1
Volvic pêche orange 6*33CL		1	1	1	1		4
Volvic the pêche 1,5L				1			1
Total	15	13	24	22	14	13	101

TAB. 2.11 – Répartition des articles des EA avec des demandes faibles suivant les jours de la semaine

Par ailleurs, on note que les demandes nulles sont plus élevées en milieu de semaine. Ce constat se confirme également pour les articles présentant des ventes faibles inférieures à 4 unités comme indiqué dans le second tableau 2.12. Parmi ceux-ci, certaines références avec des demandes nulles y sont présentes comme par exemple Perrier nature 50 CL, Quezac 33 CL, Vernière 1,25 L.

Ces statistiques indiquent que dans chaque catégorie, près d'un tiers des articles ont enregistré des demandes très faibles (inférieures à 4 unités), et ce, sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines. En s'intéressant à leur importance dans le chiffre d'affaires, le critère de répartition suivant la méthode ABC (voir tableau 2.13) révèle que pour chaque catégorie, un très grand nombre d'articles, parmi lesquels se trouvent ceux présentant des demandes faibles, contribuent moins à sa réalisation.

En examinant les profils des deux catégories d'articles, on note que la moyenne des ventes du premier groupe contribuant faiblement à la réalisation du chiffre d'affaires est très faible devant celle des autres. En effet, le tableau 2.14 révèle que la moyenne des

demandes nulles

Référence	Jour						Total
	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	
Badoit 33 CL	4		2	2		3	11
Badoit 50 CL	2		3	2	1	2	10
Gazeuse Auchan Diery 1,25 L			1				1
Gazeuse perrier 50 CL	1	1	2		1	1	6
Perrier boîte 33 CL	2	4	4	2	4	3	19
Perrier nature 50 CL	1	2	2	2	2		9
Quezac 33 CL	1	2	2		1	3	9
Vernière 1,25 L	1		2				3
Vernière 6*1,25 L	3	3	2	2	2	2	14
Vichy st yorre 6*1,25 L	2	1	1	1		1	6
Total	17	13	21	11	11	15	88

demandes comprises entre 1 et 4 packs de bouteilles

Référence	Jour						Total
	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	
Badoit 50 CL	2	3	1	1	3	2	12
Gazeuse Auchan Diery 1,25 L	1		1	1	1		4
Gazeuse perrier 50 CL	3	2	2	1	2	2	12
Gazeuse perrier 6*50 CL	2	1		3		1	7
Perrier 1 L	1	1	3	4	1		10
Perrier aro citron 50 CL	1		2	1			4
Perrier boîte 33 CL	2			2		1	5
Perrier nature 50 CL	3	2	2	2	2	3	14
Quezac 33 CL	3	2	1	4	2	1	13
Salvetat 1,25 L	1		1	1	1		4
Salvetat 6*1,25 L	1	1		2	1	1	6
Vernière 1,25 L	2	4	2	1		2	11
Vichy celestin 1,25 L			3				3
Vichy st yorre 1,25 L	1	1	2				4
Vichy st yorre 50 CL	2	1		1			4
Vichy st yorre 6*1,25 L	1	2	2	3	2	1	11
Total	26	20	22	27	15	14	124

TAB. 2.12 – Répartition des articles des EG avec des demandes inférieures à 5 unités suivant les jours de la semaine

premiers ne dépasse pas 7 Euros dans chaque catégorie d'eau alors que celle des seconds se situe au-dessus de 30 Euros et même atteint 181 Euros pour les eaux plates.

catégories	Rang	nombre cumulé d'articles en %	ventes cumulées du total en %
EA	27	60	95,10
EG	20	56	95,20
EP	29	40	95,00
Total	76		

TAB. 2.13 – Nombre d'articles retenus suivant le critère ABC

contribution par rapport au chiffre d'affaires	catégorie d'eau		
	EA	EP	EG
faible	4,44	6,53	4,10
forte	30,83	181,82	52,46

faible : l'ensemble des articles qui contribuent à moins de 5% du chiffre d'affaires (CA)
forte : les autres qui contribuent à plus de 95% de CA.

TAB. 2.14 – Les moyennes quotidiennes des ventes (en Euro) des deux groupes d'articles obtenus du critère ABC

Conclusion du chapitre 2

Cette étude a permis de mettre en évidence quatre types de ruptures de stock. ceux-ci ayant des caractéristiques différentes, alors les stratégies à mettre en oeuvre pour les réduire doivent être spécifiques.

Pour les ruptures de type 2, il serait souhaitable d'accroître davantage l'espace alloué et surtout, mettre à la disposition des responsables de rayon, des fiches de suivi des articles, étant donné leur forte rotation.

Quant aux deux autres types de rupture (1 et 4), il semble plus difficile de proposer une solution immédiate sans analyser la relation de cause à effet entre la visibilité (espace alloué) et leur demande. En effet, si l'espace (faible) alloué se justifie par leur faible demande, alors il serait souhaitable de les déréférencer afin de consacrer l'espace aux autres articles ou d'en introduire de nouveaux. Par contre, si c'est le cas inverse (demande moins forte se justifiant par l'espace alloué faible), alors il serait recommandable d'augmenter leur espace afin qu'ils soient plus visibles.

S'agissant des ruptures faisant suite aux actions promotionnelles, il serait recommandable, si la relation causale était établie, que le stock optimal soit revu à la hausse pendant les périodes promotionnelles mais également accroître le suivi de son évolution (du stock) afin d'anticiper la demande, ce qui permettrait de réduire ce type de ruptures. Ce pari ne peut être gagné que si les prévisions sont plus précises, ce qui suppose la prise en compte des facteurs exogènes tels que les promotions et les ruptures de stock comme cela a été démontré dans la section consacrée à leurs déterminants.

Or celles-ci (les ruptures) ne sont pas observées comme le sont les promotions à l'aide des codes barres. En effet, cette étude a permis de noter que toutes les ventes nulles observées dans une série de vente ne traduisent pas nécessairement des ruptures de stock mais peuvent être des demandes nulles. Notre analyse a montré que les articles concernés sont pour la plupart moins demandés et par conséquent, elles sont moins concernées par les ruptures de stock. De plus, leur importance relative dans le chiffre d'affaires est négligeable. Alors le problème d'anticipation de la demande se pose moins pour cette catégorie d'articles. Par contre pour les autres concurrents contribuant (significativement) à la réalisation du chiffre d'affaires, une vente nulle traduit dans la plupart des cas, une rupture de stock d'une

journée. Cependant, si celle-ci est facilement identifiable, il n'en est pas pour autant des autres ruptures car elles ne se traduisent pas toujours par des ventes nulles. Alors dans ces conditions, comment procéder au repérage de ces types de ruptures de stock dans une série de vente ? Tel est l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 3

Méthodes de filtrage des ruptures de stock

Généralement, les séries de ventes observées en magasin présentent des mouvements erratiques et irréguliers caractérisés par des pics et des chutes. Ceux-ci, selon Franses and Lucas (1998, p.459) "ne sont pas véritablement des erreurs d'observations car elles permettent, au contraire, de rendre compte des événements survenus (rupture de stock, promotions) dans le processus pendant la période de temps considérée". Des ventes anormalement basses observées un jour de la semaine pourraient traduire par exemple l'occurrence d'une rupture de stock à cette date ou d'un mauvais temps. Inversement, des ventes anormalement élevées pourraient être le reflet d'une action promotionnelle programmée pour une période déterminée ou de transferts induits par l'indisponibilité d'une marque concurrente. Tous ces phénomènes (ruptures, promotions, ..) pouvant influencer les ventes des articles, alors il est important de les prendre en compte dans la modélisation de la demande afin d'éviter les biais (Wecker 1978, Conrad 1976). Même si les méthodes économétriques, dans leur grande majorité, recommandent l'ajout de variables auxiliaires binaires pour rendre compte de ces changements dans une série donnée, leur localisation reste problématique car ils ne sont pas toujours observés. Alors dans ces conditions, se pose l'épineuse question de leur repérage dans la série de vente.

Dans la littérature, plusieurs méthodes ont été proposées par des auteurs (Tsay 1998, Chen and Liu 1993, etc...) pour détecter ces points dit *aberrants*, *atypiques* ou *outliers*. Dans

la pratique, un point sera dit *atypique* s'il s'écarte largement des autres observations de la population dont il est issu. Certains chercheurs (Franses and Lucas 1999, Rousseeuw and Leroy 1987, etc...) ont préconisé la méthode d'élimination progressive de points présumés aberrants dans les méthodes de regression. Ensuite un examen des résidus d'estimation permet de repérer les observations qui semblent atypiques. Outre ces méthodes explicatives, d'autres, fondées sur une approche statistique, ont été proposées dans la littérature (Dixon 1950 et 1951, Barnett and Lewis 1984, Tukey 1977, Lau and Lau 1996, etc..). Celles-ci, sont basées sur des tests d'hypothèses dans un cas univarié.

Ainsi dans ce chapitre, notre objectif vise à détecter les ruptures de stock en comparant les méthodes économétriques et mécaniques (tests d'hypothèses) à partir de l'étude des eaux embouteillées.

Après avoir présenté ces différentes méthodes (section 1), nous terminerons par une étude empirique (section 2) afin d'évaluer la puissance de ces tests.

3.1 Présentation des méthodes de détection

Contrairement aux méthodes paramétriques proposées par Likéš (1966), Dixon (1951, 1950), etc..., qui sont fondées sur l'hypothèse de stationnarité des séries de ventes, la méthode explicative basée sur l'analyse des résidus d'estimation prend en compte les effets saisonniers, ce qui paraît plus réaliste. Ces deux méthodes ont été choisies car elles diffèrent par leur approche (paramétrique et non paramétrique), ce qui peut permettre de faire une comparaison entre elles quant à leur efficacité dans le filtrage des ruptures de stock.

3.1.1 La méthode paramétrique : les tests de discordance

Les tests de discordance sont basés sur l'analyse de la position d'une observation d'un échantillon donné par rapport aux autres. Un point sera considéré comme un "outlier" ou aberrant dans une série donnée s'il s'écarte largement des autres. Cependant, l'appréciation de cet écart peut paraître problématique. Ainsi certains auteurs tels que Dixon

(1950, 1951), Likeš (1966), Tukey (1977), Kimber and Stevens (1981), etc... ont proposé des méthodes statistiques basées sur des tests de discordance pour déterminer les points aberrants. Ces tests permettent de décider de l'appartenance ou non d'une observation donnée, présumée aberrante, à la population d'où sont issues les autres observations. Il s'agit d'un test paramétrique basé sur la distribution du phénomène étudié.

Principe du test

Considérons une variable aléatoire Y_t ($t = 1, 2, \dots, T$) et appelons respectivement G et g sa fonction de répartition et sa densité (ou loi de probabilité). Soit $y_1, \dots, y_T$, les réalisations du phénomène Y_t . Celles-ci appartiennent à la même distribution (G) si certaines observations ne sont pas aberrantes. En effet, s'il y a des points atypiques, cela traduit que ceux-ci sont issus d'un autre phénomène dont la distribution est différente de G . Alors, la méthode de discordance consistera à tester l'hypothèse nulle H_0 d'appartenance de toutes les observations à une même distribution (G) contre l'hypothèse alternative H_1 qu'au moins un des points n'est pas issu de G . Pour effectuer ce test, il faut d'abord ordonner les réalisations y_t de la série.

Appelons par $y_{(1)}, \dots, y_{(T)}$, la nouvelle série (ordonnée). Le classement des observations permet de regrouper en queue ou en tête de distribution, les points correspondants à des chutes ou des pics, présumés aberrants. Alors il s'agira formellement de tester l'hypothèse :

H_0 :

$$y_{(1)}, \dots, y_{(T)} \in G \quad (3.1)$$

contre H_1 :

$$y_{(T-t+1)}, \dots, y_{(T-t+k)} \notin G \quad t = 1, T \quad (3.2)$$

où k désigne le nombre d'observations présumées atypiques.

- Lorsque $t = 1$, alors ils s'agit de tester des pics ;
- pour $t = T$, le test concerne des points anormalement bas.

Procédures du test de discordance

Pour tester l'hypothèse H_0 contre H_1 , on utilise le critère du maximum de vraisemblance ou du principe d'optimalité locale pour déterminer l'estimateur approprié. Celui-ci diffère suivant la distribution du phénomène et la nature du test (pics ou chutes). Dans la plupart des cas, le rapport entre la somme des k observations, présumées aberrantes, et la somme de tous les autres points est utilisé comme une statistique appropriée pour effectuer ce test (Barnett and Lewis 1984).

1. S'il s'agit d'observations situées en queue de distribution, cette statistique s'écrit :

$$Z_1 = \frac{y_{(1)} + \dots + y_{(k)}}{y_{(1)} + \dots + y_{(T)}} = \frac{\sum_1^k y_{(t)}}{\sum_1^T y_j} \quad (3.3)$$

Sa distribution dépend de la loi du phénomène étudié. Dans le cadre de cette recherche, nous ne présenterons que le cas d'une distribution exponentielle car nos séries s'ajustent toutes parfaitement à cette distribution théorique.

- Pour $k = 1$, Lewis and Fieller (1979) ont montré que la fonction de densité de la statistique (3.3) est de :

$$g(z) = \begin{cases} T(T-1)(1-Tz)^{T-2} & \text{si } 0 < z < \frac{1}{T} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

La probabilité critique associée à une valeur calculée z de Z_1 est donc

$$pc(z) = 1 - G(z) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq z \\ 1 - T(T-1) \int_0^z (1-Tx)^{T-2} dx & \text{si } 0 < z < \frac{1}{T} \\ 0 & \text{si } z \geq \frac{1}{T} \end{cases}$$

où $G(z)$ est la fonction de répartition.

Si la probabilité critique $pc(z)$ est supérieure au seuil α choisi, alors l'hypothèse nulle de non existence de point aberrant ne peut pas être rejetée. Dans le cas contraire, les observations concernées sont atypiques à ce seuil.

- Pour $k = 2$, la densité devient (voir Barnett and Lewis 1984, p156) :

$$g(z) = \begin{cases} \frac{T(T-1)^2}{T-2} \left(1 - \frac{T}{2}z\right)^{T-2} - [1 - (T-1)z]^{T-2} & \text{si } 0 < z < \frac{1}{T-1} \\ \frac{T(T-1)^2}{T-2} [1 - (T-1)z]^{T-2} & \text{si } \frac{1}{T-1} < z < \frac{2}{T} \\ 0 & \text{si } z \geq \frac{2}{T} \end{cases}$$

La fonction de répartition peut s'écrire alors :

$$G(z) = \begin{cases} 0 & \text{si } z = 0 \\ \frac{T(T-1)^2}{T-2} \int_0^z \left[\left(1 - \frac{Tx}{2}\right)^{T-2} - (1 - x(T-1))^{T-2} \right] dx & \text{si } 0 < z < \frac{1}{T-1} \\ \frac{T(T-1)^2}{T-2} \int_0^{\frac{1}{T-1}} \left[\left(1 - \frac{Tx}{2}\right)^{T-2} - (1 - x(T-1))^{T-2} \right] dx \\ \quad + \int_{\frac{1}{T-1}}^z \frac{T(T-1)^2}{T-2} \left(1 - \frac{Tx}{2}\right)^{T-2} dx & \text{si } \frac{1}{T-1} < z < \frac{2}{T} \\ 1 & \text{si } \frac{2}{T} \leq z \end{cases}$$

– Pour $k \geq 3$, Lewis and Fieller (1979) montre que la probabilité critique $pc(z)$ tend vers $\mathfrak{C}_T^k F_{2k, 2(T-k)} \left[\frac{(T-k)z}{k(1-z)} \right]$ en lui étant inférieure:

$$pc(z) \lesssim \mathfrak{C}_T^k F_{2k, 2(T-k)} \left[\frac{(T-k)z}{k(1-z)} \right]$$

où $\mathfrak{C}_T^k$ est la combinaison de k éléments parmi T et $F_{k,l}$ la distribution de Fisher à k et l degrés de liberté.

Alors pour toute valeur z de la statistique Z_1 définie à la relation (3.3), on calcule la probabilité critique $pc(z)$ associée :

$$pc(z) = 1 - G_T(z)$$

2. Dans le cas inverse (points situés en tête de distribution), on a :

$$Z_2 = \frac{y_{(T)} + \dots + y_{(T-k+1)}}{y_{(1)} + \dots + y_{(T)}} = \frac{\sum_{t=1}^k y_{(T-t+1)}}{\sum_{j=1}^T y_j} \quad (3.4)$$

Cette statistique suit une loi dont la fonction de répartition est (Barnett and Lewis 1984) :

$$G(z) = \sum_{j=0}^{E[1/T]} \mathfrak{C}_T^j (1-jz)^{T-1} \quad 0 \leq z \leq 1$$

où $E[1/T]$ désigne la partie entière de $1/T$.

S'agissant du choix des k observations, il se fera à partir de l'examen de la distribution ordonnée.

Cette méthode présente l'avantage d'une simplicité de mise en oeuvre. Cependant, elle a l'inconvénient de ne tenir compte que des observations situées en tête et queue de distribution, ignorant les points intermédiaires. Pour cela, nous allons proposer une méthode économétrique fondée sur le diagnostic des résidus d'estimation.

3.1.2 Méthode du diagnostic des résidus d'estimation

Elle consiste à détecter les points atypiques qui sont susceptibles d'exercer une influence significative sur les estimateurs des moindres carrés à partir de méthodes statistiques. Alors, elle pourra être utilisée pour le filtrage des ruptures de stock.

Cadre du modèle

Considérons le modèle linéaire suivant :

$$Y = X\beta + e \quad (3.5)$$

où

$Y = (y_1, \dots, y_T)'$ représente¹ le vecteur des observations avec $t = 1, \dots, T$;

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & \dots & \dots & x_{2p} \\ : & & & : \\ : & \dots & \dots & : \\ x_{T1} & \dots & \dots & x_{Tp} \end{pmatrix}, \text{ la matrice des variables exogènes;}$$

$\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)'$, le vecteur de type $(p, 1)$ des paramètres inconnus.

$e = (e_1, \dots, e_T)'$ désigne le vecteur des erreurs e_j , supposées identiquement et indépendamment distribuées (*iid*) suivant une loi normale de moyenne nulle et d'écart type σ , inconnu.

Pour vérifier si une observation est atypique, il suffit de tester l'hypothèse nulle

H_0 :

$$”L'observation t exerce une influence sur l'estimation du modèle” \quad (3.6)$$

contre l'hypothèse alternative

H_1 :

$$”l'observation t n'exerce pas d'influence sur l'estimation du modèle” \quad (3.7)$$

¹ $(a, b)'$ désigne la transposée du vecteur (a, b) .

Pour effectuer ce test d'hypothèses, nous aurons recours à des statistiques basées pour la plupart sur le diagnostic des résidus d'estimation $\hat{e}$ donnés par la différence entre la valeur observée et celle ajustée, soit :

$$\hat{e} = Y - \hat{Y} = Y - X\hat{\beta} \quad (3.8)$$

Les tests de diagnostic des résidus

Selon Fox (2002), une observation sera dite *influyente* si son poids peut influencer fortement sur les estimateurs de moindres carrés. La détection d'un tel point se fait à l'aide des *résidus studentalisés*.

Les résidus studentalisés

Les résidus studentalisés $r_{(i)}$ sont les résidus standardisés et réduits par l'écart-type des erreurs d'estimation issues de la regression de Y sur X sans l'observation i . En appelant par

$$s'^2_{(i)} = \frac{1}{n-p} \sum_{j \neq i}^T \hat{e}_j^2 \quad (3.9)$$

la somme des carrés des résidus (*SCR*) issus de la première estimation sans l'observation i , alors les résidus studentalisés $r_{(i)}$ sont égaux à :

$$r_{(i)} = \frac{\hat{e}_i}{s'_{(i)} \sqrt{1 - h_{ii}}} \quad (3.10)$$

où h_{ii} , compris entre 0 et 1, désigne la statistique de valeur potentielle ou d'effet de levier, présentée en annexe 5.

Belsley et al. (1980) ont utilisé le terme *RSTUDENT* pour désigner les résidus studentalisés $r_{(i)}$. Cette dernière appellation est celle qu'utilisent souvent les logiciels statistiques tels que STATA, SPSS, SAS.

D'autre part, la statistique $r_{(i)}$ suit une loi de student à $(T - 1 - p)$ degrés de liberté. Lorsque la taille de l'échantillon T est élevée ($T > 30$), il suffit de comparer la valeur absolue de $r_{(i)}$ à 1,96 au seuil de 5% :

- Si $|r_{(i)}| \leq 1,96$ alors l'hypothèse nulle est acceptée c'est-à-dire que l'observation i n'est pas un point aberrant ;
- par contre, si $|r_{(i)}| > 1,96$, elle est considérée comme aberrante au seuil de 5%.

Certes la statistique $r_{(i)}$ permet de déterminer si l'observation i influence la valeur prédite $\hat{y}_i$, néanmoins il ne nous fournit pas davantage de précision sur l'ampleur de l'impact. Autrement dit, cet indicateur n'est qu'informatif mais ne permet pas de mesurer de combien cette influence s'élève. Pour cela, il est conseillé d'utiliser la statistique *DFFIT*.

La statistique DFFIT

Pour évaluer l'influence de l'observation i sur l'estimation du modèle, il est important de tenir compte des valeurs ajustées (du modèle) dans les deux cas (avec et sans l'observation i). Ainsi Belsley et al. (1980) ont proposé l'indicateur *DFFIT* _{i} dont l'expression est :

$$\begin{aligned} DFFIT_i &= \frac{\hat{Y}_i - \hat{Y}_{(i)}}{s'_{(i)}\sqrt{h_{ii}}} = r_{(i)}\sqrt{\frac{h_{ii}}{1 - h_{ii}}} \\ DFFIT_i &= \frac{\hat{e}_i\sqrt{h_{ii}}}{s'_{(i)}(1 - h_{ii})} \end{aligned} \quad (3.11)$$

La distribution de la statistique *DFFIT* n'est pas connue. Alors Belsley et al. (1980) ont défini comme seuil critique, la valeur $1,96\sqrt{p/T}$ ou 1 au seuil de 5% suivant les cas :

- dans un petit échantillon, si $|DFFIT_i| > 1$ alors l'influence sera considérée significative.
- Par contre pour les échantillons de taille élevée ($T \geq 30$), l'influence sera significative si $|DFFIT_i| > 1,96\sqrt{p/T}$.

Ces deux statistiques définies précédemment vont nous permettre de déterminer toutes les observations qui semblent être atypiques dans la structure des données.

Le modèle postulé

Les ventes d'un article étant liées à celles des autres de la catégorie, alors il est important de tenir compte de ces interdépendances dans la modélisation de la demande. Par conséquent, les ventes de chaque article seront relativisées par rapport au total des ventes

de tous les articles substituables qui forment la catégorie (Bultez et al. 1989, Bultez and Naert 1988). L'analyse portera ainsi sur la part de marché $m_{a,j,s}$ quotidienne (j) de l'article a suivante :

$$m_{a,j,s} = \frac{q_{a,j,s}}{\sum_{i=1}^n q_{i,j,s}} \quad (3.12)$$

pour

$a \in \{1, 2, \dots, i, \dots, n\}$, désignant l'ensemble des articles définissant l'assortiment ;

$j \in \{1, 2, \dots, J\}$, l'ensemble des jours ouvrables par semaine ;

$s \in \{1, 2, \dots, h, \dots, S\}$, l'ensemble des semaines pour lesquelles les observations sont disponibles.

Cette relativisation présente l'avantage d'éliminer tout tiers facteur instable (qu'il varie d'un jour ou d'une semaine à l'autre) dont les variations influencent tous les articles de façon comparable. De façon formelle, la demande $q_{a,j,s}$ de chaque article (a) peut se modéliser comme un produit de facteurs, dont l'un est spécifique à chacun des articles (Φ_a) et l'autre, propre aux phénomènes chronologiques ($f_{j,s}$) :

$$q_{a,j,s} = \Phi_a \cdot f_{j,s} \quad (3.13)$$

Alors la part de marché de l'article a le jour j de la semaine s peut s'écrire :

$$m_{a,j,s} = \frac{\Phi_a \cdot f_{j,s}}{\sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot f_{j,s}}, \quad \forall j = 1, 2, \dots, J \text{ et } s = 1, 2, \dots, h, \dots, S \quad (3.14)$$

Aussi complexe que les effets chronologiques $f_{j,s}$ puissent être, celles-ci peuvent être écrites tout simplement :

$$m_{a,j,s} = \frac{\Phi_a}{\sum_{i=1}^n \Phi_i} = \varphi_a, \quad \forall j = 1, 2, \dots, J \text{ et } s = 1, 2, \dots, h, \dots, S \quad (3.15)$$

Etant donné que toute action promotionnelle différenciée dont bénéficie un ou plusieurs articles de la catégorie peut modifier les facteurs Φ_i et donc les parts φ_i , alors il est utile de les inclure par une extension du modèle qui prendrait la forme :

$$q_{a,j,s} = \Phi_a \cdot f_{j,s} \cdot e^{\beta \cdot P_{a,j,s}} \quad (3.16)$$

avec $\beta > 0$ et $P_{a,j,s}$ une variable indicatrice telle que :

$$P_{a,j,s} = \begin{cases} 1 & \text{si } a \text{ est en promotion le jour } j \text{ de la semaine } s \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.17)$$

Alors la part de marché de l'article a devient :

$$m_{a,j,s} = \frac{\Phi_a \cdot e^{\beta \cdot P_{a,j,s}}}{\sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot e^{\beta \cdot P_{i,j,s}}} \quad (3.18)$$

En déflatant celle-ci (la part de marché) par la moyenne géométrique des parts de marché des n articles, on obtient :

$$\frac{m_{a,j,s}}{(\prod_{i=1}^n m_{i,j,s})^{\frac{1}{n}}} = \frac{\Phi_a \cdot e^{\beta \cdot P_{a,j,s}}}{(\prod_{i=1}^n \Phi_i \cdot e^{\beta \cdot P_{i,j,s}})^{\frac{1}{n}}} \quad (3.19)$$

Cette expression se linéarise aisément :

$$\begin{aligned} \ln(m_{a,j,s}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(m_{i,j,s}) &= \ln(\Phi_a) + \beta \cdot P_{a,j,s} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(\Phi_i) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta \cdot P_{i,j,s} \\ \ln(m_{a,j,s}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(m_{i,j,s}) &= \left[\ln(\Phi_a) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(\Phi_i) \right] + \beta \cdot \left(P_{a,j,s} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{i,j,s} \right) \end{aligned} \quad (3.20)$$

En posant

$$\gamma_a = \left[\ln(\Phi_a) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(\Phi_i) \right] \quad (3.21)$$

$$y_{a,j,s} = \ln(m_{a,j,s}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(m_{i,j,s}) \quad (3.22)$$

$$x_{a,j,s} = P_{a,j,s} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{i,j,s} \quad (3.23)$$

on obtient une équation de régression du type :

$$y_{a,j,s} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \delta_{a,j,s|i} + \beta \cdot x_{a,j,s} \quad (3.24)$$

où $\delta_{a,j,s|i}$ est l'indicatrice

$$\delta_{a,j,s|i} = \begin{cases} 1 & \text{si } a = i \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.25)$$

Puisque les variables sont toutes centrées, alors $\sum_{a=1}^n \gamma_a = 0$ et par conséquent :

$$\gamma_n = - \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i \quad (3.26)$$

Il faut considérer alors $n - 1$ constantes au lieu de n pour la regression puisque l'une de ces constantes (la $n^{ième}$ par exemple) est déterminée en fonction des autres ; arbitrairement, nous éliminerons la dernière. Le modèle final devient alors :

$$y_{a,j,s} = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i \cdot \delta_{a,j,s|i} + \beta \cdot x_{a,j,s}, & \text{si } a \neq n \\ - \sum_{i=1}^{n-1} \gamma_i + \beta \cdot x_{n,j,s}, & \text{si } a = n \end{cases} \quad (3.27)$$

Ainsi les estimations Φ_a des parts de marché à prix identiques de chaque article a sont obtenues en calculant :

$$\Phi_a * 100\% = \frac{e^{\hat{\gamma}_a}}{\sum_{i=1}^n e^{\hat{\gamma}_i}} \times 100\%$$

Ces calculs permettront de faire une analyse statistique des implications managériales en distinguant les articles bénéficiant d'un avantage concurrentiel des autres.

En analysant les résidus de ce modèle de régression par les méthodes décrites précédemment, des ruptures de stock pourraient être détectées.

3.2 Etude empirique

L'étude empirique consistera à vérifier si les points aberrants détectés par les tests statistiques correspondent aux ruptures de stock effectivement observées. Il s'agit donc de mesurer l'efficacité des méthodes à filtrer les ruptures de stock.

Pour cela, nous disposons d'une part, des ventes d'articles, des actions promotionnelles observées et d'autre part, des informations sur les ruptures de stock (observées) pour chacune des références d'eau. Les données s'étendent sur 4 semaines, soit 24 observations journalières par article. Notre étude porte sur l'ensemble de ceux retenus à la suite du critère de sélection *ABC* puisque les autres, comportant des ventes très faibles peuvent biaiser les résultats.

Par ailleurs, dans la base de données, les ventes, qui représentent la variable dépendante de notre modèle, sont exprimées en valeur (Euro) et en volume (nombre de packs vendus). Si le chiffre d'affaires est exprimé dans une même unité pour tous les articles, il n'en est pas

de même pour le conditionnement qui diffère suivant les articles. Alors les ventes en volumes ne sont pas exprimées dans une unité homogène. En effet, les articles sont vendus soit en bouteille d'une unité ou en pack de 2, 3, 4, 6, 8 ou 12 (bouteilles). De plus, la contenance (ou volume) des bouteilles varie de 0,20 à 5 litres. Pour cette raison, nous proposerons, pour l'approche économétrique, trois types de modèle de part de marché suivant l'unité utilisée pour quantifier les ventes :

- un premier modèle en "valeur" qui utilise le chiffre d'affaires exprimé en Euro (ventes en valeur) dans le calcul des parts de marché ;
- un second en "volume" où sera pris en compte le nombre de bouteilles vendues ; par exemple, un pack de 6 correspondra à 6 bouteilles ;
- et enfin, un modèle en "volume" utilisant la contenance en nombre de litres vendus. Dans ce cas, un pack de 6 d'un volume de 1,5 litres (par bouteille) acheté sera équivalent à 9 litres ($6 \times 1,5$) vendus, en terme de contenance.

Cette distinction paraît nécessaire pour le modèle économétrique car le calcul des parts de marché faisant intervenir les ventes de plusieurs articles non exprimées dans la même unité entraîne un problème d'homogénéité (d'unité). Par contre, pour l'approche paramétrique, cette question se pose moins dans la mesure où les statistiques sont calculées à l'échelle de chaque série (cas univarié). Les ventes d'un même article étant exprimées dans une même unité pour tous les jours, alors l'homogénéité des unités est respectée. De plus, les prix d'une référence donnée étant quasiment constants (hors période promotionnelle) d'un jour à un autre, alors les poids relatifs des ventes quotidiennes d'un article par rapport aux ventes des quatre semaines seront, à quelques chiffres près, identiques quelle que soit l'unité retenue pour les ventes. Des différences pourraient exister si des variations de prix étaient fréquemment observées. Or il y a eu moins d'offres promotionnelles et elles ne concernent que quelques 2 à 3 articles par famille d'eau (EA, EG, EP).

D'autre part, le degré de substitution d'une catégorie d'eau à une autre étant faible, alors nous proposerons un modèle pour chacune. De plus, les trois familles considérées sont à des endroits différents dans le magasin, ce qui peut également justifier la proposition de

modèles différents. Les tests de filtrage seront appliquées également par approche mécanique et économétrique.

3.2.1 Approche mécanique

Nous ferons les tests d'hypothèses pour chacune des 3 catégories d'eau.

Les eaux plates (EP)

Pour cette famille, 30 articles ont été retenus (voir tableau 3.1). Au total, 45 ruptures ont été observées pendant la période de l'étude pour l'ensemble des références considérées. De plus, 4 articles ont bénéficié d'offres promotionnelles.

La méthode mécanique reposant sur la distribution des phénomènes étudiés, alors le test non paramétrique de Kolmogorov-Smirnov a permis de noter que toutes les séries de ventes en "litre" s'ajustent à une distribution exponentielle quasiment au seuil de 1% (voir annexe 6). L'application des techniques de filtrage aux ventes de chaque article pour différents niveaux de seuil critique permet d'obtenir les courbes d'évolution (voir figure 3.1) de la sensibilité² et de la spécificité³ des tests.

L'examen de ce graphe indique que la sensibilité croît avec le niveau du seuil critique, ce qui n'est pas surprenant car plus ce dernier (le seuil) croît, plus la chance de détection de déviants augmente, en particulier celle d'une "réelle" rupture. La figure 3.1 révèle la faible capacité de détection d'une "réelle" rupture car elle ne dépasse pas les 40%. En effet, sur 45 ruptures observées, seules 17 ont été identifiées au seuil de 15% contre 12 au seuil de 10%. Parmi celles-ci, on dénombre des ruptures de durées différentes, allant de 2, 5 heures à une journée entière comme le présente le tableau 3.2. A l'exception des références *Evian 6*1,5L (Evia3)* et *Minérale Wattwiller 6*50CL (Watt1)*, les ventes des articles concernés

²La sensibilité est la capacité de considérer une réelle rupture. Elle est égale alors à $1-\alpha$ où α désigne le risque de première espèce.

³La spécificité est la capacité du test de considérer qu'il n'y a pas eu de rupture sachant qu'effectivement l'article est disponible. Mesurant alors la puissance du test, elle est égale à $1-\beta$, où β désigne le risque de seconde espèce.

Nom des articles	code	nb de ruptures	date vente nulle	nb promotions
Auchan min naturelle 6*50C	Auch1	0		3
Auchan montagne 6*75Cl Bspauchan	Auch2	0		
contrex 6*1,5L	Cont1	0		
Contrex 6*50CL	Cont2	1		5
Contrex minérale 6*1L	Cont3	0		
Cristalline source 6*1,5L	Crist	23		
Eau de sources Pyrénées 5L	Pyr	0		
Eau source montagne 6*1,5L	Mont1	1		
Eau source montagne 6*50CL	Mont2	0		
Evian 1,5L	Evia1	1		
Evian 12* 33CL	Evia2	2		
Evian 6*1,5L	Evia3	1		
Evian 6*2L	Evia4	1		
Evian 6*50CL	Evia5	0		
Evian minérale 6*1L	Evia6	0		
Hepar 6*1L	Hepa	0		
Minérale Wattwiller 6*50CL	Watt1	3		
Orée du Bois 6*1,5L	Ore	1		4
Valvert 6*1,5L	Valv	0		
Vittel 6*1,5L	Vitt1	0		
Vittel 6*50CL	Vitt2	0		
Volvic 6*1,5L	Volv1	1		
Volvic 6*50CL	Volv2	2		7
Volvic fontaine 5L	Volv3	1		
Wattwiller 6*1,5L	Watt2	0		
Carola bleu pet 6*1,5L	Caro1	1	17/7	
Carola Bleue Noel Pet 6*1,5L	Caro2	1	17/7	
Danone Taillefine 6*1,5L	Dano	2	2/7	
Talians Eau minérale 6*1L	Talia	1	26/7	
Valvert 6*50CL bouchon libe	Valv1	2	15/07, 18/07	
Total	30	45		

TAB. 3.1 – Codification des variables de la catégorie des eaux plates et ruptures de stock

le jour de ces incidents (ruptures) s'écartent⁴ de la moyenne des ventes normales⁵ de plus de 50% en valeur absolue. Pour le dernier article cité (*Watt1*), la rupture constatée suit une action promotionnelle.

S'agissant des ruptures non détectées, on compte les 23 de la référence *Cristalline source 6*1,5L* (*Crist*) qui représentent plus de la moitié des incidents observés. Celles-ci sont caractérisées par leur durée relativement courte (de 5 minutes à 2 heures). On dénombre

⁴l'écart relatif se calcule en prenant la différence entre le ratio des ventes par la moyenne des ventes normales et 1.

⁵Les ventes normales sont celles observées hors ruptures de stock et promotions.

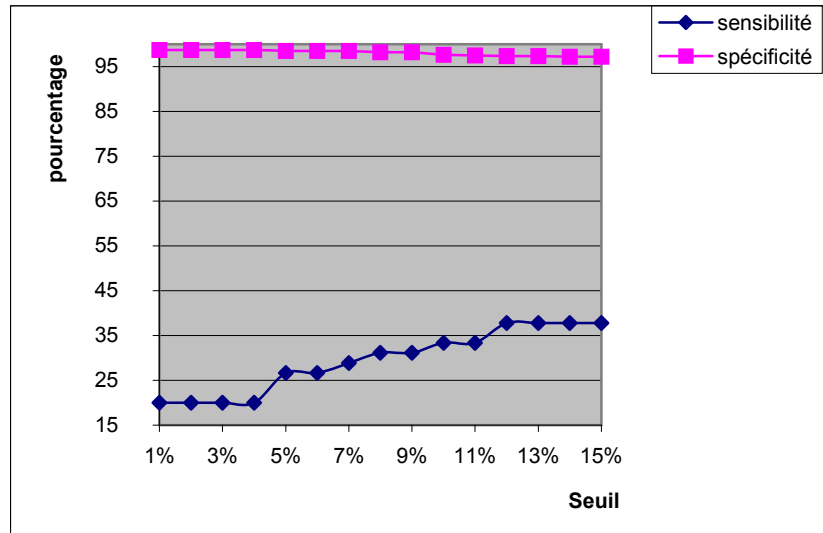


FIG. 3.1 – Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux plates selon les seuils critiques

serie	date	ratio ventes et moyenne ventes normales	durée des ruptures (heures)
Cont2	24/07/02	0,32	4,00
Caro1	17/07/02	0,03	13,00
Caro2	17/07/02	0,02	13,00
Dano	02/07/02	0,05	13,00
	08/07/02	0,37	5,00
Evia3	17/07/02	0,78	2,50
Evia4	15/07/02	0,16	9,00
Ore	27/07/02	0,28	6,00
Talia	26/07/02	0,07	13,00
Valv1	15/07/02	0,06	13,00
	18/07/02	0,06	13,00
Vitt2	17/07/02	0,47	5,00
Volv2	16/07/02	0,34	5,00
Volv3	02/07/02	0,49	3,00
Watt1	16/07/02	2,63	3,00

TAB. 3.2 – Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux plates

également quelques 5 ruptures dont la durée varie entre 2 heures et 4 heures. Les ventes courantes des jours concernés s'écartent de plus de 40% (en valeur absolue) de la moyenne des ventes normales. Il s'agit des articles *Minérale Wattwiller 6*50CL* (*Watt1*), *Evian 1,5L* (*Evia1*) et *Evian 12* 33CL* (*Evia2*).

D'autre part, certaines observations ont été détectées comme aberrantes alors qu'en réalité, elles ne correspondaient pas à des ruptures. En effet, sur les 675 (720-45) points restants de notre échantillon, 17 seulement ont été repérés comme atypiques au seuil de 10%. Alors la spécificité du test est supérieure à 97% pour tous les seuils comme le montre la figure 3.1. On constate qu'elle décroît avec le seuil car la probabilité de repérage de "fausses" ruptures augmente lorsque le seuil augmente ; alors le risque de considérer qu'un point non identifié ne soit pas une rupture diminue dans ces conditions, justifiant la relation inverse entre spécificité et seuil. Dans l'ensemble, la capacité du test à ne pas détecter de "fausses ruptures" reste élevée car elle se situe au dessus de 95%. Un examen des observations mises en évidence comme atypiques permet de noter que près du tiers est lié à des actions promotionnelles (jour ou la veille du point détecté) comme l'indique le tableau 3.3.

serie	date	ratio ventes et moyenne ventes normales	promo	promo
			courante	la veille
Cont2	06/07/02	3,56	1	
Mont2	03/07/02	0,44	1	
	18/07/02	1,27		1
Hepa	12/07/02	0,71		
Watt1	01/07/02	1,76		
	15/07/02	2,97	1	
Valv	06/07/02	1,46		
	12/07/02	1,75		
Volv2	08/07/02	2,22	1	
	27/07/02	1,79		
Volv3	13/07/02	1,97		
	20/07/02	1,50		
Caro1	05/07/02	1,55		
	13/07/02	1,42		
	19/07/02	1,58		
Talia	18/07/02	0,54		
Valv1	19/07/02	0,48		

TAB. 3.3 – Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux plates au seuil de 10%

On constate que la majorité de ces observations correspond à des pics (ratio plus grand que l'unité), ce qui pourrait refléter les probables transferts entre des articles étant donné les nombreuses ruptures observées chaque jour.

Les eaux aromatisées (EA)

Pour cette catégorie, les 23 articles présentés dans le tableau 3.4 sont ceux retenus pour l'étude empirique. Au total, 24 ruptures de stock ont été observées et deux articles promus. On note par ailleurs que toutes les séries suivent une distribution exponentielle quasiment au seuil de 2% comme le montre l'annexe 7.

Nom des articles	code	nb de ruptures	date vente nulle	nb promotions	
badoit vertigo framboise poire 6*0,25L	Badoi	2	22/7	4	
Carola rouge citron/vert 1,5L	Carola1	1			
Carola rouge pamp/orange 1,25L	Carola2	0			
Carola verte citron/vert 1,5L	Carola3	0			
Carola verte pamp/orange 0,5L	Carola4	2		3	
Perrier citron 0,33L	perrier	4			
Rivella 1,5L	Rivela	0			
Salvetat orang mandar 0,25L	Salveta	1			
Vertigo citron citron vert 3*1,75L nouveaute	Vertigo	0			
Vittel 1,75L framboise myrtille	Vittel1	0			
Vittel aro.grenadine 6*25CL	Vittel2	1	09/07, 10/07		
Vittel fruits pomme poire 0,75L	Vittel3	0			
Vittel hydratation et energie 3*25 CL	Vittel4	2			
Volvic aro. Selection saison 1,75L	Volvic1	0			
Volvic arom. fraise 6*1,5L	Volvic2	0			
Volvic arom. Peche orange 1,5L	Volvic3	0			
Volvic aromatisee fraise 1,5L	Volvic4	2			
Volvic citron vert 3*1,75L	Volvic5	0			
Volvic magique ananas 1,75L	Volvic6	1			
Volvic magique cassis 6*1,5 L	Volvic7	0			
Volvic orange 1,75L	Volvic8	2	16/07, 18/07		
Volvic peche orange 6*25CL	Volvic9	3			
Volvic the peche 0,25L	Volvic10	3			
Total	23	24	5		

TAB. 3.4 – Codification des articles de la catégorie des eaux aromatisées et rupture de stock

Les tests de filtrage ont permis de détecter certaines ruptures de stock. La courbe de la sensibilité de la figure 3.2 indique que la capacité du test à révéler de réelles ruptures est faible.

En effet, les sensibilités sont inférieures à 70% et aucune d'entre elles n'atteint les 80%, ce qui reste moins élevée. On note que toutes les ruptures d'une journée ont été identifiées. La plupart des autres ont un écart relatif par rapport à la moyenne des ventes normales important comme l'indiquent les ratios (ratio faible donc écart relatif élevé) du tableau 3.5.

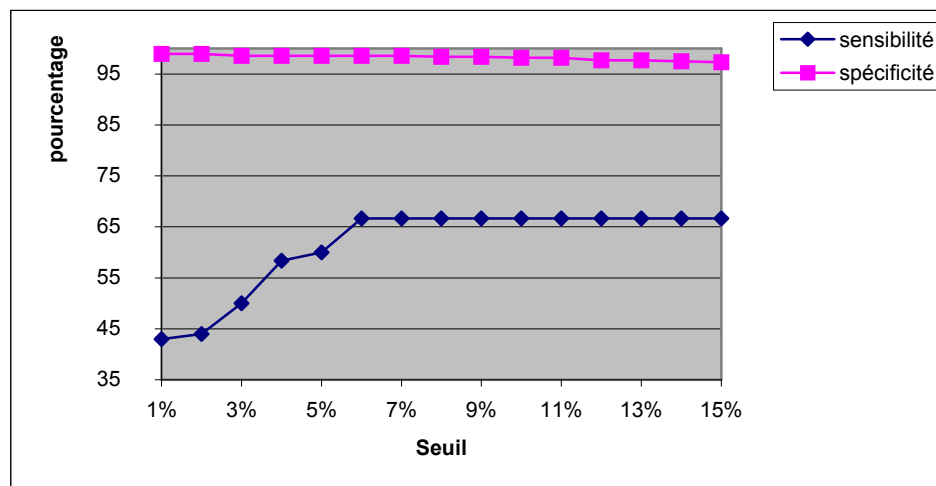


FIG. 3.2 – Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux aromatisées suivant les seuils

serie	date	ratio ventes et moyenne des ventes	durée des ruptures (heures)
Badoi	02/07/02	0,19	6,00
	04/07/02	0,35	3,50
Carola1	15/07/02	0,73	2,00
perrier	04/07/02	0,12	8,00
	15/07/02	0,12	8,50
	22/07/02	0,12	13,00
Vittel2	25/07/02	0,14	8,00
Vittel4	09/07/02	0,10	13,00
	10/07/02	0,10	13,00
Volvic4	01/07/02	0,18	7,00
	08/07/02	0,36	3,50
Volvic8	03/07/02	0,20	6,00
	25/07/02	0,31	3,67
Volvic10	11/07/02	0,27	8,00
	16/07/02	0,05	13,00
	18/07/02	0,05	13,00

TAB. 3.5 – Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux aromatisées

Les durées des ruptures dépassent 3 heures à l'exception d'une seule de 2 heures mise en évidence (voir tableau 3.5).

Quant aux ruptures non identifiées, certaines de longues durées en font partie. En effet, le test n'a pas été efficace dans la détection de plusieurs ruptures dont les durées dépassent 4 heures et certaines atteignent même 10 heures.

D'autre part, on note que la puissance du test est élevée car la figure 3.2 montre qu'elle est supérieure à 97% pour tous les seuils. Parmi les points identifiés, on constate, à travers le tableau 3.6, que près de la moitié est liée à des offres promotionnelles (le jour ou la veille). Enfin, on dénombre également un nombre relativement plus élevé d'observations qui présentent des ventes dépassant largement la moyenne des ventes normales (ratio plus grand que 1) et qui peuvent refléter d'éventuelles actions de substitution.

serie	date	ratio	Promotion		
			même jour	jour suivant	la veille
Carola1	04/07/02	0,33			1
	05/07/02	1,73	1		
	06/07/02	1,67	1		
	09/07/02	1,37	1		
	10/07/02	0,43		1	
Carola4	04/07/02	2,67		1	
	05/07/02	3,53		1	
Rivela	05/07/02	2,48			
Vertigo	06/07/02	1,24			
Vittel4	01/07/02	1,97			
	24/07/02	0,31			
Volvic1	20/07/02	1,48			
Volvic6	20/07/02	2,06			
Volvic7	22/07/02	0,54			
Volvic8	20/07/02	2,45			

TAB. 3.6 – Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux aromatisées

Les eaux gazeuses (EG)

Pour cette famille, 16 références d'eau ont été retenues pour notre étude (voir tableau 3.7). Dans l'ensemble, 15 ruptures ont été observées avec un article promu pendant 3 jours. Par ailleurs, l'annexe 8 montre que toutes les distributions des séries étudiées sont exponentielles car les probabilités critiques sont quasiment proches de zéro.

Nom des articles	code	nb de ruptures	date vente nulle	promotion
Arvie 6*1,25 L	Arvie	3		3
Badoit 1 L	Badoi1			
Badoit 6*1 L	Badoi2			
Badoit 6*33 CL	Badoi3	1		
Badoit 6*50 CL	Badoi4	1		
Perrier 6*33 CL	Perrier1	2		
Perrier 8*20 CL permanent	Perrier2	1		
Perrier nature 4*50 CL bouteille plastique	Perrier3	1		
Perrier gazeuse 4*1L	Perrier4			
Quezac 6*1 L	Quezac1			
Quezac 6*33 CL	Quezac2	1		
Salvetat 6*1,25 L	salveta	2	19/07	
San pellegrino pet 1 L	Pellegr1			
San pellegrino pet 6*1 L	Pellegr2			
St diery 6*1,25L	Diery	2		
Vichy celestin 6*1,25 L	Vichy	1	19/07	
total		15		

TAB. 3.7 – Ruptures de stock et codification des articles de la catégorie des eaux gazeuses

En appliquant les tests de filtrage sur ces dernières séries, les résultats révèlent que la capacité de détection des ruptures de stock est inférieure à 60% pour tous les seuils de 1 à 15% comme l'indique la figure 3.3.

En effet, 9 sur les 15 ruptures observées ont été repérées au seuil de 15% contre 5 au seuil de 10%. La plupart de celles mises en évidence ont une durée d'au moins 4 heures avec des ratios ventes/moyenne des ventes normales relativement faibles (voir tableau 3.8), traduisant l'écart considérable entre les deux variables (ventes et moyenne).

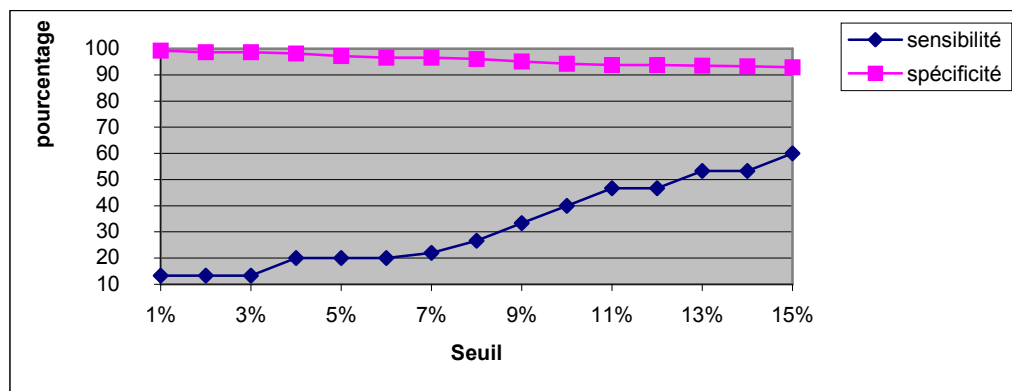


FIG. 3.3 – Evolution de la sensibilité et de la spécificité des tests mécaniques appliqués aux eaux gazeuses suivant les seuils

Article	date	ratio	durée rupture (h)
Arvie	16/07/02	0,23	5
	23/07/02	0,23	4,5
Badoi4	25/07/02	0,25	4
Perrier2	02/07/02	0,29	4
Perrier3	03/07/02	0,19	4
Quezac2	10/07/02	0,15	6
salveta	03/07/02	0,05	13
Diery	24/07/02	0,29	4
Vichy	17/07/02	0,07	13

TAB. 3.8 – Ruptures de stock détectées par la méthode mécanique pour les eaux gazeuses

Cependant, tous les points s'éloignant de leur moyenne ne sont pas détectés. En effet, comme le présente le tableau 3.9, des ruptures de stock ayant eu des impacts importants sur les ventes (ratio proche de 0) n'ont pas été filtrées par les tests. Il s'agit par exemple de la référence *Salvetat 6*1,25 L (salveta)* dont les ventes du 03/07/02 sont situées à près de -100% de la moyenne des ventes. Cette rupture a duré 12 heures alors que le test a été inefficace à la mettre en évidence.

D'autre part, on note que des observations ne correspondant pas à des ruptures ont été identifiées par le test. Dans l'ensemble, la probabilité de détection d'une "fausse" rupture est faible comme le montre bien la figure 3.3. La spécificité du test se situe au-dessus de 90% pour chaque seuil considéré sur cette figure, ce qui est acceptable. En effet, sur un

Article	date	ratio	durée rupture (h)
Arvie	20/07/02	0,21	5
Badoi3	19/07/02	0,28	4
Perrier1	09/07/02	0,34	3,5
	23/07/02	0,14	6
salveta	03/07/02	0,05	12

TAB. 3.9 – Ruptures de stock non détectées par la méthode mécanique pour les eaux gazeuses

total de 369 (384-15) observations non concernées par les ruptures de stock, seulement 27 ont été repérées à tort au seuil de 15% contre 22 au seuil de 10%. Plus de 85% de celles-ci correspondent à des pics comme on le constate à travers le tableau 3.10. Il y a un nombre plus important d'observations dont les ventes dépassent largement leur moyenne, ce qui peut traduire sans nul doute les transferts de ventes des articles en rupture vers celles-ci.

Articles	date	ratio
Pellegr2	05/07/02	1,49
	13/07/02	1,70
Badoi4	13/07/02	1,84
	20/07/02	1,84
	27/07/02	1,87
Diery	02/07/02	1,90
Pellegr1	12/07/02	2,09
	06/07/02	2,09
	26/07/02	2,09
Quezac2	26/07/02	2,12
Badoi3	09/07/02	2,12
	23/07/02	2,23
	09/07/02	2,24
Badoi1	20/07/02	2,28
Arvie	13/07/02	2,33
Perrier4	17/07/02	4,60
	13/07/02	7,76

TAB. 3.10 – Fausses ruptures détectées par la méthode mécanique pour les eaux gazeuses

En conclusion, on note pour les trois catégories concernées, que la capacité des tests

à révéler les réelles ruptures est relativement faible et se situe en dessous de 70% pour les différents seuils considérés. Cette défaillance peut s'expliquer par l'utilisation de la série ordonnée, qui ne rend pas compte de l'évolution de la série brute. En considérant la distribution ordonnée, seules les observations situées à la queue et à la tête de celle-ci sont présumées atypiques alors que des points intermédiaires peuvent correspondre à des ruptures.

Quant à la spécificité, elle reste élevée pour chacune des catégories testées et dépasse les 90%. Toutefois, l'analyse nous a permis de noter que les observations mises en évidence sont liées à des offres promotionnelles ou correspondent à des pics qui pourraient traduire les éventuels transferts entre articles.

3.2.2 Approche économétrique

Le modèle postulé étant en logarithme, alors il importe que toutes les observations soient positives. Cependant, même si leur nombre reste limité, quelques articles présentent des ventes journalières nulles indiquées dans les tableaux 3.1, 3.4 et 3.7 déjà présentés. Dans le souci de réduire les biais de sélection, ceux-ci ne seront pas éliminés de l'étude. Pour pouvoir les intégrer au modèle linéarisé, nous mettrons arbitrairement des ventes (en volume) d'une unité pendant les jours concernés (de ventes nulles). Certes, cette démarche introduit un biais. Néanmoins, elle permet de prendre en compte tous les articles sélectionnés.

Les eaux plates (EP)

Les articles retenus, au nombre de 30, ont été déjà présentés dans le tableau 3.1. Les 5 dernières séries ont enregistré des ventes nulles dont les jours d'occurrence sont indiqués dans ce tableau.

Résultats du calibrage des modèles

L'estimation des paramètres se fera selon l'ordre dans lequel les références apparaissent dans le tableau des données (3.1). Pour l'identification des articles, seules les 29 premières variables seront retenues ; la dernière ($n = 30$) concernant *Valvert 6*50CL bouchon libe (Valv1)*, repérée par les -1 figurants sera éliminée.

L'application de la méthode des moindres carrés aux 720 (30×24) observations retenues pour la catégorie des eaux plates fournit les résultats du tableau 3.11 sur les impacts promotionnels.

type de modèle	coefficients estimés	Erreur-type	Statistique t	Qualité ajustement R^2
Valeur	0,152	0,034	4,45	0,892
Bouteille	0,161	0,034	4,71	0,892
Litre	0,235	0,035	6,26	0,9204

TAB. 3.11 – Les effets des promotions sur les parts de marché des articles de la catégorie des eaux plates

Comme il fallait s'y attendre, le signe de la variable "promotion" est bien positif pour tous les modèles (tableau 3.11) avec des valeurs estimées largement supérieures aux estimateurs de leurs écarts-types (plus de 4 fois plus grand comme l'indiquent les statistiques de student). Alors on peut donc affirmer avec un risque négligeable de se tromper que les actions promotionnelles de cette période (de l'étude) expliquent effectivement les variations des parts de marché pour chaque modèle considéré. Cependant on constate que l'effet est plus faible pour le modèle en "valeur". Ce résultat peut sans nul doute s'expliquer par les "effets prix" qui tendent à réduire les "effets quantité" induits par les offres promotionnelles. Par ailleurs, on note que le modèle en "litre" fournit non seulement la meilleure qualité d'ajustement (92%) mais également l'impact promotionnel le plus important (0,235) avec une statistique de student relativement plus élevée.

D'autre part, l'examen du tableau 3.12 présentant les parts de marché estimées suivant les modèles, révèle qu'il existe une différence nette d'image entre les articles. En effet, les 10 premières références jouissent d'un avantage concurrentiel certain quel que soit le type de

modèle considéré car leur part en situation d'équilibre dépasse 3,33% (1/30). Parmi celles-ci, la marque *Cristalline source 6*1,5L* (Crist) est celle qui présente l'avantage concurrentiel le plus favorable de tous les modèles. Cependant, l'on note qu'en valeur, sa part de marché estimée est relativement plus faible (7,17%) qu'en volume (bouteille et litre). Cela peut se justifier par les "effets prix" évoqués précédemment car cette marque coûte relativement moins chère.

Marque	Type de modèle		
	Valeur	Bouteille	Litre
Crist	7,17	10,44	11,20
Volv1	6,38	5,94	6,31
Vitt1	6,28	5,63	6,04
Evia3	6,22	5,60	6,00
Cont1	6,07	4,06	5,83
Mont1	4,06	4,66	5,00
Watt2	5,20	4,57	4,90
Evia4	4,31	3,57	4,34
Valv1	3,31	3,47	3,87
Hepa	4,51	4,23	3,80
pyr	2,88	2,02	3,65
Ore	3,85	4,13	3,30
Caro2	2,82	2,95	3,16
Caro1	2,68	2,79	3,00
Valv	1,96	2,76	2,96
Cont3	3,34	3,26	2,93
Evia6	3,07	2,99	2,69
Volv3	2,62	1,37	2,47
Dano	2,29	1,95	2,09
Auch2	1,87	2,28	1,81
Evia5	2,32	2,58	1,72
Evia1	1,71	1,53	1,64
Talia	1,89	1,80	1,62
Mont2	1,85	2,39	1,55
Auch1	1,84	2,34	1,50
Vitt2	2,09	2,34	1,49
Volv2	1,89	2,12	1,37
Watt1	1,87	2,03	1,34
Evia2	2,11	2,47	1,27
Cont2	1,55	1,72	1,13

TAB. 3.12 – Parts de marché estimées à prix identiques pour les eaux plates (en %)

Les 10 derniers articles du tableau 3.12 devraient inquiéter car ils présentent l'image la plus défavorable pour tous les modèles. On note par ailleurs que le conditionnement joue un rôle déterminant dans le jeu concurrentiel entre articles. En effet, la marque Evian

présente différentes images selon le conditionnement. Alors que Evian 6*1,5L (Evia3) et Evian 6*2L (Evia4) jouissent d'un avantage concurrentiel, on constate que les références Evian 6*50CL (Evia5) et Evian 12* 33CL (Evia2) présentent une image contraire. Ceci s'observe également chez certaines autres marques telles que Volvic, Wattwiller et Contrex quel que soit le type de modèle considéré.

Cependant les parts de marché estimées diffèrent d'un modèle à un autre. Alors pour expliquer ces disparités, nous allons examiner les résidus d'estimation.

Diagnostic des résidus d'estimation

Le graphe 3.4 complète l'analyse statistique d'un examen du diagnostic des résidus d'estimation suivant le type de modèle. Il indique que la capacité de détection de "réelles" ruptures de stock est faible car la sensibilité ne dépasse pas les 45% pour les seuils considérés. Autrement dit, le risque de se tromper en affirmant qu'une rupture réellement observée ne l'est pas est supérieur à 55%, ce qui est élevé.

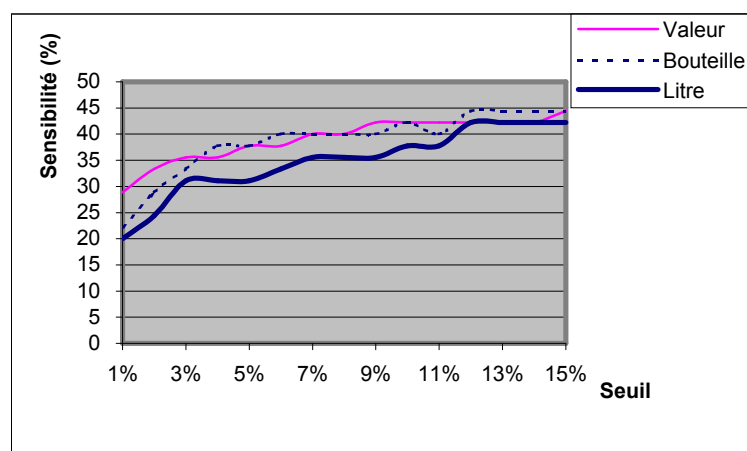


FIG. 3.4 – Evolution de la sensibilité suivant les seuils critiques pour les eaux plates

D'autre part, les tests ont également mis en évidence des points qui ne sont pas de vraies ruptures de stock ; la figure 3.5 montre que la spécificité se situe au-dessus de 94% pour tous les modèles. En effet, cela traduit que le risque de parvenir à une conclusion erronée (fausses ruptures de stock) ne dépasse pas 6%, ce qui est (très) acceptable.

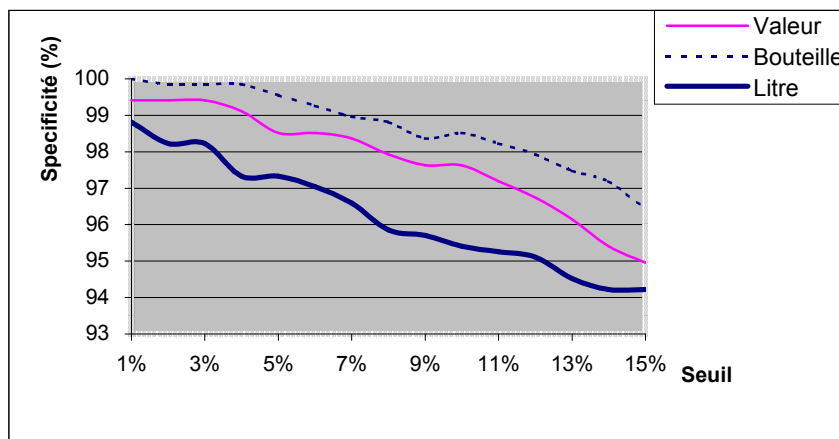


FIG. 3.5 – Evolution de la spécificité suivant les seuils critiques pour les eaux plates

Bien que la spécificité soit meilleure, on constate en revanche que la sensibilité est faible. Alors on peut s'interroger sur les facteurs explicatifs de ces imperfections.

Les facteurs explicatifs des imperfections

L'analyse des résultats révèle que les "fausses" ruptures détectées correspondent pour la plupart à des ventes qui sont (largement) supérieures à la moyenne des ventes normales comme l'indique le tableau 3.13 pour le seuil de 7%. En effet, on note que les ratios entre les ventes et leur moyenne sont pour la quasi-totalité supérieurs à l'unité, avec des écarts relatifs souvent importants. Certains parmi ceux-ci concernent des articles promus le même jour ou la veille. Pour corriger ces imperfections, nous avons introduit dans le modèle "en litre" une variable binaire promotion décalée d'un jour (PROMOD). On note une amélioration non seulement de la qualité du modèle mais également de l'écart-type des erreurs d'estimation (voir tableau 3.14).

Il ressort des résultats que les actions promotionnelles ont eu un effet négatif sur les ventes post-promotions, ce qui n'est pas surprenant car les consommateurs profitent des offres promotionnelles pour constituer des provisions. De plus, on constate une augmentation de la spécificité du test à partir du seuil de 7% (voir figure 3.6). En effet, l'introduction de la nouvelle variable a permis de réduire les risques liés au repérage de la plupart des

serie	date	ratio entre ventes moyennes des ventes normales	promotion	
			même jour	la veille
Auch1	03/07/2002	1,66	1	1
	04/07/2002	0,50		
	12/07/2002	0,62		
Cont2	06/07/2002	3,55	1	
	17/07/2002	1,50	1	
	27/07/2002	0,32		
Evia2	01/07/2002	1,18		
	17/07/2002	1,26		
Evia4	19/07/2002	1,74		
Watt1	05/07/2002	0,61	1	
	15/07/2002	2,97		
Ore	17/07/2002	2,47		
Volv2	08/07/2002	2,22		
Volv3	17/07/2002	1,08		
Caro2	18/07/2002	1,25		
Valv1	08/07/2002	1,43		

TAB. 3.13 – "Fausses" ruptures détectées pour les eaux plates

	coefficients estimés	Erreur-type	Statistique t	Qualité ajustement R ²	Erreur-type résidus
promo1	0,235	0,038	6,26	0,9204	0,179
promo2	0,399	0,054	7,38	0,9220	0,177
promod	- 0,256	0,056	- 4,57		

promo1: promotion de la première estimation

promo2: promotion de la seconde estimation

promod: promotion décalée de la seconde estimation

TAB. 3.14 – Effets promotionnels dans les deux modèles

promotions, améliorant ainsi la spécificité du test. Cependant, la capacité de détection des "réelles" ruptures de stock reste stable.

Quant aux autres observations (détectées à tort avec des ratios supérieurs à 1), elles peuvent bien traduire les actions de substitution induites par les articles en rupture de stock.

Concernant les imperfections constatées dans le filtrage des ruptures de stock, une analyse des données (voir figure 3.7) montre que celles détectées (situées au nord du graphe) sont survenues pour la plupart un après-midi avec des durées relativement plus longues (au



premier= premier modèle

second = le modèle réestimé

FIG. 3.6 – Spécificités des tests dans les deux modèles

moins 3 heures). De plus, les articles concernés sont le plus souvent des marques nationales

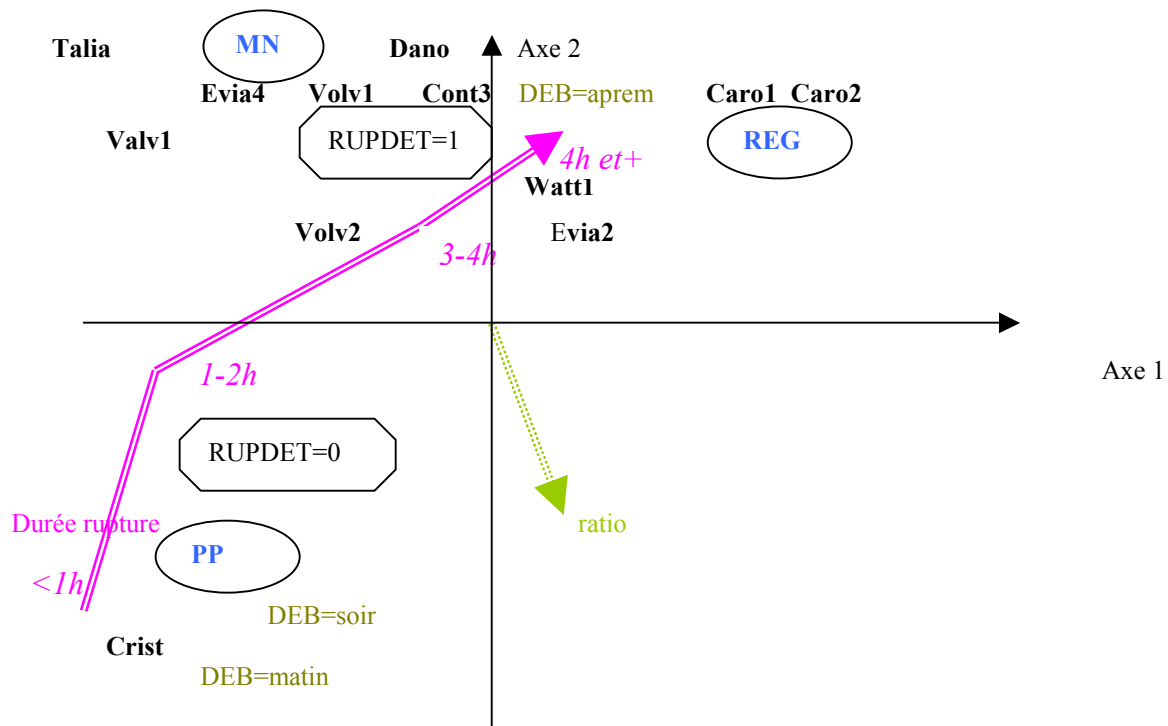


FIG. 3.7 – Facteurs explicatifs des imperfections des méthodes de filtrage des EP

(MN) et régionales (REG) pour lesquels les ventes s'écartent largement de la moyenne des ventes normales (plus de 50% en valeur absolue). Le graphe 3.7 nous indique également que

plus la durée augmente, moins le ratio est élevé, ce qui signifie que l'écart entre les deux variables (ventes et moyenne des ventes normales) devient considérable. Alors cela indique que l'impact des ruptures sur les parts de marché s'accroît avec la durée des incidents, ce qui est bien normal car une partie de plus en plus importante de la demande reste non satisfaite quand la rupture se prolonge. Ce résultat pourrait expliquer la capacité peu élevée du test à détecter les ruptures de courtes durées.

Par ailleurs, la figure 3.8 révèle que le nombre de déviants détectés (vraies + fausses ruptures) par le modèle en litre est le plus faible. Cela pourrait sans nul doute expliquer l'importance de sa qualité d'ajustement par rapport aux autres.

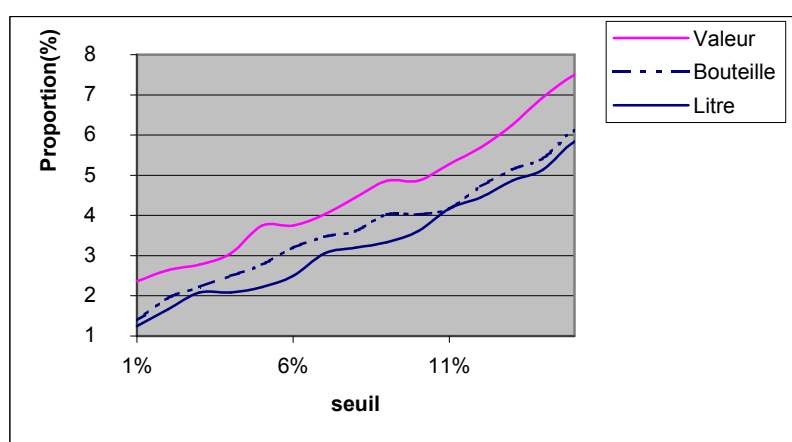


FIG. 3.8 – Proportions des déviants des eaux plates détectés par rapport à l'ensemble des observations par modèle

Les eaux aromatisées (EA)

Les 23 premières variables du tableau 3.4 (déjà présenté) ayant été retenues pour l'identification des articles, l'estimation des paramètres indique que les actions promotionnelles ont naturellement un effet positif sur les ventes (voir tableau 3.15), ce qui signifie qu'elles expliquent les fluctuations des parts de marché.

Il ressort des résultats que l'effet promotionnel est sous-estimé dans le modèle en "valeur" qui fournit la qualité d'ajustement la plus faible (73%), les deux modèles en "volume" présentant les meilleurs estimateurs (statistiques de student et qualités d'ajustement plus

élevées). En outre, on constate que l'impact des promotions est relativement plus important dans cette catégorie (0,357) que dans la précédente (0,235). Cela peut se justifier par la différence de la nature de celles-ci. En effet, les promotions de la catégorie des eaux plates sont des réductions de prix contrairement à celles des eaux aromatisées qui sont des "mises en avant". Cela corrobore l'étude de Tourtoulou (1996) sur l'efficacité de ces dernières.

Variables	type de modèle	coefficient estimés	Erreur-type	Statistique t	Qualité ajustement R ²
promo	Valeur	0,344	0,078	4,400	75,29
	Bouteille	0,351	0,083	4,250	79,91
	Litre	0,358	0,076	4,720	91,73
promod	Valeur	- 0,017	0,114	- 0,150	
	Bouteille	- 0,101	0,145	- 0,700	
	Litre	- 0,006	0,113	- 0,060	

Promo: promotion du jour courant
promod: promotion décalé

TAB. 3.15 – Les effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux aromatisées

D'autre part, les différences d'images s'observent également (voir tableau 3.16); en volume ou en valeur, l'avantage concurrentiel est favorable au 4 premiers articles du tableau 3.16 (parts de marché d'équilibre supérieures à $4,35\% = 1/23$). Parmi ceux-ci, la marque *Volvic* est la plus représentée avec trois références que sont *Volvic arom. fraise 6*1,5 L (Volvic2)*, *Volvic magique cassis 6*1,5 L (Volvic7)* et *Volvic citron vert 3*1,75L (Volvic5)*. Cependant, on constate que deux autres articles de la même marque dont *Volvic peche orange 6*25CL (Volvic9)* et *Volvic peche orange 6*25CL (Volvic10)* présentent un désavantage concurrentiel quel que soit le type de modèle considéré (en valeur ou en volume). Cela traduit que le conditionnement joue un rôle important dans le jeu stratégique entre articles. Enfin, on note que les références *Perrier citron 0,33L (perrier)* et *Salvetat orang mandar 0,25 L (Salveta)* ont l'image la plus défavorable.

Diagnostic des résidus d'estimation

En complétant l'analyse avec le diagnostic des résidus par le graphique 3.9, on constate

Goût	contenance(en L)	Marque	Type de modèle		
			Valeur	Bouteille	Litre
arom. Fraise	6*1,5L	Volvic2	9,81	9,80	11,08
magique cassis	6*1,5 L	Volvic7	8,04	8,03	9,08
citron vert	3*1,75L	Volvic5	6,17	6,16	7,45
citron vert	3*1,75L	Vertigo	5,85	5,85	7,07
framboise myrtille	1* 1,75L	Vittel1	5,45	5,44	6,58
aromatisée fraise	1*1L	Volvic4	5,15	5,14	5,81
arom. Pêche orange	11,5L	Volvic3	4,57	4,57	5,16
aro. Selection saison	1*1,75L	Volvic1	3,89	3,89	4,69
verte citron/vert	1*1,5L	Carola3	3,98	3,98	4,49
rouge citron/vert	1*1,5L	Carola1	3,89	3,91	4,39
Rivella	1*1,5L	Rivella	3,81	3,81	4,31
magique ananas	1*1,75L	Volvic6	3,43	3,42	4,14
orange	1*1,75L	Volvic8	3,21	3,21	3,88
rouge pamp/orange	1*1,25L	Carola2	3,47	3,47	3,62
framboise poire	6*0,25L	Badoi	5,37	5,37	2,79
fruits pomme poire	1* 0,75L	Vittel3	3,33	3,33	2,78
pêche orange	6*25CL	Volvic9	2,16	2,16	2,44
aro.grenadine	6*25CL	Vittel2	4,59	4,59	2,38
verte pamp/orange	1* 0,5L	Carola4	2,92	2,93	2,05
hydratation et énergie	3*0,25	Vittel4	3,67	3,66	1,90
pêche	1*0,25L	Volvic10	2,88	2,88	1,49
citron	1*0,33L	perrier	2,15	2,15	1,26
orang mandar	1*0,25L	Salveta	2,24	2,24	1,16

TAB. 3.16 – Parts de marché estimées à prix identiques pour les eaux aromatisées (en %)

que tous les risques de considérer une "réelle" rupture (sensibilité) sont identiques pour tous les modèles à partir de 4% et se situent tous au-dessus de 90% au seuil de 5%. Les modèles en volume, ayant quasiment la même qualité d'ajustement, présentent pratiquement les mêmes sensibilités.

Seules deux ruptures de stock d'une durée inférieure ou égale à 2 heures n'ont pas été détectées à ce dernier seuil. Alors que les ventes correspondantes à ces deux jours de rupture s'écartent de la moyenne des ventes normales de moins de 40% en valeur absolue, l'écart de celles des autres observations se situe au-dessus de 64%, comme l'indique le tableau 3.17.

Il révèle également une relation décroissante entre la durée des ruptures de stock et le ratio (ventes/moyenne des ventes normales), montrant ainsi que l'importance de l'impact des ruptures de stock avec leur durée.

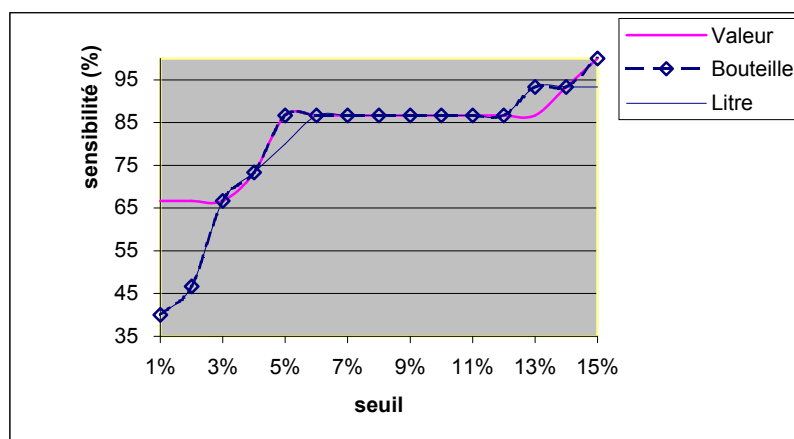


FIG. 3.9 – Evolution de la sensibilité suivant les seuils pour les eaux aromatisées

serie	date	ventes en litres c3	moyenne ventes normales (Litres) c4	ratio c3/c4	durée des ruptures (heures)
Badoi	02/07/02	3,14	16,91	0,19	6
	04/07/02	6,28	17,91	0,35	3,5
Carola4	10/07/02	2,00	7,45	0,27	5
perrier	04/07/02	0,33	2,81	0,12	8
	15/07/02	0,33	2,81	0,12	8,5
Salveta	15/07/02	0,25	2,30	0,11	10,5
Vittel2	25/07/02	1,50	10,76	0,14	8
Volvic4	01/07/02	15,00	83,80	0,18	7
	08/07/02	30,00	83,80	0,36	3,5
Volvic8	03/07/02	7,00	34,25	0,20	6
	25/07/02	10,50	34,25	0,31	3,67
Volvic9	18/07/02	3,00	12,79	0,23	5
	19/07/02	1,50	12,79	0,12	9
Volvic10	11/07/02	1,25	4,11	0,30	4,5

TAB. 3.17 – Ruptures de stock détectées et ratio ventes/moyennes des ventes normales pour les eaux aromatisées

D'autre part, le graphique 3.10 montre que le risque de considérer un point normal comme une rupture de stock reste faible, ce qui rend la spécificité relativement meilleure. On constate en effet qu'elle est au-dessus de 95% pour tous les seuils inférieurs à 10%, ce qui est acceptable. Par ailleurs, il ressort de l'examen des résultats que plus de la moitié des "fausses" ruptures filtrées l'ont été le jour d'une action promotionnelle ou tout juste après celle-ci. Alors pour améliorer la puissance des tests, nous avons introduit comme dans le cas précédent, une variable promotion décalée afin de capter l'impact promotionnel sur les

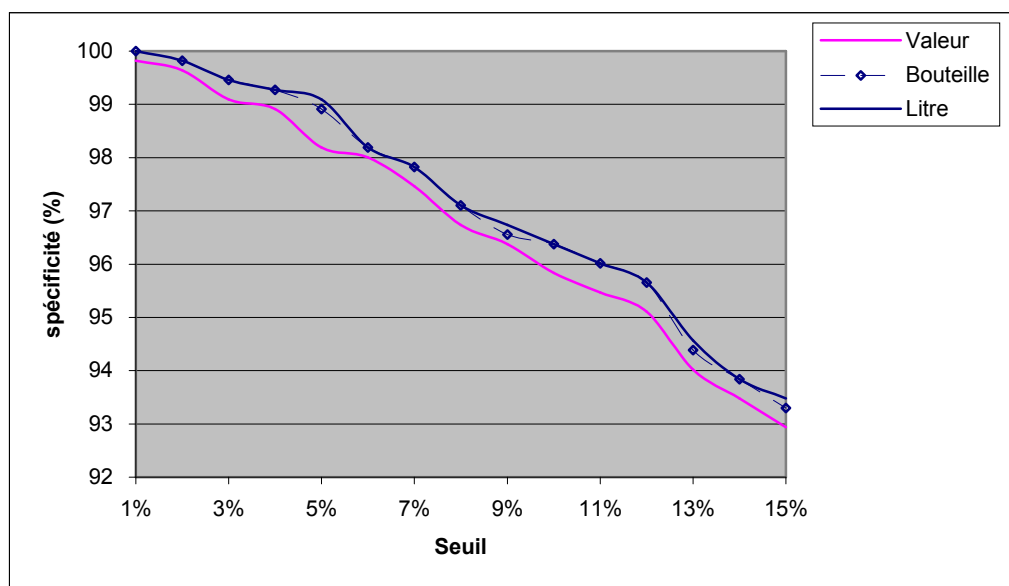


FIG. 3.10 – Evolution de la spécificité suivant les seuils pour les eaux aromatisées

ventes des jours suivants.

Le tableau 3.18 présente les résultats du modèle en "litre" réestimé.

	coefficients estimés	Erreur-type	Statistique t	Qualité ajustement R^2	Erreur-type résidus
promo1	0,357	0,082	4,340	0,909	0,196
promo2	0,477	0,099	4,830		0,195
promod	- 0,239	0,109	- 2,190		

TAB. 3.18 – Effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux aromatisées dans le second modèle

On constate que la qualité d'ajustement du second modèle s'améliore légèrement ainsi que l'écart-type des erreurs. Il ressort également du diagnostic des résidus d'estimation une augmentation de la spécificité du test. En effet, l'introduction de la nouvelle variable a permis de réduire le risque de défaut de détection d'une "fausse" rupture par un gain de deux déviants liés aux actions promotions à partir du seuil de 13%, engendrant ainsi un accroissement de la spécificité du test.

S'agissant des autres observations (repérées à tort), le tableau indique que la majorité de celles-ci présentent des ventes supérieures à leurs moyennes, ce qui peut bien traduire les transferts entre les articles suite aux ruptures de stock. De plus, l'examen des résultats

serie	date	ventes en litres c3	moyenne ventes normales (Litres) c4	ratio c3/c4
Carola2	09/07/2002	67,50	49,37	0,73
Rivela	05/07/2002	100,50	40,50	0,40
Vittel4	01/07/2002	14,25	6,47	0,45
	02/07/2002	12,75	6,47	0,51
	17/07/2002	12,75	6,47	0,51
	15/07/2002	10,50	6,47	0,62
Volvic10	01/07/2002	7,50	4,11	0,55
	09/07/2002	8,25	4,11	0,50
	04/07/2002	5,50	4,11	0,75
Volvic9	02/07/2002	19,50	12,79	0,66

TAB. 3.19 – Ratio ventes / ventes normales moyennes des "fausses" ruptures détectées pour les EA

montrent également que les moyennes des ventes des articles concernés sont pour la plupart relativement faibles car plus de la moitié des observations mises en évidence sont associées à des ventes moyennes ne dépassant pas les 15 litres.

Par contre, on note une dégradation de la sensibilité du test car le nombre de ruptures détectées baisse, passant de 22 à 20 au seuil de 10%. Les deux non identifiées ont des durées comprises entre 3 et 4 heures. Au total, les déviants détectés dans ce nouveau modèle diminuent légèrement par rapport au premier modèle, traduisant l'amélioration de la qualité d'ajustement R^2 .

Dans l'ensemble, le nombre de déviants repérés est plus important pour le modèle en valeur (voir figure 3.11) qui a la qualité d'ajustement la plus faible.

Les eaux gazeuses (EG)

Pour cette famille, les 16 articles retenus ont été déjà présentés dans le tableau 3.7. A l'instar des cas précédents, les résultats de l'estimation des paramètres (tableau 3.20) montrent que les promotions influencent positivement les ventes observées. Par ailleurs, on note que l'impact promotionnel est relativement plus important pour les modèles en "volume" qui présentent les meilleures qualités d'ajustement.

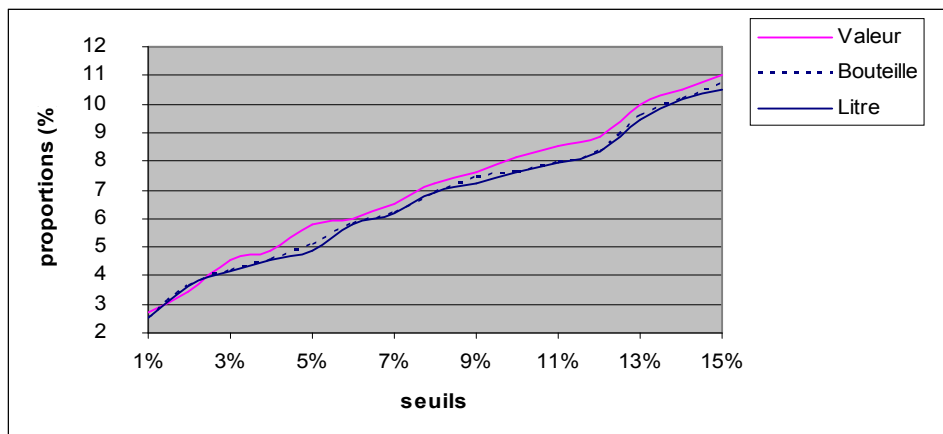


FIG. 3.11 – Proportions des déviants des eaux aromatisées détectés par rapport à l'ensemble des observations par modèle

type de modèle	coefficients estimés	Erreur-type	Statistique t	Qualité ajustement R^2
Valeur	0,334	0,130	2,560	0,6997
Bouteille	0,343	0,131	2,620	0,7425
Litre	0,343	0,131	2,620	0,8523

TAB. 3.20 – Les effets promotionnels sur les parts de marché pour la catégorie des eaux gazeuses

En terme d'image, des différences s'observent également ; l'article *Arvie 6*1,25 L* (Arvie) a l'avantage concurrentiel le plus important devant la marque Badoit qui occupe un bon positionnement à travers ses 4 références : *Badoit 1 L* (Badoi1), *Badoit 6*1 L* (Badoi2), *Badoit 6*33 CL* (Badoi3), *Badoit 6*50 CL* (Badoi4). En revanche, *Vichy Celestin 6*1,25 L* (Vichy) ne présente pas une image favorable ainsi que *San Pellegrino pet 1 L* (Pellegr1 et Pellegr2) et *St diery 6*1,25L* (Diery) quel que soit le type de modèles considéré.

Diagnostic des résidus d'estimation

De l'examen des résidus d'estimation (figure 3.12), il ressort que la capacité du test à détecter de vraies ruptures est quasiment identique pour tous les modèles entre 5% et 13% et dépasse les 85%, ce qui est relativement élevée.

Au seuil de 15%, toutes les 15 ruptures ont été quasiment identifiées par l'ensemble

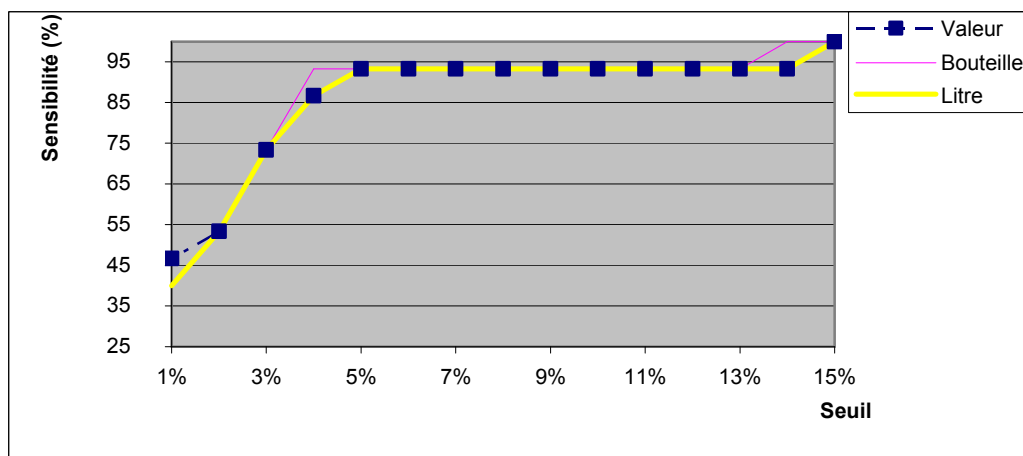


FIG. 3.12 – Evolution de la sensibilité suivant les seuils pour les eaux gazeuses

des modèles. Par contre, à 10%, seules les ruptures de 4 heures et plus ont été repérées. On constate à travers le tableau 3.22 que les points détectés s'écartent largement des moyennes de leurs ventes normales car les écarts relatifs sont tous supérieurs à 66%. Les résultats montrent que le ratio ventes/moyennes décroît avec la durée des ruptures de stock, traduisant l'importance de leurs impacts sur les ventes dans le temps. Par ailleurs, les ruptures d'une journée ont été toutes filtrées.

serie	date	ventes en litres c3	moyenne ventes normales (Litres) c4	ratio c3/c4	durée des ruptures (heures)
Arvie	16/07/02	22,50	106,07	0,21	5,0
	20/07/02	30,00	106,07	0,28	4,0
	23/07/02	22,50	106,07	0,21	3,5
Badoi3	19/07/02	3,96	14,19	0,28	4,5
Perrier2	09/07/02	9,90	28,82	0,34	4,0
	23/07/02	3,96	28,82	0,14	6,0
Pellegr1	10/07/02	1,98	13,05	0,15	5,0
Pellegr2	03/07/02	7,50	150,00	0,05	12,0
Diery	24/07/02	45,00	152,76	0,29	5

TAB. 3.22 – Comparaison des ventes des articles détectées à tort à la moyenne des ventes normales

D'autre part, dans l'ensemble, le risque de détection d'une rupture non observée (fausse rupture) reste relativement faible comme le montre la figure 3.13, ce qui rend la spécificité élevée (au-dessus de 90%).

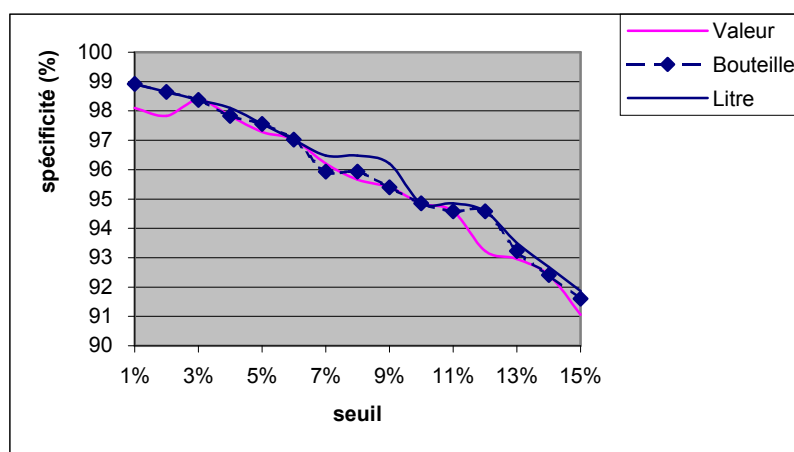


FIG. 3.13 – Evolution de la spécificité suivant les seuils pour les eaux gazeuses

En effet, parmi les 368 (384 – 16) observations non concernées par les ruptures de stock, on en dénombre moins de 10% mises en évidence comme de fausses ruptures. Quant à leur profil, 3 d'entre elles sont liées aux 3 actions promotionnelles (jour de la promotion) observées pendant cette période. En réestimant le modèle avec l'introduction de la variable promotion décalée d'un jour, on note que le coefficient associé est non significatif. Ce

TAB. 3.23 – Comparaison des ventes des articles détectées à tort à la moyenne des ventes normales

A l'instar des autres catégories, on note également que le nombre de déviants détectés est quasiment plus important pour le modèle en valeur comme l'indique la figure 3.14.

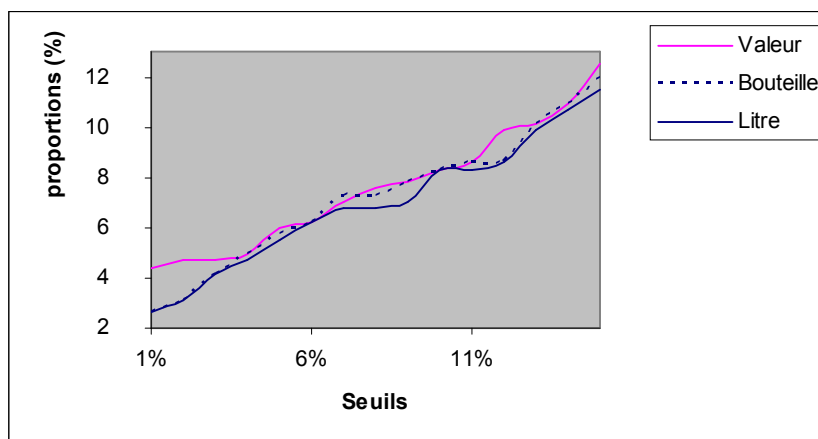


FIG. 3.14 – Proportions des déviants des eaux gazeuses détectés par rapport à l'ensemble des observations par modèle

Conclusion du chapitre 3

Cette étude du filtrage des ruptures de stock a permis de mettre en évidence certaines ruptures de stock observées en magasin. Cependant, la capacité des tests à révéler des vraies ruptures varie suivant les techniques utilisées. Les résultats ont montré que les sensibilités de la méthode des résidus sont meilleures que celles des tests paramétriques. En effet, à l'exception des eaux plates, la méthode économétrique a permis de détecter la plupart des ruptures de stock et les sensibilités dépassent les 85% alors qu'elles n'atteignent pas 70% pour la première technique. Cette défaillance dans la détection des ruptures par cette dernière peut s'expliquer par l'utilisation de la série ordonnée qui ignore l'évolution réelle des séries de ventes, ce qui représente une perte d'informations. On note par ailleurs que les tests paramétriques tiennent moins compte de la durée des ruptures, contrairement à la seconde technique. Celle-ci s'est révélée efficace que dans la détection des ruptures de durées relativement longues (4 heures et plus) et dont l'impact sur les ventes a été plus important dans l'ensemble. Alors sa capacité à identifier les ruptures de stock dépend fortement des effets des ruptures sur les ventes, ce qui explique la faible sensibilité (moins de 70% constatée chez les eaux plates où les incidents (ruptures) de courtes durées ont été plus nombreuses. Ces résultats confirment que plus la rupture de stock d'un article dure dans le temps, plus l'impact sur les ventes devient important. Même si cela constitue une limite à notre étude, malgré le remplacement des ventes nulles par des demandes d'une unité, toutes les ruptures de stock d'une journée ont été mises en évidence.

Quant à la spécificité des tests, malgré qu'elle soit élevée pour les deux méthodes (au-dessus de 90%), l'on note par ailleurs l'influence des actions promotionnelles car la plupart des observations détectées sont liées à ces dernières. Elles affectent négativement la capacité des tests à ne pas mettre en évidence de fausses ruptures.

D'autre part, les résultats ont montré que pour la méthode économétrique, le nombre de points atypiques détectés est corrélé négativement avec la qualité d'ajustement du modèle, ce qui corrobore les résultats sur la sensibilité des estimateurs des moindres carrés à de telles observations (Rousseeuw and Leroy 1987).

Tous ces résultats démontrent que les ruptures de stock ont un impact sur les ventes qu'il

ne faudrait pas négliger dans la modélisation de la demande (Conrad 1976, Wecker 1978). Pourtant, la plupart des études (Kremer, 2000, caverio et al. 1995, etc...) sur l'estimation des parts de marché ne tiennent pas compte de cette variable. Alors nous proposerons, dans la seconde partie de notre travail, une modélisation de la demande en présence de rupture de stock en commençant par une étude empirique des comportements des consommateurs.

Deuxième partie

Modélisation des comportements des consommateurs : étude théorique

Chapitre 4

Etudes des comportements des consommateurs en cas de rupture de stock

L'une des préoccupations des praticiens du marketing a toujours été la compréhension du comportement d'achat des consommateurs et de l'acheteur, une étape essentielle à la démarche marketing. Cette ambition toute légitime traduit une volonté d'influence du consommateur. Ainsi tout responsable marketing cherche à analyser les comportements d'achat de ceux-ci afin d'être en mesure de connaître leurs besoins ainsi que leurs préférences, ce qui est indispensable dans sa politique de prix, de conception de produits et d'actions marketing à définir. Cependant, si toutes ces politiques ne visent que le consommateur, leur efficacité ne peut être assurée que si le distributeur parvient à mettre à la disposition du client, le produit dont il a besoin au moment opportun (Emmelhainz et al. 1991). Autrement dit, la disponibilité du produit dans un magasin semble être une condition nécessaire au succès de toutes ces politiques.

A cet effet, l'importance des fréquences des ruptures de stock relevée dans les chapitres précédents devraient interpeller les managers. Ce constat doit amener le praticien à mener une réflexion beaucoup plus approfondie sur le comportement du consommateur face à une telle situation qui pourrait engendrer des conséquences néfastes. En absence de l'article voulu, le consommateur ou l'acheteur, dans l'impossibilité de se procurer le bien, se voit

confronté à une nouvelle donne qui lui impose, in extremis, la prise d'une autre décision. Quelles sont dans ces conditions, les décisions que pourrait prendre le consommateur et qu'est ce qui pourrait les motiver ?

Cette préoccupation a été au coeur des différents travaux menés sur le comportement des consommateurs en présence de rupture de stock. Ceux-ci s'accordent sur 4 réactions spécifiques dont les comportements de substitution sont les plus prédominants (Emmelhainz et al. 1991, Walter and Grabner 1975, Peckham 1963, etc...) même s'il existe des disparités entre les résultats d'une étude à une autre. Ainsi quelques auteurs (Campo et al. 2000, Emmelhainz et al. 1991, etc..) se sont intéressés, de façon plus approfondie, aux substitutions intra et inter-marques ou celles entre les volumes (tailles). Cependant, dans le contexte actuel de (forte) concurrence entre marque de distributeur (MDD) et marque nationale (MN) où l'avantage revient à celle qui sait gagner et conserver sa place en linéaire sur des marchés saturés (Corstjens and Corstjens 1996), une analyse en terme de type de marques peut paraître plus pertinente pour le distributeur ou le détaillant. Pourtant les travaux ne se limitent qu'aux marques et aucun d'entre eux n'a véritablement étudié les actions de substitution en cas de rupture de stock au niveau des types de marques (MN, MDD et autres marques).

Ainsi dans ce chapitre, notre objectif vise, à partir d'une étude empirique, à analyser le comportement du consommateur en cas de rupture de stock, en particulier les actions de substitution entre types de marques (section 1). Il vise aussi non seulement à faire une étude comparative des résultats de quelques travaux antérieurs (section 2) mais également à rechercher, à partir de la littérature, les déterminants des réactions des consommateurs (section 3).

4.1 Les réactions des consommateurs face aux ruptures de stock : étude empirique

En 1990, Germain and Cooper ont montré que la disponibilité d'un article dans un point de vente est indispensable car sa rupture introduit des incertitudes indésirables dans les décisions d'achat du consommateur. En effet, quand un consommateur prend une décision d'achat d'un bien, il espère le trouver dans le magasin choisi (Cronin and Morris, 1991). En cas d'achat non impulsif, il fait une planification préalable sur le choix de cet article. En absence de celui-ci, il doit prendre une autre décision d'achat en fonction de plusieurs paramètres qui peuvent être aléatoires.

D'autre part, vu l'hétérogénéité des préférences des consommateurs, le processus décisionnel déclenché par une rupture de stock peut paraître souvent complexe et par conséquent, l'existence d'un comportement-type adopté par tous les acheteurs n'est pas envisageable. Quelles sont alors ces réactions induites par les ruptures de stock ?

Pour répondre à cette question, nous avons effectué une enquête dont les résultats seront confrontés à ceux de la littérature existante.

4.1.1 Présentation de l'étude

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre 2, une enquête a été effectuée en juin-juillet 2002 à AUCHAN-Bagersee où un questionnaire d'une durée d'environ 3 minutes a été soumis aux consommateurs pendant la première semaine de notre étude. Il s'agissait en effet de relever certaines informations sur les réactions des consommateurs face aux éventuelles ruptures qu'ils expérimentent. La catégorie de produit concernée était les eaux embouteillées¹. Le questionnaire est présenté en annexe 9.

Il a été administré par interview directe. La méthode a consisté à interroger, de façon aléatoire, les consommateurs passant devant le rayon des eaux embouteillées qu'ils aient acheté ou non des bouteilles d'eau. L'interview s'est portée sur quatre axes principaux que sont :

¹Les motivations de ce choix ont été déjà présentées dans le chapitre 2.

1. les habitudes de fréquentation du magasin et de consommation d'eau ;
2. la constatation ou non de rupture de stock ;
3. les réactions des consommateurs face aux ruptures ;
4. et enfin, les caractéristiques socio-démographiques et professionnelles des consommateurs.

Au total, 534 consommateurs ont été interrogés.

Les données ont été traitées à partir du logiciel statistique SPSS d'une part et d'autre part avec SPAD, logiciel d'analyse des données. Nous présentons dans la sous-section suivante les résultats de cette enquête.

4.1.2 Les résultats de l'étude empirique

Nos résultats montrent que 51,69% des 534 consommateurs interviewés avaient été au moins une fois confrontés à une rupture de stock dans ce point de vente (Auchan-Bagersee). Mais face à cette situation, comment ont-ils réagi ?

Les différentes réactions des consommateurs en présence de rupture de stock

Face aux ruptures de stock, notre recherche met en évidence 4 types de consommateurs suivant les réactions observées (voir figure 4.1) :

- ceux qui se rabattent sur un article (comportements de substitution) : ils sont les plus nombreux. Parmi les 276 concernés, 60,87% ont substitué leur article à un autre ;
- les consommateurs qui vont dans un autre magasin pour rechercher leur article : ils représentent 15,94% des concernés ;
- ceux qui reportent leur décision d'achat : ils représentent 15,58% ;
- et enfin, ceux qui annulent leur décision d'achat qui sont les moins nombreux, soit 4,35%.

Par ailleurs, les 3,26% restant n'ont pas eu une réaction spécifique. Ils ont déclaré qu'ils ont soit fait de la substitution ou adopté une autre réaction.

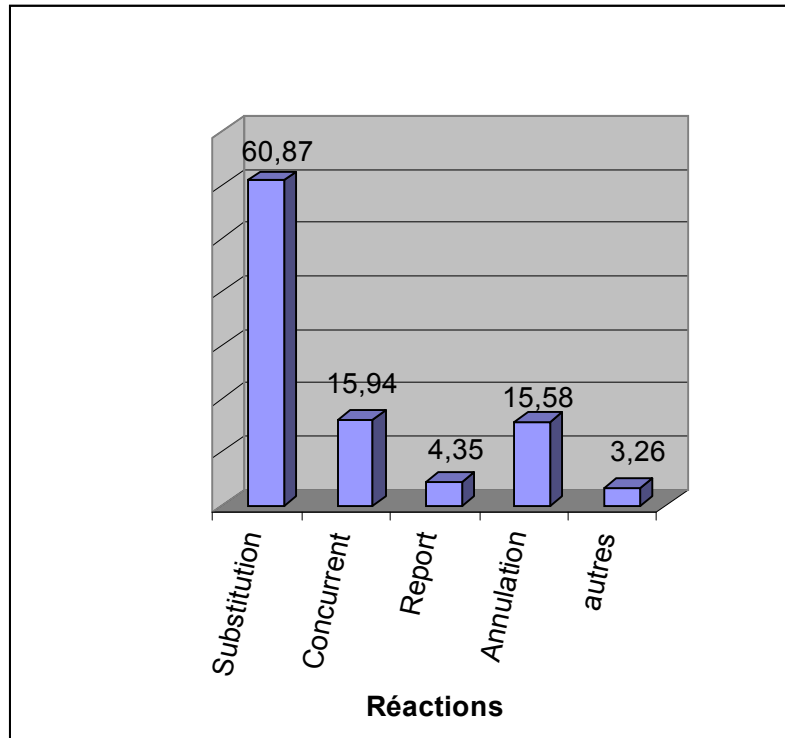


FIG. 4.1 – Répartition des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock (en pourcentage)

Dans le souci de mesurer les influences de certaines variables sur les réactions des consommateurs, nous avons introduit les caractéristiques socio-démographiques, professionnelles, la fréquentation du magasin, etc... dans le questionnaire.

Facteurs d'influence des comportements des consommateurs

Pour mesurer les facteurs qui sont susceptibles d'influencer les comportements des consommateurs, nous utiliserons les techniques d'analyse factorielle des correspondances multiples (CORMU).

Habitude d'achat et de fréquentation du magasin

La figure 4.2 indique que les consommateurs ayant une fréquentation du magasin plus

élevée (2 fois par semaine et plus) reportent ou annulent plus souvent leur décision d'achat en cas de rupture de stock que les autres chez qui les comportements de substitution et de changement de magasin sont les plus observés.

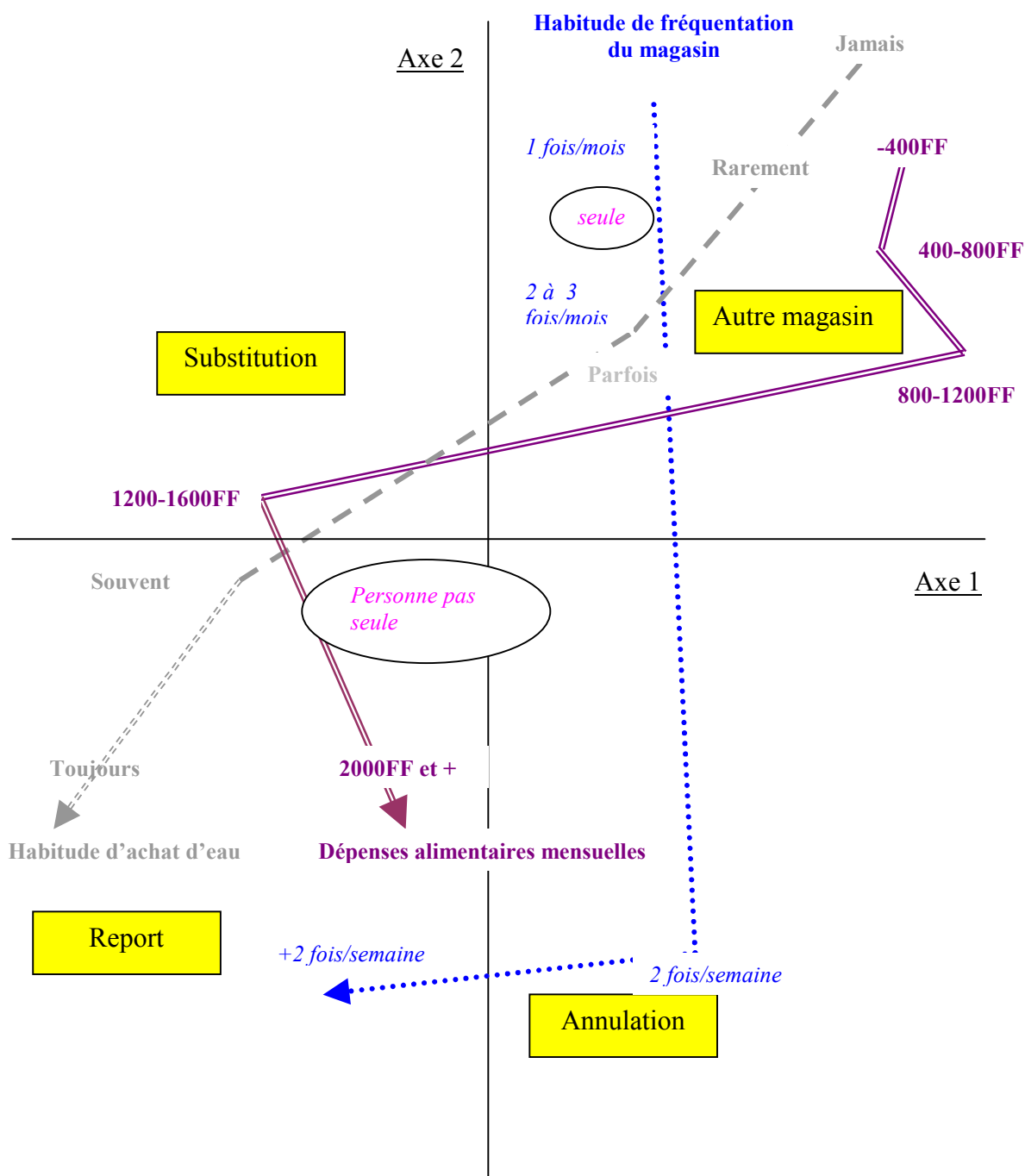


FIG. 4.2 – Plan factoriel 1 et 2

En outre, ceux qui ont l'habitude de toujours s'approvisionner en eau dans ce magasin reportent plus souvent leur achat. A l'inverse, ceux qui font moins fréquemment (parfois ou rarement) leurs courses (en eau) dans ce magasin² sont relativement les plus nombreux à changer de point de vente. Par ailleurs, l'on note que les consommateurs ayant une fréquence d'achat d'eau relativement élevée (3 achats sur 4) substituent le plus souvent.

A travers ces résultats, le constat de l'importance du concept de magasin principal se dégage. En effet, considérons que les consommateurs ayant une habitude d'achat d'eau plus élevée (au moins 3 achats sur 4) dans ce magasin choisi correspondent à ceux qui le considèrent comme principal et les autres (2 achats au plus sur 4), comme non principal. Alors, notre analyse permet de constater que les comportements de substitution et de report ont été prédominants chez les premiers alors que chez les seconds, on note plus fréquemment les comportements de changement de magasin. Autrement dit, plus le consommateur est fidèle au magasin, plus il substitue, reporte ou annule sa décision d'achat et moins il change de magasin. Ces résultats corroborent ceux de Ghesquiere et Yapo (2004).

La nature des marques

Le type de marque influence également les comportements des consommateurs en cas de rupture de stock. En effet, la figure (4.3) révèle que les comportements de substitution et de changement de magasin s'observent plus fréquemment chez les consommateurs qui ont une préférence pour les marques nationales (autres MN, leader). D'autre part, ceux qui choisissent les marques de distributeur (MDD) font le plus souvent des substitutions. Il est en de même de ceux qui choisissent les marques régionales (MR).

Ces comportements s'expliquent par le fait que les marques de distributeur ne sont pas vendues chez les concurrents et par conséquent, ils choisissent un autre article parmi ceux disponibles. Parmi ceux-ci, l'on note que 52,63% se rabattent sur des marques de

²il s'agit des consommateurs faisant leurs courses 1 à 2 fois sur 4 (achats) dans ce magasin

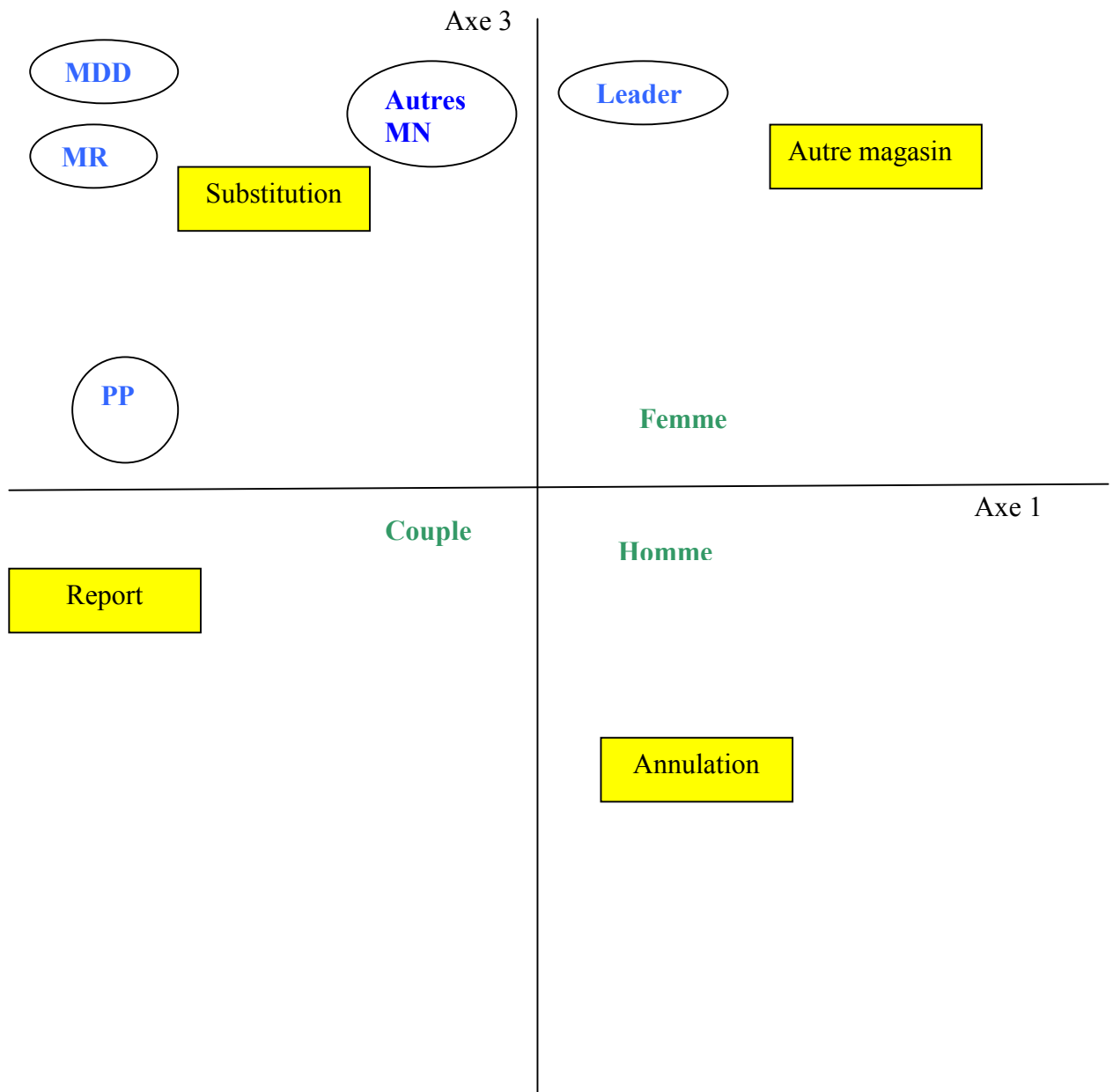
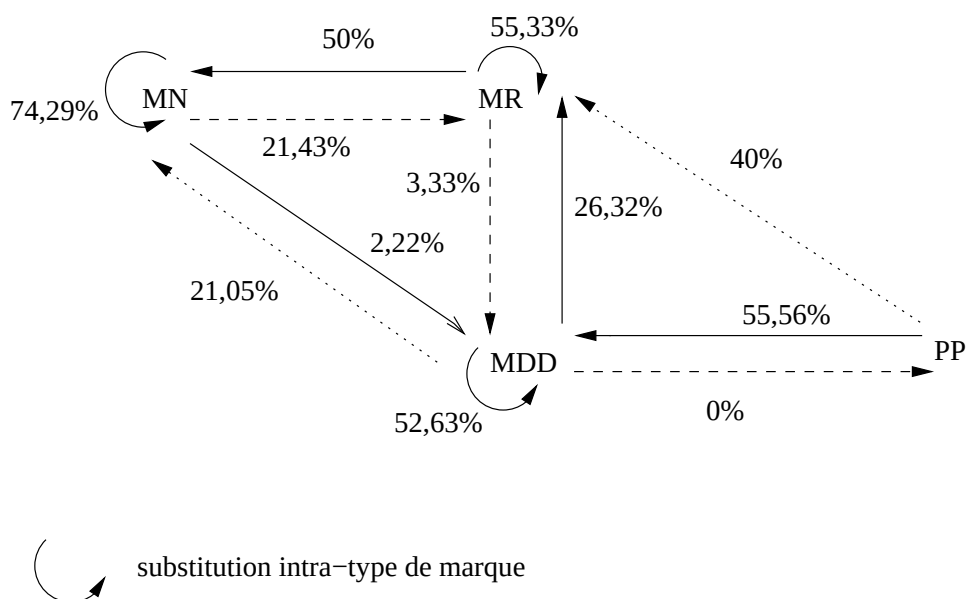


FIG. 4.3 – Plan factoriel 1 et 3

distributeur contre 26, 32% sur les marques régionales (voir figure 4.4). Aucun n'a choisi la marque de premier prix (PP).

Par ailleurs, les consommateurs préférant les marques nationales peuvent trouver non seulement ailleurs l'article qu'ils recherchent mais également parmi les variétés proposées par le magasin choisi (initialement), ce qui justifie bien ces résultats. Parmi ces consommateurs (préférant la MN) ayant fait de la substitution, 74, 29% se sont rabattus sur des



NB: Pour les PP, il n'y a qu'une seule marque, alors la substitution intra n'est pas possible.

FIG. 4.4 – Comportements de substitution entre type de marques

marques nationales contre seulement 21,43% sur les marques régionales.

Quant à ceux qui ont une forte préférence pour les marques régionales, les comportements de substitution sont prédominants car ces types de marques ne se retrouvent pas dans tous les magasins comme les marques nationales. Par ailleurs, l'étude révèle que les consommateurs choisissent soit les marques nationales (50%), soit les marques régionales (55,33%).

Enfin, pour ceux préférant les marques de premiers prix, l'on note une prépondérance des actions de substitution également. Parmi ceux-ci, une forte proportion choisissent des MDD (55,56%) contre 26,67% pour ceux qui se déportent sur les marques régionales.

Les caractéristiques socio-démographiques

Comme on devrait s'y attendre, les résultats (voir figure 4.3) montrent que le sexe³ n'a

³Pour le sexe, nous avons distingué trois modalités (les hommes, les femmes et les couples) au lieu de deux habituellement. Le choix des couples comme modalité a été motivé par le fait que lors de l'interview, certaine personne interrogée appelait souvent leur partenaire pour la réponse à certaines questions en cas d'oubli et par conséquent, nous avons jugé utile de les distinguer des personnes individuelles faisant leur

aucune influence sur les comportements des consommateurs en cas de rupture de stock.

Quant à l'âge, des classes ont été faites suivant un découpage de l'INSEE par tranches de 10 à partir de 14 ans. La figure 4.5 indique que les retraités (60 ans et +) reportent plus souvent leurs décisions d'achat même si l'âge exerce moins une influence significative sur les comportements des consommateurs. Ce sont des personnes qui sont le plus souvent fidèles à leur marque et disposent d'assez de temps pour revenir dans le magasin ultérieurement.

S'agissant de l'activité professionnelle⁴, la figure 4.5 montre également que les retraités reportent plus que la moyenne leur décision d'achat.

D'autre part, le graphe de la figure 4.2 révèle également que la taille du ménage influence significativement les comportements des consommateurs. En effet, l'on constate que ceux vivant seuls changent de magasin ou substituent plus souvent en cas de rupture de stock. De façon générale, ceux-ci font moins de courses dans le mois (1 à 3 fois/mois), ce qui les amène à constituer leur provision et par conséquent, substituent ou vont ailleurs pour chercher leurs articles préférés (en rupture dans le magasin choisi).

De plus, leur budget consacré aux dépenses alimentaires mensuelles est relativement moins élevé (< 185 Euros).

A travers cette analyse, nous avons montré que les consommateurs n'adoptent pas des comportements identiques face aux ruptures de stock. Selon les cas, 4 réactions spécifiques, que nous pouvons classer en deux grands groupes, sont observées :

- les comportements de substitution ;
- et les comportements de non-substitution qui englobent le changement de magasin, l'annulation et le report de la décision d'achat.

D'autre part, notre étude a révélé que plus de 50% des consommateurs ayant expérimenté une rupture de stock ont choisi une autre référence de bouteille d'eau dans le point de vente. Compte tenu de cette prédominance, ce cas mérite d'être approfondi.

courses.

⁴les Catégories Socio-Professionnelles (CSP) retenues sont celles de l'INSEE (1994), p.IX

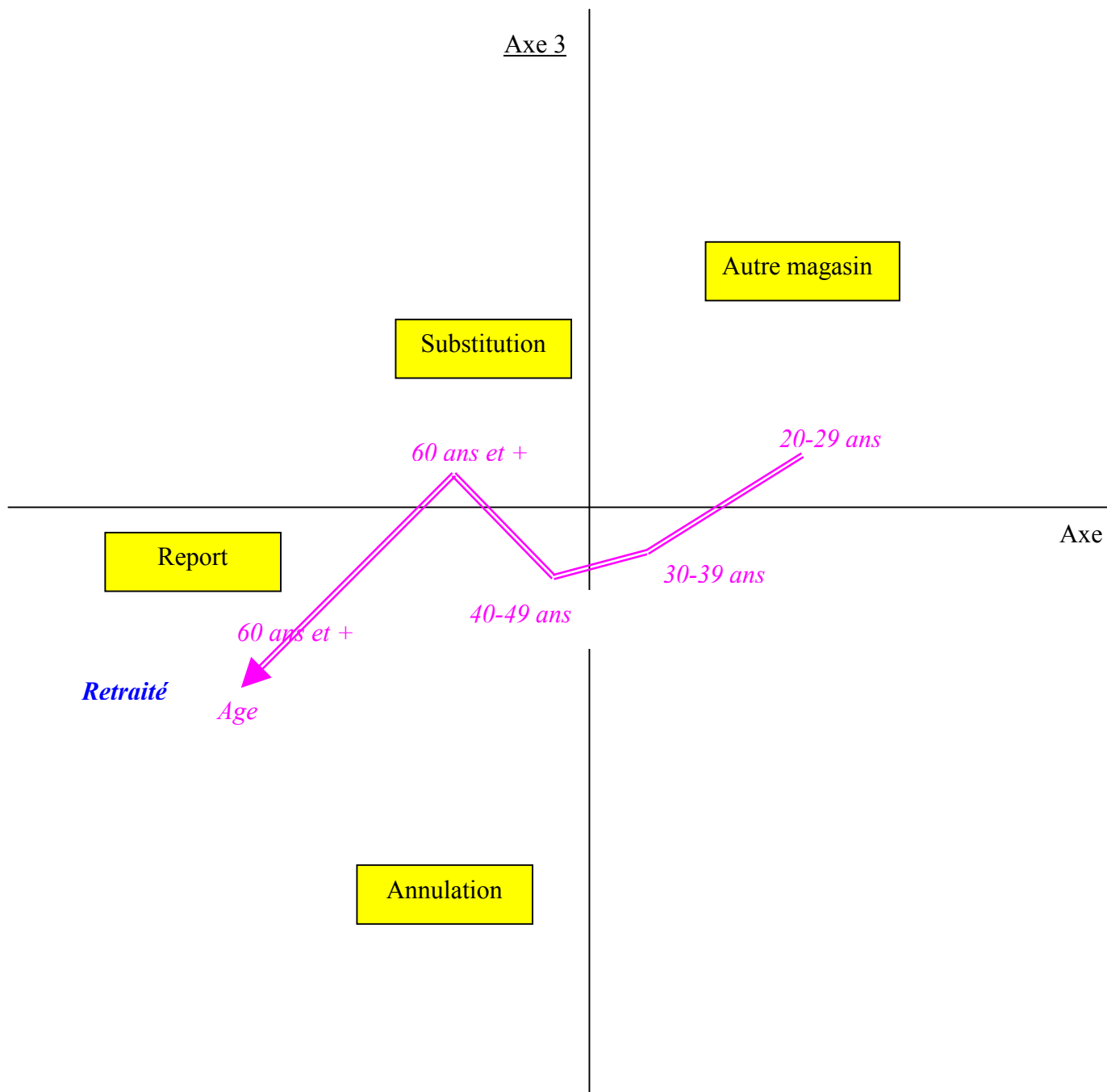


FIG. 4.5 – Plan factoriel 2 et 3

Analyse des comportements de substitution

A l'instar des travaux de Schary and Christopher (1979), notre étude a montré que les consommateurs achètent d'autres articles (disponibles) en cas de rupture de stock. Cependant, certaines recherches montrent que les actions de substitution dépendent de la

profondeur des assortiments. A cet effet, Emmelhainz et al. (1991) ont fait une analyse plus détaillée sur les cas de substitution en distinguant deux types dont la substitution intra et inter-produits.

En effet, la substitution inter-produits est celle qui s'effectue entre deux produits différents alors que la substitution intra-produit regroupe les transferts à l'intérieur d'un même produit. Celle-ci peut s'effectuer entre différents types de marques (substitution inter-marques) ou simplement à l'intérieur d'une marque (substitution intra-marque). Pour cette dernière, l'on adopte la même marque du même produit à la différence du conditionnement qui peut se traduire par des différences de tailles et/ou de variétés. Par exemple, un acheteur de bouteille d'eau Evian 1 litre peut acheter une bouteille d'Evian 1,5 litres ou de 33 centilitres si son premier choix (Evian 1 L) n'est pas satisfait suite à une rupture de stock ; mais dans ce cas, la quantité achetée peut varier (Campo et al. 2000).

Alors que dans la littérature la plupart des études se limitent aux trois caractéristiques que sont le Produit, la Marque et la Taille, Emmelhainz et al. (1991) ont introduit non seulement la notion de "*Variété*" mais également ont approfondi la notion de "*taille*" en différenciant les petites tailles (ou volumes) des grandes. Cette analyse permet d'accroître la profondeur des assortiments, ce qui offre davantage de choix aux consommateurs en cas de substitution.

Pour mieux fixer les idées, essayons de schématiser les décisions de substitution en adoptant les notations suivantes :

S : l'acheteur, confronté à une rupture de stock, fait une substitution ;

$\overline{S}$: il ne fait pas de substitution suite à l'absence de son article préféré ou recherché ;

P : il adopte le même produit ;

$\overline{P}$: il adopte un produit différent ;

M : il achète la même marque ;

$\overline{M}$: il achète une marque concurrente ;

T : le consommateur choisit un produit de même taille (ou volume) ;

$\overline{T}$: il choisit un produit de taille différente ; pour cette variable, distinguons les deux niveaux de tailles qui sont :

G : il choisit un article de taille plus grande que celle de son premier choix ;

$\overline{G}$: il choisit un article de taille plus petite ;

V : l'article choisi est de même variété que celui en rupture de stock ;

$\overline{V}$: la variété de l'article acheté est différente de celle en rupture de stock ;

Nous pouvons schématiser les différents comportements de substitution par la figure 4.6. Elle nous indique qu'en cas de substitution (S), l'on peut distinguer au moins 14 possibilités de choix. Si par exemple, l'acheteur ne change pas de produit ni de marque, alors il y a 5 choix possibles⁵ :

- soit changer de taille et garder la variété (l'option $SPMGV$ pour une grande taille ou l'option $SPM\overline{G}V$ pour une petite),
- ou changer la taille et la variété (l'option $SPM\overline{G}\overline{V}$ ou $SPM\overline{G}\overline{V}$),
- soit garder la taille et changer la variété (l'option $SPMT\overline{V}$).

Cependant, si l'on change de marque, il y a au moins 5 options possibles :

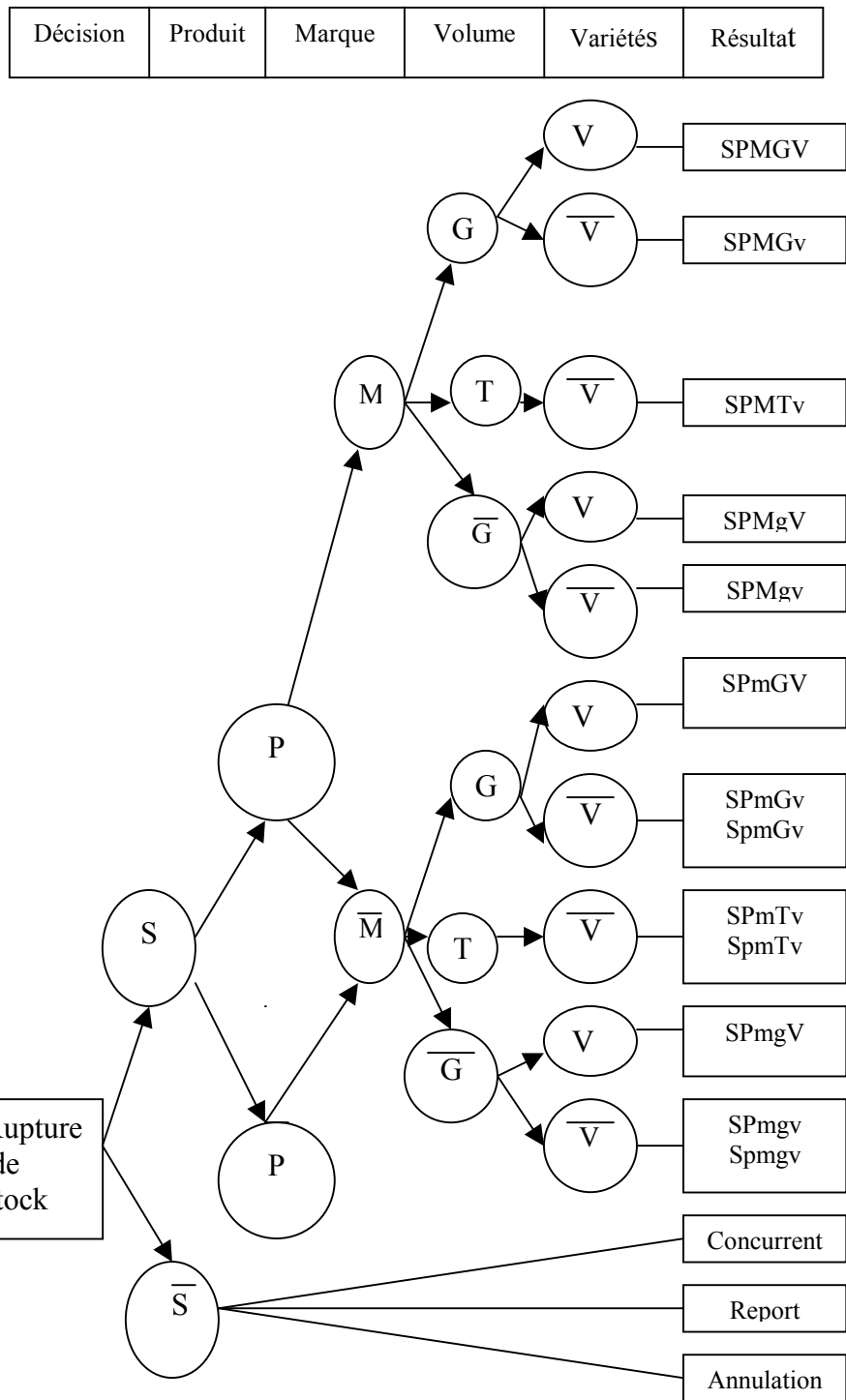
soit, il peut changer uniquement de tailles (options $SP\overline{M}GV$ ou $SP\overline{M}GV$);

soit, la différence peut se situer uniquement au niveau des variétés (options $SP\overline{M}\overline{G}\overline{V}$, $SP\overline{M}\overline{G}\overline{V}$ ou $SP\overline{M}T\overline{V}$);

En cas de non-adoption du même produit, les consommateurs peuvent garder ou non la taille de leur article préféré. Cela dépend de la profondeur des assortiments des autres types de produits que propose le distributeur. Tout dépend des goûts et des préférences de l'acheteur. Si nous supposons que les mêmes tailles sont proposées dans les autres, alors il y a 3 possibilités.

Pour ce qui concerne notre étude empirique, il n'y a qu'un seul produit, l'eau embouteillée. De ce fait, la seule option possible sera la substitution intra-produit.

⁵L'option $SPMTV$ correspondant à la substitution du même produit de la même marque avec des taille et variété identiques n'est pas possible car elle représente les caractéristiques exactes de l'article en rupture de stock.



NB : $s = \bar{S}$ $m = \bar{M}$ $v = \bar{V}$ $g = \bar{G}$

FIG. 4.6 – Quelques possibilités de substitution en cas de rupture de stock

Afin d'analyser leur comportement de substitution, nous avons demandé aux consommateurs les marques recherchées (question Q9 du questionnaire en annexe 9). Il s'agissait, de connaître les noms des marques ainsi que les caractéristiques de l'article (volume) qu'ils prévoyaient acheter. A partir de ces informations, celles-ci ont été regroupées par types de marques (MN, MR, MDD, PP) qui ont été classés à leur tour par ordre de grandeur suivant leurs qualités perçues s_i ($i = MN, MR, MDD, PP$) :

$$s_{MN} > s_{MR} > s_{MDD} > s_{PP}$$

En effet, les travaux sur la modélisation de la demande à trois marques (Kremer 2000, Cavero et al. 1998, Raju et al. 1997) ont montré que la qualité des MDD est inférieure à celle des MN qui ont une plus grande notoriété. Aussi montrent-ils que cette inégalité se traduit également par les prix. La comparaison des prix moyens⁶ (en Euros) des marques nationales (MN), des marques régionales (MR), des marques de distributeurs (MDD) et des premiers prix (PP) permet de justifier cette inégalité car ils sont respectivement de 2,10 ; 2,07 ; 1,30 et 0,87.

En considérant toutes les réactions des consommateurs, on obtient les résultats de la figure 4.7.

D'après cette figure, les consommateurs ayant changé de type de marque sont relativement plus nombreux (54,43%) que ceux qui sont restés à l'intérieur du même type de marque (45,57%). Parmi les premiers, on note une proportion relativement plus importante (79,07%) ayant fait leur choix dans le bas de gamme. Cependant, 75,58% d'entre eux n'ont pas changé le volume de leur article préféré alors que 16,28% sont passés à des volumes plus grands.

Parmi les seconds ayant gardé leur type de marque, la plupart (84,72%) ont adopté une autre marque. En terme de volume, ils sont relativement plus nombreux à garder le même volume (59,72%) contre 22,22% pour ceux qui ont choisi des volumes plus grands.

⁶Ceux-ci ont été calculés en faisant le rapport du chiffre d'affaire total par la quantité totale vendue pour chaque type de marque.

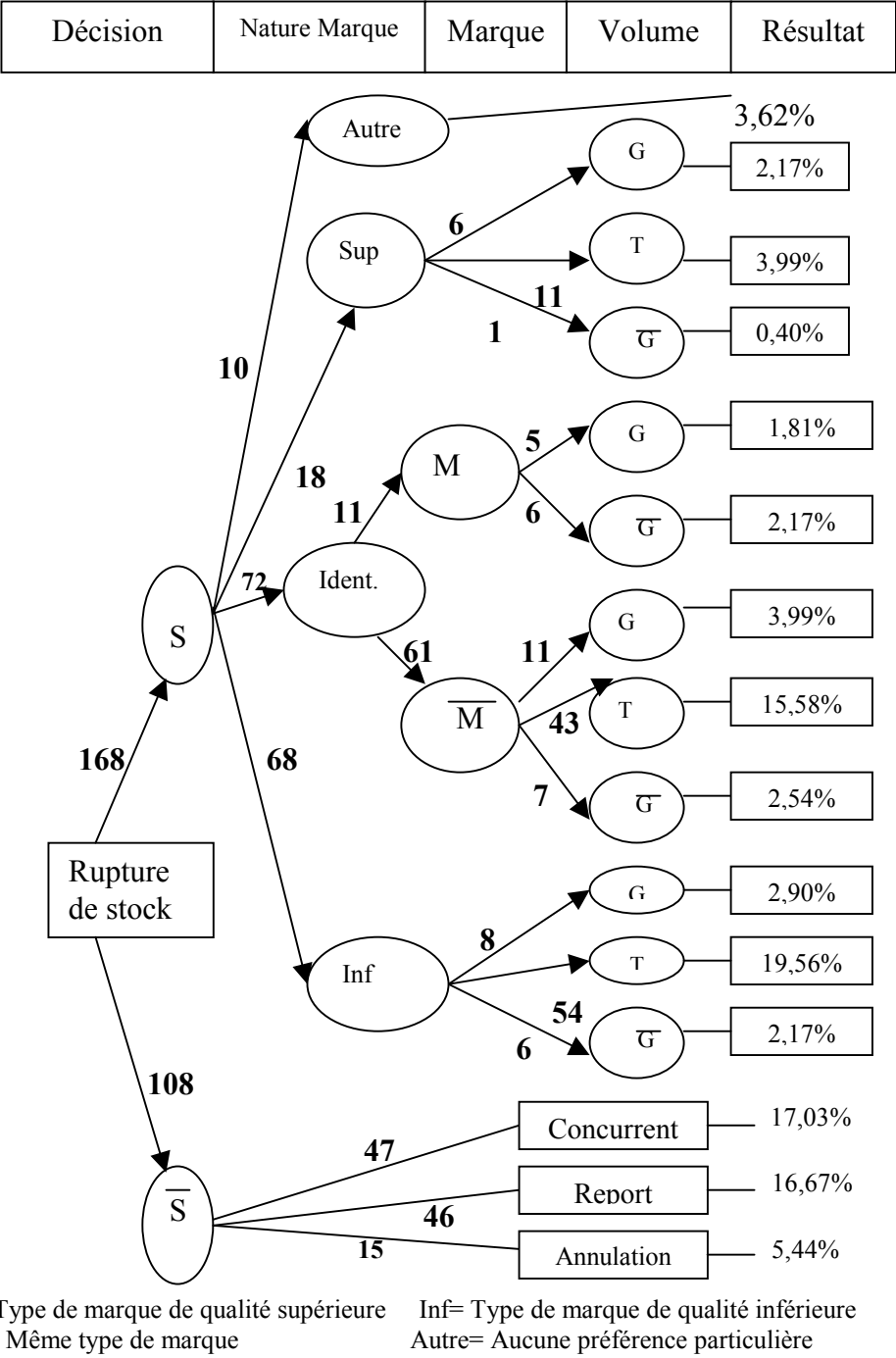


FIG. 4.7 – Répartition des comportements des consommateurs en cas de rupture selon les caractéristiques des bouteilles d'eau

Dans l'ensemble, l'étude révèle que les consommateurs gardent plus fréquemment leur volume recherché (68,36%). Ceux qui choisissent des volumes plus grands (19%) sont légèrement plus nombreux que les autres qui choisissent des volumes plus petits (12,64%).

Quant à l'analyse sur le conditionnement, il est moins pertinent ici car des deux proposés notamment les packs et les unités, l'on constate que 99% des consommateurs ont opté pour le premier.

Comme nous l'avons noté, les consommateurs réagissent diversement face aux ruptures de stock. Divers travaux ont été menés dans la littérature. Alors il serait souhaitable de comparer les résultats de notre recherche à ceux de la littérature.

4.1.3 Etude comparative sur les réactions des consommateurs face aux ruptures de stock

Même si dans majorité les recherches (Campo et al. 2000, Corstjens and Corstjens 1995, Warren Thayer 1989, Zinszer and Lesser 1981, Shary and Becker 1978, Walter and Grabner 1975, etc...) sur le comportement du consommateur en présence de rupture de stock dénotent quatre réactions spécifiques, l'on note néanmoins des différences entre les résultats de ces études (voir tableau 4.1); en effet, alors que les substitutions entre tailles sont de 52% chez Peckham, elles ne dépassent guère les 10% dans notre étude et celle de Shary and Christopher. Même si les résultats de Walter and Grabner et ceux de Emmelhainz et al. semblent quasiment identiques, néanmoins, les décisions d'annulation et de report sont quelque peu différentes (3% versus 13%).

D'autre part, à l'exception de l'étude de Shary and Christopher, toutes les autres mettent en évidence la prédominance des comportements de substitution (substitution entre volumes et substitution entre articles). En effet, alors que toutes ces études indiquent des taux de substitution supérieurs à 60%, celle de Shary and Christopher ne révèle qu'un taux de 22%, les comportements prédominants étant les changements de magasin.

Réactions	Etudes				
	Peckham (1963)	Walter and Grabner (1975)	Schary and Christopher (1979)	Emmelhainz et al. (1991)	nos résultats
substitution entre tailles	52	19	5	19	8
Substitution entre articles	30	64	17	55	53
Autre magasin	18	14	48	14	17
Report de décision d 'achat		3	11	1	17
Annulation de décision d'achat			19	12	5

TAB. 4.1 – Tableau comparatif des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock selon les études

Cette étude comparative des résultats empiriques des recherches menées permet de noter que les réactions des consommateurs face aux ruptures de stock diffèrent d'une recherche à une autre et par conséquent, il devient pratiquement impossible de généraliser les résultats en affectant des probabilités à chaque type de réaction. La seule conclusion qui puisse faire l'unanimité, reste l'existence de 4 réactions spécifiques.

Fort de ce constat, une question s'impose : qu'est ce qui peut bien justifier de telles différences entre ces études ?

4.2 Les déterminants des réactions

Les divergences des résultats entre les travaux sur les comportements des consommateurs en cas de ruptures de stock ont amené certains auteurs (Schary and Christopher 1979 et Emmelhainz et al. 1991, etc..) à rechercher les facteurs explicatifs. De façon générale, trois principaux facteurs peuvent déterminer les réactions des consommateurs dans

leur ensemble (Campo et al. 2000) :

1. les caractéristiques du produit ;
2. les caractéristiques des consommateurs ;
3. et les facteurs situationnels d'achat.

Par ailleurs, ces études révèlent que les déterminants sont spécifiques à chaque réaction.

4.2.1 Les déterminants des comportements de substitution

Les facteurs qui influencent les comportements de substitution des consommateurs sont étroitement liés aux trois éléments précités notamment le produit, les consommateurs et le contexte de l'achat (voir tableau 4.2).

En effet, l'analyse faite à la section précédente a permis de mettre en évidence de nombreuses possibilités de substitution liées à la profondeur des assortiments de la catégorie. L'existence d'un nombre varié de références augmente la chance du consommateur à pouvoir trouver un article qui lui convienne. A l'inverse, si les assortiments offerts sont très limités ou quasi inexistant, alors les chances de trouver un article convenable s'amenuisent.

D'autre part, l'hétérogénéité des consommateurs engendrent des préférences et des goûts diversifiés qui peuvent influencer leurs réactions. De plus, les comportements adoptés peuvent être également guidés par les objectifs qui motivent leurs achats. Ces facteurs sont autant objectifs que subjectifs mais aussi très variés.

Les caractéristiques du produit

D'abord, l'une des conditions nécessaires pour la substituabilité d'un bien à un autre reste la disponibilité de ce dernier. En effet, Lapersonne (1995) indique que la possibilité de substitution d'un bien tient à l'existence d'au moins un article parmi les autres disponibles qui sont considérés comme des alternatives d'achat ou de consommation. Mais la disponibilité n'est pas suffisante à elle seule pour déterminer les réactions de substitution. Comme nous l'avons noté dans l'analyse précédente, les acheteurs cherchent, de façon

Actions	Facteurs d'influence		
	caractéristiques du produit	caractéristiques consommateurs	situation d'achat
substitution	*variété des assortiments *écart de prix *risque perçu faible *substitut en promotion *bien non substituable	*faible fidélité aux marques *fidélité au magasin élevé *forte préférence aux MN *forte valorisation du temps	usage régulier
Autre magasin	*forte image du produit *RS longue durée dans le 1er magasin	*faible fidélité à un magasin *faible préférence aux MDD *forte préférence aux MN *faible valorisation du temps *déplacement facile	* besoin urgent *usage spécial
Annulation et report de décision d'achat	*produit non substituable *forte image de l'article en RS *peu d'assortiments disponible	* fidèle au magasin *forte préférence aux MDD * valorisation du temps	besoin non urgent

RS= Rupture de stock, MDD=Marque propre MN= Marques nationales

TAB. 4.2 – Tableau récapitulatif des facteurs influençant les comportements des consommateurs en cas de ruptures de stock

générale, des attributs proches de leur choix initial, la taille, la variété, la marque et le type de marques étant les quatre éléments qui pourraient guider leur choix.

En considérant l'étude de Emmelhainz et al. (1991) qui a la particularité d'introduire la notion de variété, on s'aperçoit que plus de 80% des consommateurs ont fait leur choix par rapport à un des quatre attributs cités.

On peut donc dire que les comportements de substitution des consommateurs ne sont pas fortuits mais tiennent compte des attributs du produit (type de marques, marque, taille ou volume, etc...).

En outre, les prix des articles peuvent être également des facteurs pouvant influencer les comportements de substitution. En cas de substituabilité de deux articles, il est évident que le prix soit un des paramètres importants de choix des alternatives. Dans ce cas, trois possibilités peuvent être envisagées :

- a) soit les acheteurs vont choisir des articles de même prix que leur premier choix ;
- b) soit le choix est fait parmi les articles (disponibles) relativement moins chers ;
- c) ou soit parmi les articles les plus chers (en terme relatif).

Les éléments qui peuvent motiver le choix d'une de ces options restent variés. ceux-ci peuvent dépendre du prix de réservation, des habitudes de consommation et d'achat, de l'image du produit ou de la marque, etc... En effet, les consommateurs ayant un prix de réservation plus élevé pourraient accepter la substitution en achetant des articles plus chers sans que cela n'affecte leur budget établi. Par contre, les autres ayant des prix de réservation plus faibles auront tendance à choisir des alternatives moins chères ou de prix identiques. Comme le notent Mazursky and Aiello (1987), si l'article indisponible était en promotion de ventes, l'écart entre le prix de ce dernier et celui des autres s'accroît, ce qui peut réduire les actions de substitution. Dans leur étude, Walter and Grabner (1975) ont également essayé de prendre en compte cette dimension en observant les différentes proportions des consommateurs qui substituent. Elle révèle que l'écart de prix est un facteur clé car plus de la moitié (59.1%) préfère choisir des articles ayant le même prix que celui en rupture de stock. Assael (1987) a également relevé qu'en cas d'achat "*réduisant une dissonance*"⁷, le consommateur peut faire des substitutions en cas d'indisponibilité de son article préféré. Il soutient qu'ici, seuls les prix restent les facteurs déterminants de choix.

Plus une marque sera de qualité supérieure, plus le risque perçu en le substituant sera plus élevé et par conséquent, moins les consommateurs accepteront la substitution. Comme

⁷Ce sont les situations de fortes implications du consommateur dans l'achat d'un article où il est sensible non seulement au prix mais également à la disponibilité immédiate de celui-ci tout en percevant peu de différence entre les marques.

le notent Kotler et Dubois (1997, p.219) "*le niveau d'anxiété d'un acheteur varie avec le montant de l'achat, le degré d'incertitude entourant les attributs et la confiance qu'il a en lui-même*". Puisque le niveau de qualité perçue se répercute dans les prix, alors cela justifie que ceux-ci soient un facteur déterminant de choix.

Suivant la qualité, les comportements de substitution entre types de marques ont été déjà représentés à la figure 4.4.

Cette figure a permis de relever que les comportements de substitution inter-types de marques se font plus dans le sens de la qualité inférieure vers la qualité supérieure que l'inverse. Alors on peut conclure que la qualité perçue des marques est une variable clé dans le choix des articles.

Outre les caractéristiques du produit, celles des consommateurs restent également un facteur déterminant leurs comportements.

Les caractéristiques des consommateurs

Certains travaux (Campo et al. 2000, Van Trijp et al. 1996, Alba et Hutchinson 1987, etc...) ont montré que les comportements de substitution varient selon les consommateurs ; alors que certains sont fidèles à une marque ou à un magasin donné, d'autre par contre le sont moins. En effet, la plupart des études arguent que *la fidélité à une marque* est négativement liée aux comportements de substitution. Plus un consommateur sera fidèle à une marque, moins il sera disposé à chercher une autre en cas d'absence de celle-ci. Mais s'il désire faire de la substitution, en général, il reste à l'intérieur de la même marque en variant un des attributs qui peut être soit la taille et/ou la variété. Van Trijp et al. (1996) notent à cet effet qu'une (plus) forte fidélité à une marque peut entraîner chez certains consommateurs, une aversion à la substitution même si l'article est substituable.

Par ailleurs, les consommateurs fidèles au magasin sont plus enclins à faire des substitutions en cas de rupture de stock à cause de leur attachement à ce magasin. Notre étude révèle que parmi les consommateurs ayant fait de la substitution, 89,24% d'entre eux considèrent ce point de vente comme principal, ce qui confirme bien cette hypothèse.

En outre, les *habitudes de consommation* des acheteurs ainsi que leur environnement sont aussi autant de facteurs pouvant guider le choix des alternatives disponibles. Par exemple, si l'acheteur a déjà eu une habitude de consommation personnelle ou indirecte (un proche par exemple ou une publicité), il dispose d'une expérience ou d'informations sur cet article et par conséquent, en cas d'indisponibilité de celui-ci, il aura plus tendance à porter son choix sur ce dernier. Par contre, s'il ne l'a jamais expérimenté (par la consommation ou son environnement), il ne dispose d'aucune information et donc, il opterait moins pour cet article. Cette situation renvoie alors à la notion de familiarité du consommateur avec l'article. Selon Alba et Hutchinson (1987), la familiarité correspond à l'expérience eue sur le bien, qu'elle soit directe telle que l'achat de l'article (ou son usage), ou indirecte telle l'exposition à la publicité. Autrement dit, la connaissance des articles par le consommateur demeure une variable qui peut influencer les comportements de substitution. Il acceptera plus facilement la substitution s'il a une meilleure connaissance des articles disponibles.

Par ailleurs, Assael (1987) d'une part et Fitzsimons (2000) d'autre part, ont relevé le degré d'implication de l'acheteur comme facteur pouvant caractériser les comportements de substitution. En effet, ils soutiennent que plus le degré d'implication du client sera fort dans la décision d'achat de l'article (indisponible), plus celui-ci prendra conscience des différences significatives entre les marques et moins il sera disposé à faire des substitutions : c'est ce que Assael qualifie d'achat "*complexe*" ou traditionnellement qualifiée d'achat "*réfléchi*" par Howard et Sheth (1977).

Les facteurs situationnels d'achat

Dans ces travaux fondateurs, Belk (1974) montre que les variables situationnelles telles que l'environnement social, le but et le moment (de la journée) choisi pour l'achat, le fait d'acheter pour soi ou d'offrir etc... influencent fortement les comportements d'achat des consommateurs. En effet, les réactions adoptées par les consommateurs suite à la rupture de stock d'un article recherché peuvent dépendre souvent des situations pour lesquelles l'achat est effectué. Selon l'urgence du besoin ou l'usage que compte faire l'acheteur, les réactions seront différentes.

Aussi un consommateur ayant un besoin urgent aura-t-il tendance à s'adresser à d'autres concurrents ou à adopter une autre marque de substitution contrairement à celui pour qui le besoin est moins urgent. L'étude de Emmelhainz et al. (1991) révèle que 85,5% des consommateurs pour qui l'achat est urgent ont fait de la substitution contre seulement 61% pour les autres. Même si ces deux taux restent élevés, on remarque néanmoins qu'ils sont différents entre eux. Plus le besoin est urgent, plus les consommateurs seront enclins à faire des substitutions ou à changer de magasin car l'achat ne peut être reporté ou annulé, étant donné l'urgence du besoin.

Par ailleurs, ceux-ci ont fait une distinction entre les courses régulières⁸ et occasionnelles ou spéciales. Une course sera dite occasionnelle si son but est d'aller chercher un article de façon spéciale, en dehors de ses courses habituelles. Alors, il s'agit d'une visite intermédiaire entre la date de la dernière course et celle de la prochaine. En dehors des achats impulsifs, la décision d'achat d'un article peut répondre à un usage *particulier (spécial)* ou *régulier*. Emmelhainz et al. (1991) ont noté que parmi les consommateurs n'ayant pas trouvé exactement ce qu'ils désiraient acheter, 96% d'entre eux ont affirmé que leur achat était plutôt régulier que spécial. Alors le but d'un achat peut influencer les actions de substitution.

D'autre part, Assael (1987) note qu'en cas d'achat "*routinier*", l'implication du client est faible (le cas de l'achat du sel par exemple) et par conséquent, celui-ci fait peu attention aux différences entre les marques, ce qui peut induire des comportements de substitution. Cependant, la faible implication n'entraîne pas nécessairement la non-perception de différences entre les marques car il peut avoir des situations où la diversité des marques peut faire apparaître certaines différences entre elles. C'est le cas par exemple de l'achat des biscuits où le consommateur a une parfaite connaissance des marques et fait son choix sans réelle évaluation mais de façon circonstancielle. Cet achat, qualifié de "*diversité*", peut malgré les différences perçues entre les marques, engendrer de fréquents changements de marque (Aurier Philippe 1991).

⁸C'est ce que Assael (1987) appelle *achat routinier*.

A travers cette étude, nous avons mis en évidence, à partir de la littérature, les facteurs sous-jacents qui influencent les différents comportements de substitution des consommateurs en cas de ruptures de stock. Mais quels sont les déterminants des autres actions (de non-substitution) ?

4.2.2 Les déterminants des comportements de non-substitution

A l'instar des actions de substitution, les comportements de non-substitution sont influencés par les caractéristiques des produits, des consommateurs et la situation contextuelle de l'achat. Cependant, selon qu'il s'agisse de changement de magasin ou d'annulation et de report d'achat, les déterminants varient.

En cas de changement de magasin

Nous avons noté qu'en cas d'absence de l'article préféré, l'acheteur peut décider d'aller chez un autre pour s'approvisionner. Alors, l'une des conditions nécessaires, comme dans le cas de la substitution, est l'existence d'un concurrent, ce qui signifie que nous ne sommes pas en situation de monopole. Dans ce dernier cas, cette option n'est pas plausible et par conséquent, les consommateurs ne sont limités que par le report et l'annulation de la décision d'achat (en cas de non-substitution).

Cependant, l'existence d'un concurrent ne peut seulement justifier la recherche d'un autre magasin car elle ne constitue pas une condition sine qua non. La décision d'aller ailleurs dépend de plusieurs facteurs tels que l'urgence du besoin. En effet, si le besoin est pressant, quelle que soit la nature de l'usage (régulier ou spécial), l'acheteur peut juger utile d'aller ailleurs pourvu qu'il dispose d'assez de temps. Alors moins il valorisera son temps, plus il sera disposé à changer de magasin.

D'autre part, le niveau du service fourni peut être un facteur déterminant dans les comportements de changement de magasin car comme le notent Bell et al. (1998), le choix d'un magasin dépend de plusieurs facteurs tels que l'image du magasin, son attractivité ainsi que le niveau de qualité du service fourni. Plus le niveau de qualité du service fourni

par le magasin principal sera jugé supérieur à celui des autres, moins le consommateur sera disposé à se rendre ailleurs. La qualité du service fourni par un distributeur, un producteur ou un fournisseur peut être en effet déterminant pour le maintien ou l'amélioration des relations qui le lient aux consommateurs (Zeithaml et al. 1985).

En outre, la plupart des études (Campo et al. 2000, etc..) sur les déterminants des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock indiquent que la fidélité au magasin est négativement corrélée avec les comportements de changement de magasin.

Par ailleurs, la nature des marques est également un facteur déterminant des décisions de changement de magasin. En effet, la différenciation de celles-ci entraînent des spécificités au niveau des articles et il n'est pas toujours possible de le trouver dans un autre point de vente ou de l'échanger avec une autre marque (Schary and Christopher, 1979). Ainsi les consommateurs ayant une forte préférence pour les marques nationales auront plus de chances de les trouver chez un autre concurrent. En revanche, ceux ayant plutôt une préférence pour les marques propres auront moins de chances de les trouver ailleurs et par conséquent, ils auront tendance à faire plus de substitutions ou à annuler leur achat. Notre étude empirique (figure 4.3) confirme bien cette hypothèse.

D'autre part, la distance à parcourir ou les efforts à fournir pour aller chez un concurrent peuvent être également des facteurs déterminants des comportements de changement de magasin même si leur influence peut paraître négligeable. Par exemple, la proximité d'un concurrent pourrait inciter les consommateurs à changer plus facilement de magasin. Dans le cas contraire, des efforts supplémentaires en terme de coûts de transports (monétaires ou non) sont nécessaires pour s'y rendre, ce qui demande également du temps (Campo et al. 2000). La facilité de la mobilité des consommateurs en est un autre facteur car selon que l'acheteur est véhiculé ou non, il lui sera plus ou moins facile d'aller voir ailleurs.

En revanche, les acheteurs vont adopter des comportements de changement de magasin si l'image perçue du produit est forte car pour eux, le risque de substitution serait élevé et par conséquent, il serait souhaitable de ne pas prendre de risque.

En cas d'annulation ou de report de la décision d'achat

En cas de non-urgence du besoin, l'acheteur peut différer ou annuler sa décision d'achat. Si l'achat répond à un usage régulier, il peut décider de faire un report d'achat car le besoin n'est pas pressant. En outre, l'indisponibilité de l'acheteur est un facteur qui peut influencer ses décisions ; plus un consommateur valorisera en effet le temps, plus il sera disposé à reporter ou annuler sa décision d'achat.

Le report d'achat peut être expliqué également par une forte fidélité au magasin ou à une marque car les consommateurs fidèles à un magasin ou à une marque seront plus disposés à faire un report. De plus, si l'article en rupture de stock n'est pas substituable, alors les consommateurs préféreront reporter ou annuler leurs achats ou aller ailleurs. Parmi les consommateurs ayant changé de magasin dans notre étude, 85.71% sont fidèles au magasin, ce qui confirme bien cette conjecture.

Tous ces facteurs mis en évidence influencent (potentiellement) les décisions des comportements en cas de rupture. Cependant, il convient de noter qu'ils ne sont pas exhaustifs.

Conclusion

Nous venons ainsi d'étudier les comportements des consommateurs en cas de rupture de stock, à partir de la littérature disponible et d'une étude empirique. L'on peut noter que les réactions dépendent des consommateurs, des produits, des situations d'achat, etc... Donc, aucune réaction n'est prévisible compte tenu de l'hétérogénéité des consommateurs mais également de celle des produits. Cette étude permet de noter que les types de marques influencent les réactions des consommateurs en cas de rupture de stock. Elle révèle que les comportements de substitution intra-types de marque sont les plus observés en cas de substitution. De plus, elle montre également que les consommateurs choisissent plus les marques de qualités supérieures que celles de qualités inférieures en cas de substitution inter-marques.

En terme d'implication managériale, cela traduit que les détaillants doivent exercer une surveillance accrue sur leur marque (MDD) afin d'éviter que les consommateurs ne se déportent sur les autres marques (MR et MN) en cas de rupture de celle-ci.

Toutes ces réactions affectent (potentiellement) la demande des biens. En effet, les comportements de substitution entraînent des transferts de ventes entre types de marques, modifiant la structure traditionnelle de la demande des biens. Alors, une modélisation de ceux-ci (les comportements), à partir des choix des consommateurs (fonction d'utilité) pourraient nous permettre de déterminer la nouvelle structure de la demande. Pourtant, aucune étude, à notre connaissance, n'a de façon analytique, modéliser la demande à partir des comportements d'achat des consommateurs en présence de rupture de stock. Autrement dit, aucun modèle théorique fondé sur la rationalité du consommateur susceptible d'expliquer analytiquement ces divergences n'a été proposé.

Alors, comment modéliser, à partir de sa fonction d'utilité, les comportements d'achat

des consommateurs en présence de rupture de stock ? Tel est l'objet du prochain chapitre.

Chapitre 5

Modélisation de la demande en présence de rupture de stock : Cas de deux biens différenciés

Même si l'objectif commun poursuivi par les entreprises de distribution (ou de production), à l'instar d'autres, est la réalisation d'une marge maximale, la stratégie marketing à conduire pour atteindre cet objectif peut toutefois varier d'une entreprise à une autre. La plupart d'entre elles cherchent à minimiser leurs coûts (de production, de gestion de stock, de fonctionnement, etc..) afin d'optimiser leur profit. En production ou en distribution, la tenue des stocks engendre des coûts. Alors se pose le problème du choix de la stratégie de gestion qui doit être opérée entre :

- d'une part, constituer des stocks de produits finis (ou semi-finis ou de matières premières) élevés afin de satisfaire le client à tout moment ;
- et d'autre part, en constituer peu en imposant des délais de livraison relativement longs quitte à perdre quelques clients afin de réduire le capital immobilisé en stock.

Toute stratégie choisie a des conséquences sur l'activité de l'entreprise. Dans le premier cas, le producteur ou le distributeur souhaite se prémunir de risque de rupture de stock éventuelle, ce qui lui permet d'assurer une couverture totale du service, quitte à supporter les coûts induits par le "stock de sécurité" qu'il constitue. Le besoin de constitution de stock peut répondre tantôt au souci d'adaptation instantanée à toute modification des rythmes

de production et de livraison et tantôt à la volatilité de la demande s'exprimant en aval.

En revanche, dans le second cas, il choisit de prendre des risques de rupture de stock, ce qui inéluctablement va créer une insatisfaction au niveau du consommateur. Alors le choix sera fait suivant l'arbitrage entre les coûts induits.

Cependant, comme le notent Beaulieu et Péguy (1985), même si l'entreprise de distribution dispose de degrés de liberté, elle doit toutefois s'adapter aux conditions fournisseurs, qu'elles soient imposées ou négociées. Alors, la stratégie de couverture (des articles) du distributeur est souvent tributaire de celle du producteur. En effet, un retard du fournisseur dans le circuit d'approvisionnement du détaillant par exemple pourrait perturber l'activité du premier, entraînant des ruptures de stock à son niveau qui seront constatées par les consommateurs. Dans ce cas, les besoins exprimés par ces derniers ne peuvent plus être satisfaits en raison de la rupture, ce qui crée des incertitudes sur la demande car L'indisponibilité de l'article sur une période rend la demande difficilement maîtrisable pour le distributeur.

Dans la littérature certains auteurs (Borin et al. 1994 et Andersen and Amato 1974) ont tenté une modélisation théorique de la demande en prenant en compte les ruptures, mais négligeant les frustrations qu'elles créent chez le consommateur. De plus, dans ces modèles, la forme de la demande n'est pas spécifiquement définie et ne résulte pas d'une rationalisation explicite des choix des consommateurs. En effet, la demande ne découle d'aucun programme d'optimisation de leur utilité dans ces études. En effet, les ruptures de stock créent chez le consommateur, des frustrations (Fitzsimons, 2000) exprimées en terme de coûts (Campo et al.2000), conduisant à une baisse de leur utilité attendue. Alors, il paraît judicieux de prendre en compte ces frustrations dans la formulation de leur fonction d'utilité, ce qui n'est pas pris en compte dans ces modèles.

Si les ruptures de stock induisent des coûts chez les consommateurs alors comment pourrions-nous les intégrer dans leur fonction d'utilité en vue de modéliser leurs comportements ?

Pour répondre à cette préoccupation, nous allons proposer un modèle de part de marché fondé sur la rationalité du consommateur et prenant en compte les possibilités de ruptures

de stock ainsi que les frustrations induites. Ainsi nous nous proposons de modéliser, dans le cas de deux biens différenciés par leurs niveaux de qualité-prix, la demande en présence de rupture de stock en intégrant les coûts de frustrations subies par les consommateurs en cas d'absence de leur article recherché.

Après avoir présenté dans un premier temps les modèles de différenciation verticale (section 1), nous modéliserons ensuite les comportements des consommateurs dans un point de vente en présence de rupture de stock (section 2).

5.1 Les modèles de différenciation verticale

Développé par Mussa et Rosen (1978), Gabszewicz et Thisse 1979 et Shaked et Sutton (1982), le concept de différenciation verticale a été introduit pour marquer la non-substituabilité parfaite de deux biens. Dans un contexte de différenciation verticale, tous les consommateurs s'accordent à accepter le principe qu'un niveau supérieur de qualité est préférable, cependant ceux-ci diffèrent par leur propension à payer pour cette qualité supplémentaire. Etant donné que les produits offerts en magasin peuvent tous se classer dans un type de marque (MDD, MN, PP), il nous semble pertinent de retenir un modèle de différenciation verticale où le principal attribut qui différencie verticalement les produits reste leur *qualité perçue*. Certes de nombreuses caractéristiques entrent dans les déterminants des réactions des consommateurs face aux ruptures de stock (voir chapitre précédent), cependant il est impossible, pour des raisons méthodologiques, d'inclure toutes ces variables dans un modèle. Ainsi les travaux empiriques et théoriques se focalisent sur un petit sous-ensemble de caractéristiques qui déterminent la fonction d'utilité du consommateur.

5.1.1 Utilité en cas de premier choix

De façon générale, l'on postule dans ces modèles que la fonction d'utilité du consommateur dépend de sa préférence w pour la qualité d'une part et d'autre part des caractéristiques

du produit, plus particulièrement de la qualité du bien s_i ainsi que de son prix p_i . L'utilité que le consommateur retire de l'article i est sous la forme (Tirole 1989) :

$$u_i = \begin{cases} w.s_i - p_i & \text{si achat de } i \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (5.1)$$

où w est un paramètre de préférence pour la qualité. On suppose que la probabilité $F(w)$ pour qu'un consommateur, choisi au hasard au sein du marché, présente une préférence pour la qualité inférieure ou égale à w est telle que :

$$F(w) = \begin{cases} 0 & \text{si } w < \underline{w} \\ \int_{\underline{w}}^w f(x) dx & \text{si } \underline{w} \leq w \leq \overline{w} \\ 1 & \text{si } w > \overline{w} \end{cases} \quad (5.2)$$

où $f(\cdot)$ désigne la fonction de densité et les paramètres $\underline{w}$ et $\overline{w}$ sont tels que $\underline{w} \geq 0$ et $\overline{w} = \underline{w} + 1$.

Cette fonction d'utilité 5.1 suppose implicitement que l'article choisi par le consommateur est celui qu'il recherche, c'est-à-dire son premier choix. Cependant, ce dernier peut ne pas être disponible en magasin et dans ce cas, le consommateur peut choisir un autre (disponible). Son utilité attendue se trouve alors affectée étant donné les frustrations induites par l'absence de son premier choix. Or, la fonction d'utilité telle que formulée à l'équation (5.1) ne permet pas de rendre compte de ces frustrations et par conséquent, il convient de proposer une autre fonction d'utilité qui puisse intégrer tous ces facteurs.

5.1.2 Utilité avec frustration des consommateurs

Dans la littérature, beaucoup de travaux ont montré que dans la réalité, les substitutions, les changements de magasin ou les annulations ou reports de la décision d'achat ne se font pas sans coût. En effet, les études de Campo et al. (2000) et Corstjens and Corstjens (1995) indiquent que chacun des comportements des consommateurs engendre des coûts dont l'importance diffère d'une réaction à une autre.

Les différents coûts

La plupart des études précédemment citées distinguent trois types différents de coûts que sont :

1. les coûts de substitution ;
2. les coûts de transaction ;
3. et les coûts d'opportunité.

Les coûts de substitution

Ils représentent l'utilité perdue (ou désutilité) en passant d'un choix initial (article) à un second choix (Campo et al. 2000). Cette désutilité est due soit à la baisse de préférence et/ou à un écart de prix (plus élevé) ou de volume (Campo et al. 2000). Les coûts de substitution peuvent être considérés comme une mesure de la fidélité à une marque (Corstjens and Corstjens 1995) . En effet, comme le notent également Campo et al. (2000), plus la fidélité à une marque est forte, plus élevés restent les coûts de substitution. Cependant, il existe un seuil de fidélité à partir duquel les consommateurs deviennent plus sensibles aux pertes qu'aux gains (la "loss aversion")¹, ce qui peut engendrer un comportement d'aversion à la substitution (Van Trijp et al. 1996).

D'autre part, des facteurs tels que les actions promotionnelles peuvent influencer les coûts de substitution. Les comportements d'achat des consommateurs étant en effet influencés par les promotions, une rupture d'un article promu engendrerait des coûts de substitution plus élevés (Mazursky et al. 1987).

Les coûts de transaction

Selon Campo et al. (2000), ils désignent l'ensemble des coûts directs occasionnés par l'acquisition d'un bien qu'ils soient monétaires (le prix du bien) ou non (effort fourni ou

¹Pour cette littérature, voir Tversky and Kahneman (1991)

valorisation du temps). En cas de substitution ou de changement de magasin, ceux-ci mesurent les coûts de recherche d'un substitut ou d'un magasin concurrent. Dans le cas d'une substitution par exemple, ils peuvent alors être évalués de façon subjective comme étant l'effort fourni et/ou le temps de recherche pour trouver un substitut. Par contre, dans le cas d'un changement de magasin, ils regroupent les coûts de transport qui peuvent être mesurés de façon monétaire ou en terme d'effort ou de valorisation de temps pour trouver un autre magasin. L'ampleur des coûts de transaction dépend de la complexité du processus décisionnel dans une catégorie de produit donnée. En effet, plus le consommateur expérimente les choix disponibles dans une catégorie de produit, plus il est facile pour lui de trouver une alternative pour la substituer au bien en rupture de stock (Dhar 1997). Par conséquent, les coûts de transaction supportés par un tel consommateur en cas de substitution sont moins élevés que ceux supportés par un consommateur fidèle à un bien (Van Trijp et al. 1996).

Les coûts d'opportunité

Quant aux coûts d'opportunité, ils représentent le manque à gagner résultant de la réduction de la quantité ou du niveau de consommation du consommateur. Même si pour Campo et al. (2000), ceux-ci n'existent qu'en cas d'annulation ou de report de la décision d'achat, la substitution peut également engendrer des coûts d'opportunité étant donné que les consommateurs peuvent réduire la quantité de bien prévue en cas de substitution. Dans les modèles à différenciation verticale où l'on suppose que les consommateurs n'achètent au plus qu'une seule unité de bien, les coûts d'opportunité deviennent alors nuls en cas de substitution.

Si les ruptures de stock engendrent des coûts différents pour le consommateur, alors comment les intégrer dans la fonction d'utilité des consommateurs ?

Etant donné que nous nous focaliserons dans notre modèle que sur un seul magasin avec deux articles, alors nous ne discuterons pas des coûts induits par le changement de magasin dans le cadre de notre étude.

La forme des fonctions de frustration et d'utilité

La frustration subie par le consommateur en cas d'indisponibilité de l'article préféré représente l'ensemble des coûts qu'il supporte. Alors celle-ci est spécifique à chaque réaction.

En cas de substitution, outre les coûts de substitution, le consommateur supporte également des coûts de transaction et des coûts d'opportunité. Ces différents coûts peuvent être objectifs (Shaffer and Zhang 2000, Alsop 1985, Blattberg and Neslin 1990, Rossi and Allenby 1993, Bester and Petrakis 1996) et/ou subjectifs ou psychologiques (Campo et al. 2000, Corstjens and Corstjens 1995). Par ailleurs, la frustration induite par une action de substitution est spécifique à chaque consommateur. En effet, un consommateur qui est presque indifférent à deux articles n'aura pas la même frustration en cas de substitution qu'un autre qui a plutôt une préférence pour l'article non disponible. Les coûts induits par la substitution pour le premier consommateur seront moins importants que pour le second. Tout dépend de l'utilité attendue du premier choix (en rupture) et de celle retirée du choix du concurrent (substitué), donc des écarts d'utilités.

Pour fixer les idées, considérons dans notre modèle une catégorie de produits comprenant deux articles L et H différenciés par leur niveau de qualité perçue s_i ($i = L, H$). Supposons que la qualité de l'article L soit inférieure à celle de H ($s_L < s_H$). Ceux-ci sont vendus aux consommateurs aux prix respectifs p_L et p_H tels que $p_L < p_H$. En considérant la fonction d'utilité u_i de l'équation (5.1), alors la figure 5.1 donne la représentation graphique des écarts des utilités en fonction de la préférence pour la qualité w .

Cette figure 5.1 indique que plus l'on s'éloigne de part et d'autre du point d'indifférence w_{HL} entre acheter le bien L ou H , plus l'écart d'utilités (ou désutilité) s'accroît. Autrement dit, en cas de substitution, plus la distance entre un consommateur et w_{HL} est élevée, plus la désutilité, qui peut être traduite comme la frustration subie par le consommateur, est grande. Par conséquent, plus le différentiel d'utilités est élevé, plus la substitution lui coûte. En effet, plus un consommateur valorise la qualité (consommateurs situés vers $\overline{w}$), moins il est disposé à accepter la substitution. Cela traduit que l'utilité retirée en substituant l'article L à H , de qualité supérieure, décroît avec la préférence pour la qualité w .

D'autre part, pour les consommateurs valorisant moins la qualité (consommateurs situés

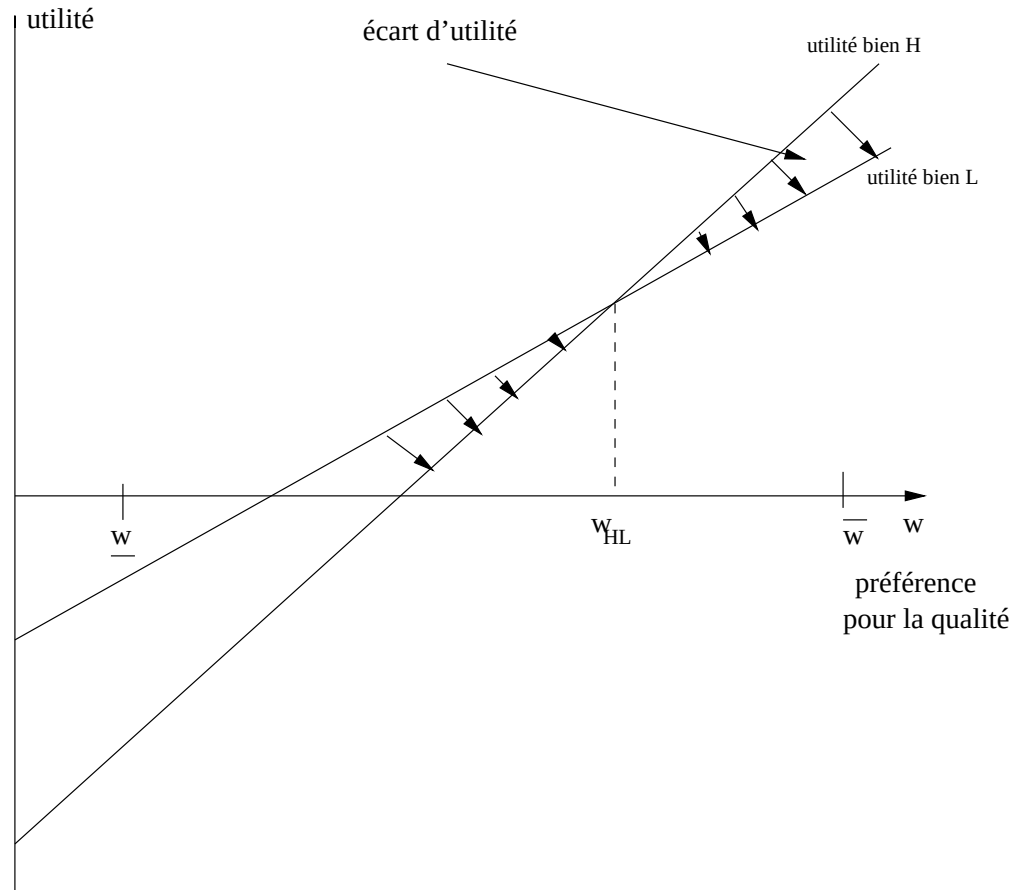


FIG. 5.1 – Représentation des écarts des utilités dans le cas de deux biens différenciés verticalement

vers $\underline{w}$), l'acceptation de la substitution du bien H à L suppose un effort considérable en terme de prix car ces derniers sont moins disposés à payer pour la qualité par rapport aux consommateurs situés au voisinage du point d'indifférence w_{HL} . Alors les coûts de frustrations induits par la substitution seront différemment ressentis par ces deux types de consommateurs. Par conséquent, il serait plus réaliste de formuler une fonction d'utilité qui puisse tenir compte des écarts d'utilités.

Dans leur théorie du regret, Loomes and Sugden(1982) ont soutenu cette thèse en proposant une fonction d'utilité modifiée qui prend en compte l'utilité résultant du choix effectué et de celle qu'aurait eue l'agent en faisant un autre choix. Dans notre contexte, le second choix du consommateur est moins préféré à son premier choix, ce qui se traduit

en terme de frustration² (moins-value). L'utilité réelle retirée par un agent suite à un choix dépend donc de sa préférence initiale. Pour cela, ces auteurs définissent une fonction d'utilité "modifiée" $u_{j/i}$ relativement au premier choix prenant en compte l'utilité qu'on aurait souhaitée avoir initialement et celle obtenue (effectivement) résultant du choix final de la manière suivante :

$$u_{j/i}(u_i, u_j) = u_j - C(u_i - u_j), \quad i, j = L, H \quad (5.3)$$

où

u_i est l'utilité résultant du choix de l'article i (qui est préféré) et u_j l'utilité finale retirée de la substitution de j ;

$C(.)$ une fonction strictement croissante et telle que $C(0) = 0$. Cette fonction est appelée fonction de 'frustration'³ et elle est positive.

En considérant la fonction d'utilité modifiée de la relation (5.3), en cas de disponibilité du premier choix, l'utilité u_i reste inchangée car il n'y a pas de frustration. Cependant, dans le cas contraire, il intègre un coût équivalent à $C(u_i - u_j)$ qui permet de rendre compte de la frustration du consommateur suite à l'absence de l'article i recherché.

Quant à la forme de la fonction $C(.)$, par souci de simplification, considérons une fonction de frustration $C_{j/i}$ de passage de l'article i à j linéaire c'est-à-dire :

$$C_{j/i} = a_{j/i} \cdot (u_i - u_j) \quad (5.4)$$

où $u_i > u_j$ et $a_{j/i}$, positif, représente un coefficient d'ajustement. Ce dernier peut être interprété comme le "coefficient de frustration".

Les fonctions de coûts de substitution peuvent s'écrire, suivant l'indisponibilité de chaque bien, de la manière suivante :

²Dans le contexte de leur étude, Loomes and Sugden(1982) utilisent le terme de 'regret'.

³Loomes and Sugden(1982) la nomment fonction de 'regret' ou de "plaisir". Si le différentiel d'utilités est négatif, alors $C(.)$ est une fonction de 'regret', sinon une fonction de 'plaisir'.

1. **Cas où l'article de qualité inférieure L est en rupture :**

la fonction de frustration $C_{H/L}$ devient, d'après la relation 5.4 :

$$\begin{aligned} C_{H/L} &= a_{H/L} \cdot [w \cdot s_L - p_L - (w \cdot s_H - p_H)] \\ C_{H/L} &= a_{H/L} \cdot [w \cdot (s_L - s_H) - (p_L - p_H)] \\ C_{H/L} &= a_{H/L} \cdot [(p_H - p_L) - (s_H - s_L) \cdot w] \end{aligned} \quad (5.5)$$

Elle peut être représentée par la figure 5.2.

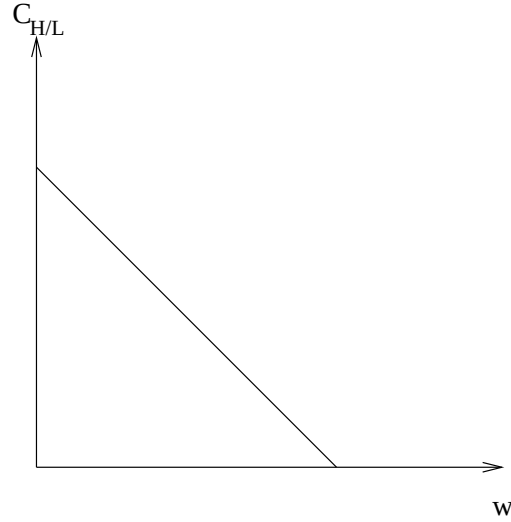


FIG. 5.2 – Représentation des coûts de substitution de H à L

La qualité de l'article L étant inférieure à celle de H , alors les consommateurs qui valorisent davantage la qualité éprouvent une moindre frustration en cas de substitution de H à L .

2. **Cas où l'article de qualité supérieure H est indisponible :**

En cas d'absence de l'article de haut de gamme H , la fonction de frustration, s'écrit :

$$\begin{aligned} C_{L/H} &= a_{L/H} \cdot [(w \cdot s_H - p_H) - (w \cdot s_L - p_L)] \\ C_{L/H} &= a_{L/H} \cdot [w \cdot (s_H - s_L) - (p_H - p_L)] \end{aligned} \quad (5.6)$$

Celle-ci peut être représentée par la figure 5.3.

En cas de substitution de L à H , plus les consommateurs valorisent la qualité, plus la frustration subie est élevée.

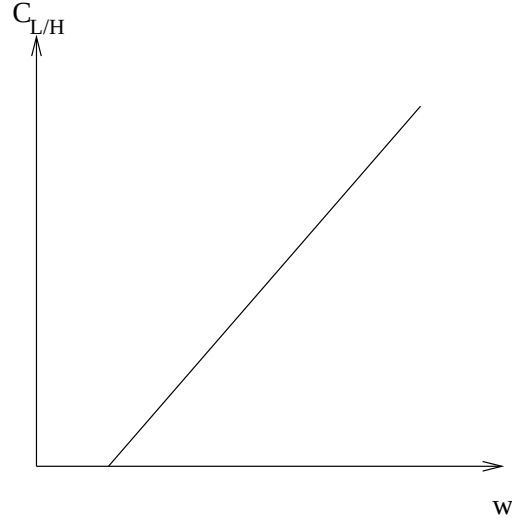


FIG. 5.3 – Représentation des coûts de substitution de L à H

En considérant ces fonctions de coûts supportés par les consommateurs suite à l'indisponibilité de leur article, la fonction d'utilité $u_{j/i}$ de la relation 5.3 résultant de l'achat du bien j sachant que i est le premier choix peut s'écrire de la manière suivante :

$$\begin{aligned}
 u_{j/i}(u_i, u_j) &= u_j - C_{j/i} \\
 u_{j/i}(u_i, u_j) &= (w.s_j - p_j) - a_{j/i} \cdot [(w.s_i - p_i) - (w.s_j - p_j)], \quad i \neq j = L, H \\
 u_{j/i}(u_i, u_j) &= w \cdot [s_j - a_{j/i} \cdot (s_i - s_j)] - [p_j - a_{j/i} \cdot (p_i - p_j)]
 \end{aligned} \tag{5.7}$$

Cette fonction d'utilité (5.8) a pour pente $s_j - a_{j/i} \cdot (s_i - s_j)$; nous avons constaté d'après la figure 5.1 que plus l'on s'éloigne de part et d'autre du consommateur indifférent w_{HL} , moins les consommateurs sont disposés à accepter la substitution. Cela traduit que leur utilité retirée de la substitution du bien j à i devient faible du fait des coûts élevés qu'ils supportent. Alors, la fonction d'utilité (5.8) devrait être croissante dans le premier segment de préférence pour la qualité (segment $[\underline{w}, w_{HL}]$ de la figure 5.1) et décroissante dans le second, de forte préférence pour la qualité ($[w_{HL}, \overline{w}]$ de la figure 5.1). Suivant l'indisponibilité de chaque article, nous pouvons distinguer deux cas :

1. **premier cas** : $i = H$ et $j = L$

La fonction d'utilité "modifiée" de la relation (5.3) peut s'écrire explicitement de la

manière suivant :

$$\begin{aligned}
u_{L/H} &= u_L - C_{L/H} \\
u_{L/H}(w) &= (w \cdot s_L - p_L) - a_{L/H} \cdot [(w \cdot s_H - p_H) - (w \cdot s_L - p_L)] \\
u_{L/H}(w) &= w \cdot [s_L - a_{L/H} \cdot (s_H - s_L)] - [p_L - a_{L/H} \cdot (p_H - p_L)] \\
u_{L/H}(w) &= [a_{L/H} \cdot (p_H - p_L) - p_L] - w \cdot [a_{L/H} \cdot (s_H - s_L) - s_L] \quad (5.8)
\end{aligned}$$

Puisqu'on s'attend à ce que l'utilité soit décroissante (figure 5.4), alors on peut postuler l'hypothèse suivante :

Hypothèse : Plus le consommateur valorise la qualité, plus il 'souffre' de la substitution de L à H ; cela implique que la pente $a_{L/H} \cdot (s_H - s_L) - s_L$ de la fonction d'utilité est positive, c'est-à-dire que le coefficient d'ajustement $a_{L/H}$ est tel que :

$$a_{L/H} > \frac{s_L}{s_H - s_L} \quad (5.9)$$

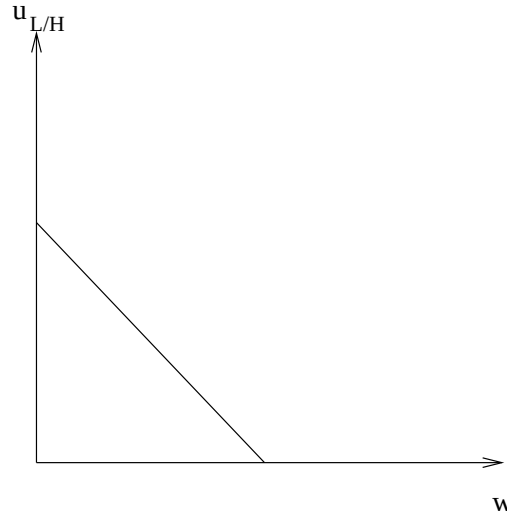


FIG. 5.4 – Fonction d'utilité de passage de H à L

2. second cas : $i = L$ et $j = H$

La fonction d'utilité "modifiée" devient (voir figure 5.5) :

$$\begin{aligned}
u_{H/L}(w) &= w \cdot [s_H - a_{H/L} \cdot (s_L - s_H)] - [p_H - a_{H/L} \cdot (p_L - p_H)] \\
u_{H/L}(w) &= w \cdot [s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)] - [p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)] \\
u_{H/L}(w) &= -[p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)] + w \cdot [s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)] \quad (5.10)
\end{aligned}$$

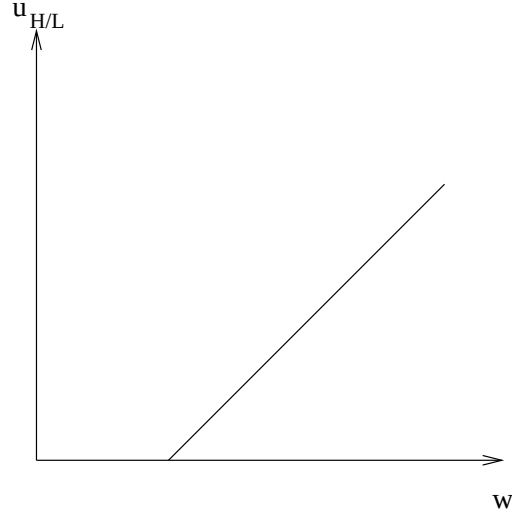


FIG. 5.5 – Fonction d'utilité de passage de L à H

Dans cette situation, la fonction devrait être croissante alors l'hypothèse suivante peut être formulée :

Hypothèse : Plus le consommateur valorise la qualité, moins il souffre de la substitution de H à L ; alors la pente $s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)$ de la fonction d'utilité est positive, c'est-à-dire que le coefficient de frustration $a_{L/H}$ est tel que :

$$a_{H/L} > -\frac{s_H}{s_H - s_L} \quad (5.11)$$

Cette condition est toujours satisfaite car $a_{H/L}$ est positif.

Suivant les différentes situations possibles, la fonction d'utilité $U_i(w)$ du consommateur ayant une préférence w suite à l'achat de l'article i (qu'il soit premier ou second choix) peut être résumée de la manière suivante :

$$U_i(w) = \begin{cases} u_i & \text{si achat du bien } i \text{ sachant } 1^{\text{er}} \text{ choix} = i \\ u_{i/j} & \text{si achat de } i \text{ sachant } 1^{\text{er}} \text{ choix} = j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (5.12)$$

$$i, j = L, H \quad (5.13)$$

où u_i et $u_{i/j}$ sont les fonctions d'utilité définies respectivement aux relations (5.1) et (5.8).

On s'aperçoit bien que l'indisponibilité du premier choix du consommateur crée une certaine frustration dont le niveau varie en fonction de sa conviction initiale. Une telle situation, qui entraîne une baisse de l'utilité des consommateurs va avoir inéluctablement un impact sur la demande classique des articles. En considérant tous ces paramètres, nous allons modéliser, dans la section suivante, les comportements des consommateurs.

5.2 Cadre du modèle et notations

Malgré les efforts enregistrés ces dernières années au niveau des producteurs, les taux de service moyens tournent autour de 96% et ce, pour des raisons diverses (logistiques ou autres) :

- soit à cause de pénuries de matières premières qui surviennent en amont de sorte que le producteur ne soit pas toujours approvisionné ;
- soit parce que le producteur éprouve des difficultés pour s'adapter à la technologie, ce qui entraîne une modification des systèmes de production ;
- ou tout simplement des retards de livraison des produits qui surviennent dans le circuit de distribution (Andersen Consulting, 1996)
- etc.....

Ces défaillances dans la logistique d'approvisionnement vont introduire une incertitude sur les offres des biens proposés en magasin par le distributeur. Alors les consommateurs qui planifient souvent leurs achats, avant leur arrivée dans le point de vente, vont subir des ruptures de stock, rendant la demande incertaine.

Alors dans ces conditions, quels sont les niveaux de demande primaire et de demande supplémentaire induite par les actions de substitution ?

Pour répondre à ces questions, nous allons considérer un modèle à deux acteurs, dont un distributeur et des consommateurs.

5.2.1 Le distributeur

Considérons un distributeur vendant à des consommateurs les deux articles substituables L et H présentés précédemment. Il les achète auprès d'un fournisseur (ou producteur) à des prix de gros donnés et les revend ensuite à des consommateurs aux prix de détail respectifs p_L et p_H tels que $p_L < p_H$.

On suppose que les prix de détail ne sont pas contrôlés par le distributeur (price-taker) mais plutôt fixés par le marché dans le cas d'un duopole ou par un décideur (une centrale d'achat par exemple).

Pour les raisons sus-évoquées, les articles ne sont pas toujours disponibles en magasin.

Désignons par δ_L et δ_H les taux de disponibilité respectifs des deux articles L et H tels que

$$0 < \delta_L \leq 1 \quad \text{et} \quad 0 < \delta_H \leq 1$$

Alors $1 - \delta_L$ (respectivement $1 - \delta_H$) peut s'interpréter comme le risque de rupture de stock du bien L (respectivement H). Suivant leur disponibilité, quatre situations sont envisageables :

- soit les deux articles sont disponibles $\{L, H\}$;
- soit l'article de bas de gamme L l'est et l'autre (H) est indisponible $\{L, \overline{H}\}$;
- ou l'inverse de la situation précédente $\{\overline{L}, H\}$;
- ou aucun d'eux n'est présent $\{\overline{L}, \overline{H}\}$.

Les taux de service δ_L et δ_H sont supposés non connus.

Quant aux consommateurs, ils choisissent l'un des deux articles L ou H selon leur préférence pour autant qu'ils soient effectivement disponibles.

5.2.2 Les consommateurs

Les consommateurs, quant à eux, choisissent les articles qui leur sont proposés en magasin et chacun d'eux est supposé acheter ou non une unité des articles. Chaque consommateur est caractérisé par sa propension w à payer pour la qualité.

Si nous supposons qu'il n'y a pas d'achat impulsif, alors avant toute décision d'achat, le consommateur fait initialement une planification spécifique de l'achat et du choix de l'article avant son arrivée dans le magasin. Par conséquent, il prend sa décision d'achat indépendamment de la disponibilité des articles, parfaitement informé des prix de ceux-ci ainsi que de leurs qualités qui déterminent leurs utilités. La fonction de l'utilité $U_{i/j}$ retirée de l'achat de l'article i sachant que j ($j, i = L, H$) est le premier choix, est celle définie à la relation (5.12). Elle peut être réécrite plus simplement de la manière suivante :

$$U_{i/j} = \begin{cases} u_{i/j} & \text{si choix du bien } i \text{ sachant } j, 1^{er} \text{ choix} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad i, j = L, H \quad (5.14)$$

où

$$u_{i/j} = w \cdot [s_i - a_{i/j} \cdot (s_j - s_i)] - [p_i - a_{i/j} \cdot (p_j - p_i)] \quad \forall \quad i \neq j \quad (5.15)$$

et

$$u_{i/i} = u_i = w \cdot s_i - p_i, \quad \forall \quad i = L, H \quad (5.16)$$

La forme de cette fonction d'utilité appelle aux remarques suivantes :

1. La fonction $U_{i/j}$ telle que formulée, suppose que pour qu'un consommateur choisissent au moins un article, il faudrait que sa propension à payer pour la qualité w soit suffisante, c'est-à-dire

$$w \geq w_L \quad (5.17)$$

où

$$w_L = \frac{p_L}{s_L} \quad (5.18)$$

Puisque cette fonction $U_{i/j}$ ne permet pas une couverture totale du marché⁴, alors les consommateurs n'achetant aucun article au sein du marché potentiel lorsque ceux-ci sont disponibles devraient être ceux qui ont une préférence pour la qualité comprise entre $\underline{w}$ et w_L , ce qui implique que :

$$\underline{w} < \frac{p_L}{s_L} \quad (5.19)$$

⁴En cas de couverture parfaite du marché dans ce segment, cette hypothèse n'est plus vérifiée et dans ce cas, il faut substituer $\underline{w}$ à $\frac{p_L}{s_L}$.

2. En outre, un consommateur choisira la marque de haut de gamme H si son utilité u_H retirée de son achat est supérieure à celle (u_L) retirée de l'achat de la marque de bas de gamme L ; autrement dit, ce sont les acheteurs qui ont une préférence pour la qualité w suffisamment élevée, c'est-à-dire

$$w \geq w_{HL} \quad (5.20)$$

où w_{HL} vérifie l'équation suivante

$$w_{HL} \cdot s_H - p_H = w_{HL} \cdot s_L - p_L \quad (5.21)$$

soit

$$w_{HL} = \frac{p_H - p_L}{s_H - s_L} \quad (5.22)$$

Alors, les consommateurs préférant la marque de haut de gamme sont ceux ayant une préférence pour la qualité comprise entre w_{HL} et $\overline{w}$.

De ces deux remarques, on dégage alors que :

$$\underline{w} \leq \frac{p_L}{s_L} \leq \frac{p_H - p_L}{s_H - s_L} \leq \overline{w} \quad (5.23)$$

puisque $[w_L, w_{HL}]$ définit le segment des consommateurs préférant la marque de bas de gamme.

D'autre part, de la relation précédente (5.23), on en déduit que :

$$w_L \leq w_H \quad (5.24)$$

où l'on a posé :

$$w_H = \frac{p_H}{s_H} \quad (5.25)$$

Cette hypothèse traduit une surfacturation de la qualité unitaire à ceux qui la valorisent le plus. Cela suppose que le coût de production de la qualité est croissant (non-linéaire).

Toutes ces hypothèses, illustrées par la figure 5.6 et résumées par les inégalités suivantes :

$$0 < \underline{w} < \frac{p_L}{s_L} < \frac{p_H}{s_H} < \frac{p_H - p_L}{s_H - s_L} < \overline{w} \quad (5.26)$$

sont nécessaires pour que les fonctions de demande soient toutes positives.

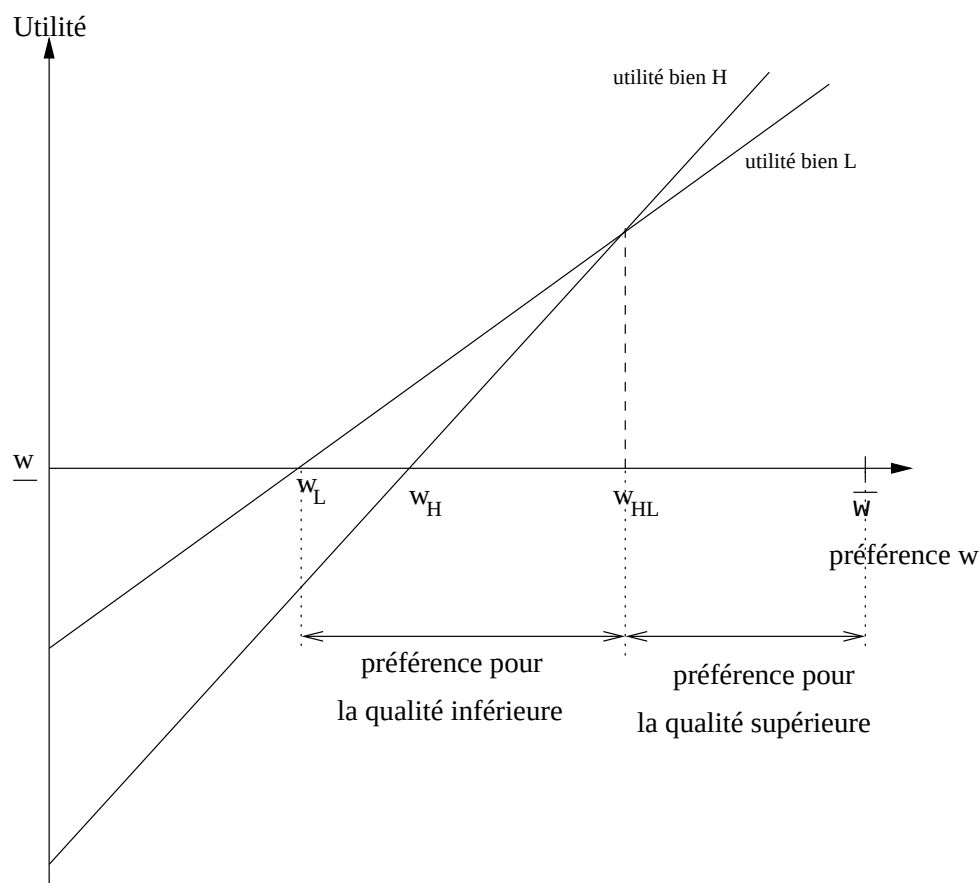


FIG. 5.6 – Représentation des courbes d'utilité dans le plan

Enfin, si nous considérons que les consommateurs n'agissent qu'en fonction de leur utilité retirée, alors les fonctions de demande des articles peuvent être déterminées à partir de celle-ci. Les autres facteurs susceptibles d'influencer le comportement d'achat des consommateurs tels que les actions promotionnelles, l'information sur les causes des ruptures de stock, etc... sont supposés être négligeables, de sorte que les seuls facteurs qui guident leurs choix soient leur fonction d'utilité. En effet, la promotion sur un article peut affecter considérablement le rapport qualité-prix puisque le prix baisse alors que sa qualité perçue reste statique; si nous considérons que la marque de haut de gamme H est promue, alors la relation (5.24) peut ne pas être vérifiée. De plus, si la baisse correspond à l'écart de prix des deux articles, la marque de bas de gamme ne sera pas choisie au profit de l'autre (définition du concept de différenciation verticale). S'agissant de l'information sur la cause des ruptures de stock, elle peut également influencer les choix des consommateurs dans la

mesure où suivant que la rupture est de courte ou de longue durée, les réactions peuvent ne pas être identiques.

5.3 Détermination des fonctions de demande

Les consommateurs choisissent les articles non seulement selon leur préférence pour la qualité mais également en fonction de la disponibilité de ceux-ci en magasin. La figure 5.7 décrit un processus d'achat des articles.

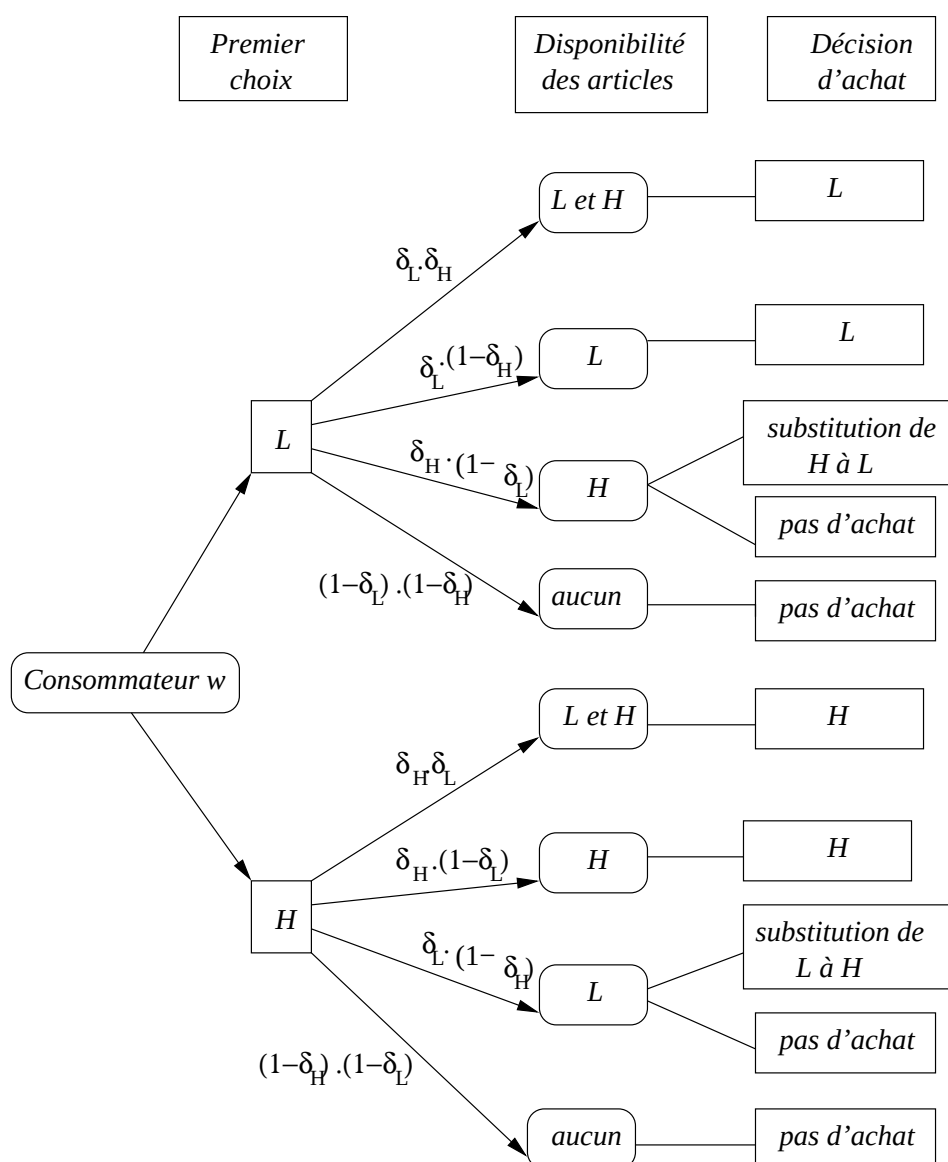


FIG. 5.7 – Schématisation du processus d'achat des articles

En effet, la satisfaction du premier choix d'un consommateur est liée à la disponibilité de ce dernier ; sinon, la décision d'achat est (Borin et al.1994) :

- soit annulée et dans ce cas, le client est provisoirement perdu ;
- soit le consommateur se rabat sur le substitut si celui-ci est disponible bien évidemment, ce qui constitue le second choix (substitution). Dans ce dernier cas, il y a un transfert de demande du premier choix vers le second.

Ainsi, la demande d'un article donné peut se subdiviser en deux composantes :

1. la demande traditionnelle ou primaire qui reflète le segment "attiré" par cet article ;
2. et la demande supplémentaire ou secondaire induite par les actions de substitution suite à l'absence de l'article préféré.

5.3.1 Fonction de demande primaire des articles : premier choix

La part de marché primaire (segment "attiré") est déterminée par la disponibilité des premiers choix de l'ensemble des consommateurs. En cas de présence de l'article recherché, le consommateur exécutera sa décision d'achat conformément à sa planification, qui est liée elle-même à son utilité retirée. Les consommateurs étant guidés par le principe de rationalité, les choix se feront suivant la maximisation de leur fonction d'utilité.

1. En cas de disponibilité de la marque de bas de gamme L , un consommateur choisira ce dernier si son utilité nette est au moins positive et supérieure à celle retirée en choisissant la marque de haut de gamme H ($0 < u_L$ et $u_H \leq u_L$), ce qui équivaut à dire que sa préférence w est telle que (voir figure 5.8) :

$$w_L < w \leq w_{HL} \quad (5.27)$$

Alors en considérant le taux de service δ_L , l'ensemble des consommateurs qui achètent l'article de qualité inférieure L est de :

$$\delta_L \cdot \int_{w_L}^{w_{HL}} f(w) \cdot dw = \delta_L \cdot \mu_L \quad (5.28)$$

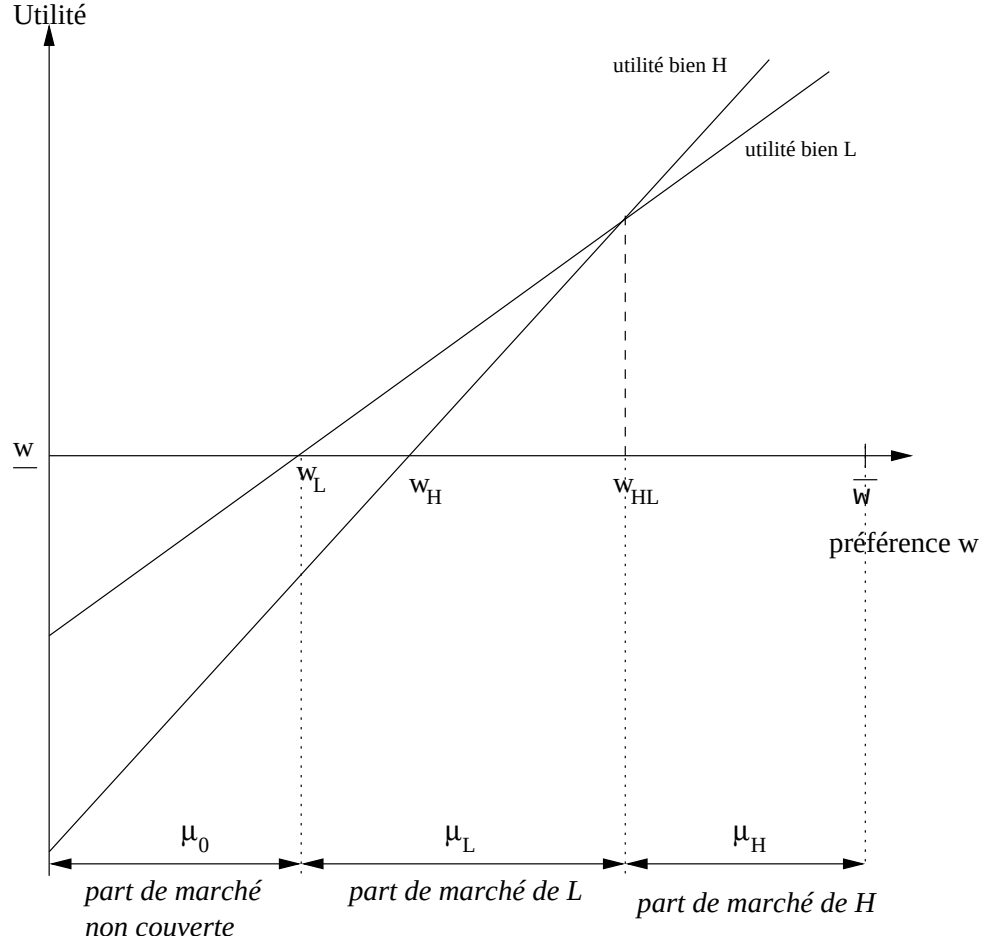


FIG. 5.8 – Parts de marché primaires des deux articles

où

$$\begin{aligned}
 \mu_L &= F(w_{HL}) - F(w_L) \\
 \mu_L &= F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) - F\left(\frac{p_L}{s_L}\right)
 \end{aligned} \tag{5.29}$$

représente la part de marché primaire de L et $F(\cdot)$, la fonction de répartition de la distribution des consommateurs définie à la relation (5.2). La part primaire μ_L est atteinte lorsque le taux de service de L est égal à l'unité (article toujours disponible).

2. D'autre part, nous avons déjà montré que les consommateurs attirés par la marque de haut de gamme H (disponible) sont ceux ayant une préférence pour la qualité w appartenant au segment $[w_{HL}, \bar{w}]$ (voir figure 5.8). Pour un taux de disponibilité δ_H ,

la demande primaire de l'article H peut s'estimer à :

$$\delta_H \cdot \int_{w_{HL}}^{\overline{w}} f(w) \cdot dw = \delta_H \cdot \mu_H \quad (5.30)$$

où

$$\begin{aligned} \mu_H &= F(\overline{w}) - F(w_{HL}) \\ \mu_H &= F(\overline{w}) - F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) \end{aligned} \quad (5.31)$$

représente la part de marché primaire de l'article H atteinte en cas de disponibilité permanente de celui-ci ($\delta_H = 1$).

3. Enfin, les consommateurs qui ne choisissent aucun des articles, que ceux-ci soient disponibles ou non, sont ceux ayant une préférence pour la qualité inférieure à w_L (voir figure 5.8) car en deçà de ce seuil, leur utilité retirée de l'achat de l'article L est négative. Alors la part de marché primaire non couverte μ_0 est égale à :

$$\begin{aligned} \mu_0 &= \int_{\underline{w}}^{w_L} f(x) \cdot dx \\ \mu_0 &= F(w_L) - F(\underline{w}) \end{aligned} \quad (5.32)$$

$$\mu_0 = F\left(\frac{p_L}{s_L}\right) - F(\underline{w}) \quad (5.33)$$

Les équations (5.28), (5.30) et (5.33) donnent les expressions de la demande primaire des deux articles ainsi que de la part de marché potentielle inexploitée en cas de disponibilité de ceux-ci. Celles-ci sont fonction des rapports et des écarts qualités-prix ainsi que des taux de service.

Déterminons à présent la demande supplémentaire en cas de substitution d'un article à un autre.

5.3.2 Fonction de demande secondaire des articles : choix de substitution

La demande supplémentaire représente l'ensemble des choix du bien alternatif en cas d'indisponibilité du premier choix. Nous allons étudier différemment les cas d'absence de chaque article.

Article L disponible et H en rupture

Si l'article H est non disponible, alors certains consommateurs l'ayant choisi peuvent acheter la marque de bas de gamme L . Dans cette situation, l'utilité retirée de cette substitution est de $u_{L/H}$.

D'autre part, les consommateurs ayant le bien L pour premier choix exécutent leur décision d'achat sans aucune difficulté car il est disponible. Ces derniers retirent de cet achat, l'utilité u_L .

En construisant dans un plan les courbes d'utilités $u_{L/H}$ et u_L , la figure 5.9 présente les parts de marché primaire (μ_L) et secondaire (ρ_L) de l'article L .

En effet, un consommateur w appartenant à l'intervalle $[w_{HL}, \overline{w}]$ passera de l'article H à L si son utilité retirée $u_{L/H}$, définie à la relation (5.8), est au moins positive, soit si

$$w < w_{L/H}$$

où

$$w_{L/H} = \frac{p_L - a_{L/H} (p_H - p_L)}{s_L - a_{L/H} (s_H - s_L)} \quad (5.34)$$

représente le consommateur indifférent entre substituer et annuler sa décision d'achat.

Alors en considérant les taux de disponibilité des deux articles, l'ensemble des consommateurs qui substituent L à H est égal à :

$$(1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \int_{w_{HL}}^{w_{L/H}} f(w) \cdot dw = (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \rho_L \quad (5.35)$$

où

$$\begin{aligned} \rho_L &= F(w_{L/H}) - F(w_{HL}) \\ \rho_L &= F\left[\frac{p_L - a_{L/H} \cdot (p_H - p_L)}{s_L - a_{L/H} \cdot (s_H - s_L)}\right] - F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) \end{aligned} \quad (5.36)$$

positif (d'après les inégalités (5.11), et (5.26)), désigne la part de marché secondaire de l'article L induite par les substitutions.

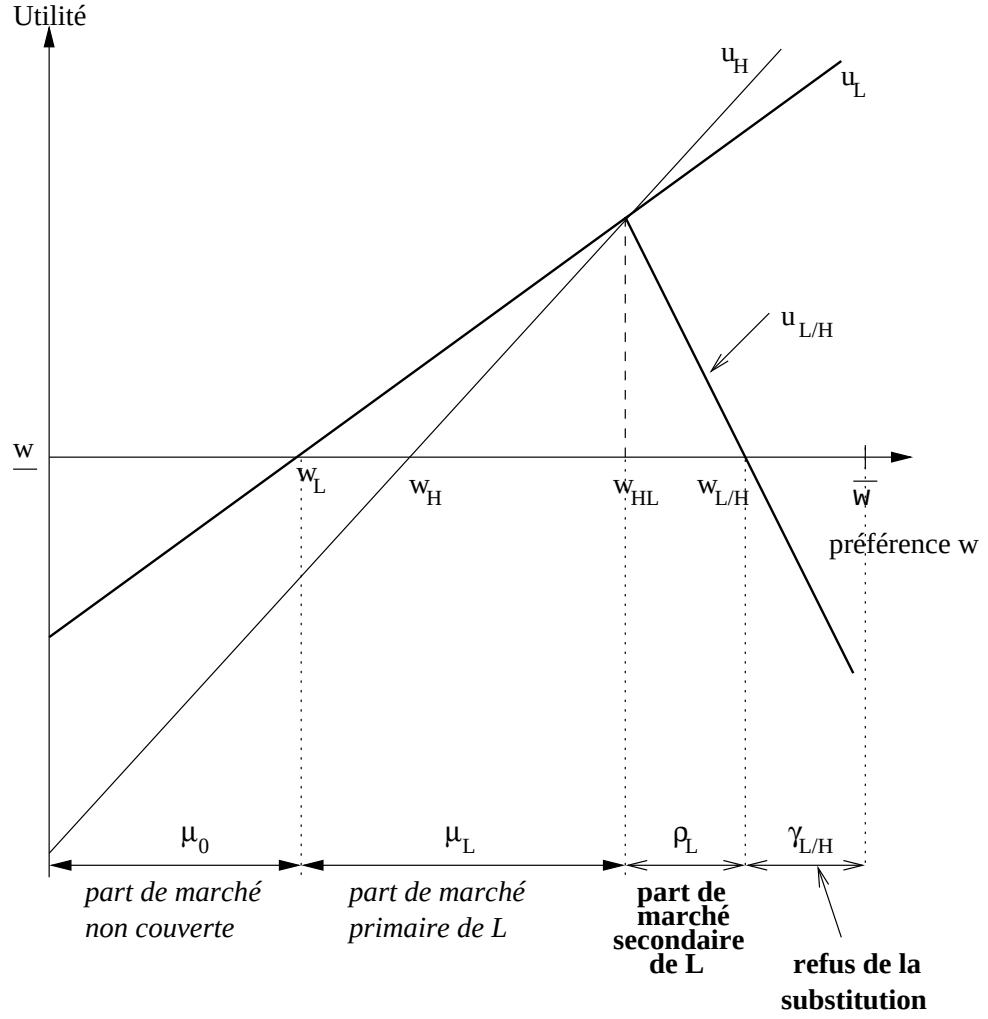


FIG. 5.9 – Parts de marché primaire et secondaire de la marque de bas de gamme L quand l'article H est indisponible

En revanche, ceux qui n'acceptent pas la substitution sont les consommateurs ayant une préférence pour la qualité $w > w_{L/H}$. Alors en tenant compte des taux de disponibilité, leur effectif relatif devient :

$$(1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \int_{w_{L/H}}^{\bar{w}} f(w) \cdot dw = (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \gamma_{L/H} \quad (5.37)$$

où

$$\begin{aligned} \gamma_{L/H} &= F(\bar{w}) - F(w_{L/H}) \\ \gamma_{L/H} &= F(\bar{w}) - F\left[\frac{p_L - a_{L/H}(p_H - p_L)}{s_L - a_{L/H}(s_H - s_L)}\right] \end{aligned} \quad (5.38)$$

représente l'effectif des consommateurs refusant la substitution de L à H . Cette pro-

portion de consommateurs vient s'ajouter au marché potentiel inexploité de la relation (5.33).

Les autres consommateurs ayant une préférence w comprise dans l'intervalle $[\underline{w}, w_{HL}]$ choisissent la marque de bas de gamme L ; ce cas a été précédemment traité (demande primaire).

Article H disponible et L en rupture

En cas d'absence de l'article de qualité inférieure, les consommateurs qui le substituent à H sont ceux qui appartiennent au segment $[\underline{w}, w_{HL}]$. Une unité de l'article L substitué procure une utilité $u_{H/L}$, définie à la relation (5.10).

En représentant ces courbes d'utilité (figure 5.10), les consommateurs qui passent de L à H sont ceux qui ont une utilité $u_{H/L}$ positive c'est-à-dire une préférence pour la qualité w telle que :

$$w > w_{H/L}$$

où

$$w_{H/L} = \frac{p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)}{s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)} \quad (5.39)$$

représente le consommateur indifférent entre accepter ou refuser la substitution.

Par conséquent, pour un taux de disponibilité $(1 - \delta_L) \cdot \delta_H$ des deux biens, l'ensemble des consommateurs du segment $\left[\underline{w}, \frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right]$ qui substituent H à L devient :

$$(1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \int_{w_{H/L}}^{w_{HL}} f(w) \cdot dw = (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \rho_H \quad (5.40)$$

où

$$\rho_H = F(w_{HL}) - F(w_{H/L}) \quad (5.41)$$

$$\rho_H = F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) - F\left[\frac{p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)}{s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)}\right] \quad (5.42)$$

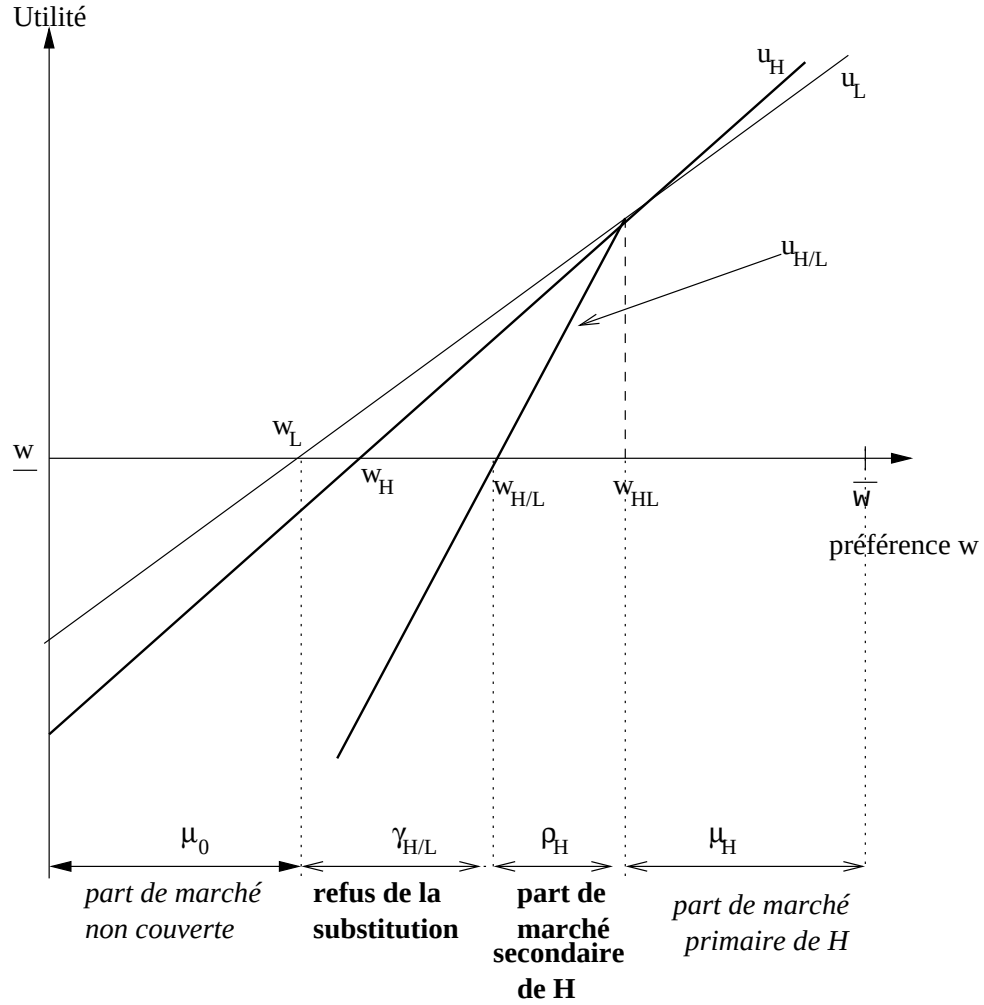


FIG. 5.10 – Parts de marché primaire et secondaire de la marque de haut de gamme H quand L est absent

positif, représente la part de marché secondaire de H induite par les actions de substitution.

D'autre part, les consommateurs qui refusent la substitution du H à L sont ceux qui ont une préférence pour la qualité inférieure à $w_{H/L}$. Alors, leur effectif relatif est égal à :

$$(1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \int_{w_L}^{w_{H/L}} f(w) \cdot dw = (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \gamma_{H/L} \quad (5.43)$$

où

$$\begin{aligned} \gamma_{H/L} &= F(w_{H/L}) - F(w_L) \\ \gamma_{H/L} &= F\left[\frac{p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)}{s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)}\right] - F\left(\frac{p_L}{s_L}\right) \end{aligned} \quad (5.44)$$

désigne l'effectif de ceux qui refusent la substitution de H à L .

Le bien H étant disponible, ceux qui le choisissent comme premier choix font partie de la part de marché primaire étudiée plus haut (μ_H).

Aucun des articles n'est disponible

Quand l'article L n'est pas disponible, aucun des consommateurs préférant cet article (segment $[w_L, w_{HL}]$), ne peut exécuter sa décision d'achat.

Alors en considérant le taux de disponibilité des deux marques, l'effectif relatif des consommateurs ne pouvant rien acheter dans ce segment est de :

$$(1 - \delta_L) \cdot (1 - \delta_H) \cdot [F(w_{HL}) - F(w_L)] \quad (5.45)$$

où w_L et w_{HL} sont les expressions définies respectivement aux relations (5.18) et (5.22).

De manière analogue, en cas d'absence des deux articles, l'ensemble des consommateurs, ayant pour premier choix la marque de haut de gamme H (segment $[w_{HL}, \overline{w}]$) et ne pouvant pas exécuter leur décision d'achat est équivalent à :

$$(1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) [F(\overline{w}) - F(w_{HL})] \quad (5.46)$$

Alors, suite à l'absence simultanée des deux articles, la part de marché secondaire non couverte est la somme⁵ des expressions des relations (5.45) et (5.46), c'est-à-dire :

$$(1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot [F(\overline{w}) - F(w_L)] \quad (5.47)$$

La connaissance des fonctions de demandes primaire et secondaire de chaque article permet de déterminer aisément la demande totale de L et H .

⁵Ce résultat pouvait être obtenu directement en remarquant que dans la partie couverte du marché $[w_L, \overline{w}]$, l'ensemble des consommateurs qui ne peuvent rien acheter, suite à l'indisponibilité des deux biens, est de $(1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot [F(\overline{w}) - F(w_L)]$.

Celle de l'article L s'obtient en faisant la somme des quantités des expressions (5.28) et (5.35) ; la demande totale de la marque de bas de gamme L devient :

$$q_L = \delta_L \cdot [F(w_{HL}) - F(w_L)] + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot [F(w_{L/H}) - F(w_{HL})] \quad (5.48)$$

$$q_L = \delta_L \cdot [\mu_L + (1 - \delta_H) \cdot \rho_L] \quad (5.49)$$

$$q_L = \delta_L \cdot \mu_L + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \rho_L \quad (5.50)$$

où

$$\mu_L = F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) - F\left(\frac{p_L}{s_L}\right) \quad (5.51)$$

et

$$\rho_L = F\left[\frac{p_L - a_{L/H} \cdot (p_H - p_L)}{s_L - a_{L/H} \cdot (s_H - s_L)}\right] - F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) \quad (5.52)$$

sont respectivement les fonctions de demandes primaire et secondaire de l'article de bas de gamme L et $F(\cdot)$, la fonction de répartition définie à la relation (5.2).

De même, l'on définit la demande totale de l'article H en prenant la somme de la demandes primaire et secondaire des relations (5.30) et (5.40). Elle est égale à :

$$q_H = \delta_H \cdot [F(\overline{w}) - F(w_{HL})] + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot [F(w_{HL}) - F(w_{H/L})] \quad (5.53)$$

$$q_H = \delta_H \cdot [\mu_H + (1 - \delta_L) \cdot \rho_H] \quad (5.54)$$

$$q_H = \delta_H \cdot \mu_H + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \rho_H \quad (5.55)$$

où

$$\mu_H = F(\overline{w}) - F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) \quad (5.56)$$

et

$$\rho_H = F\left(\frac{p_H - p_L}{s_H - s_L}\right) - F\left[\frac{p_H + a_{H/L} \cdot (p_H - p_L)}{s_H + a_{H/L} \cdot (s_H - s_L)}\right] \quad (5.57)$$

désignent respectivement les fonctions de demandes primaire et secondaire de H .

Enfin, l'on définit la part de marché totale non couverte q_0 qui représente la somme de la part de marché primaire non couverte de l'équation (5.33), de ceux n'ayant pas fait de

substitution des équations (5.37) et (5.43) et des consommateurs n'ayant trouvé aucun des articles des relations (5.45) et (5.46) ; l'on obtient alors

$$q_0 = [F(w_L) - F(\underline{w})] + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot [F(\overline{w}) - F(w_{L/H})] + \quad (5.58)$$

$$(1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot [F(w_{H/L}) - F(w_L)] + (1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot [F(\overline{w}) - F(w_L)]$$

$$\begin{aligned} q_0 = & [F(w_L) - F(\underline{w})] + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot [F(\overline{w}) - F(w_{L/H})] \\ & + (1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot [F(\overline{w}) - F(w_L)] + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot [F(w_{H/L}) - F(w_L)] \end{aligned} \quad (5.59)$$

ou tout simplement

$$q_0 = \mu_0 + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \gamma_{L/H} + (1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot (1 - \mu_0) + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \gamma_{H/L} \quad (5.60)$$

où

$$\gamma_{L/H} = F(\overline{w}) - F(w_{L/H})$$

$$\gamma_{H/L} = F(w_{H/L}) - F(w_L)$$

désignent respectivement l'ensemble des consommateurs n'ayant pas accepté la substitution de L à H et la substitution inverse.

En considérant les équations (5.48), (5.53) et (5.58), l'on trouve bien que la somme de la demande des deux biens et de la part de marché totale non couverte donne bien 1 car :

$$q_0 + q_L + q_H = F(\overline{w}) - F(\underline{w}) = 1$$

Ces différentes parts de marché peuvent être représentées par la figure 5.11.

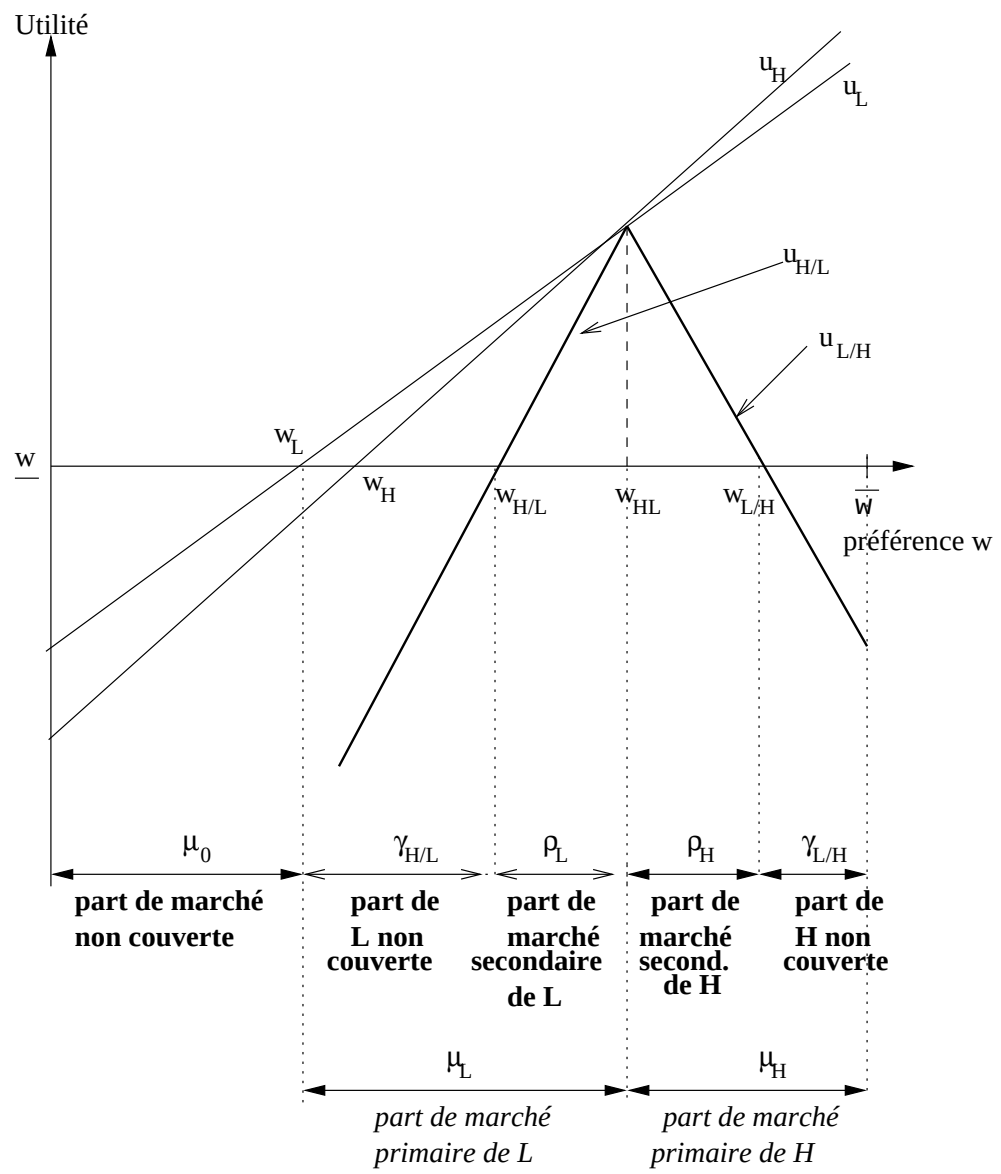


FIG. 5.11 – Représentation des demandes des articles

Illustration par la distribution de Weibull

A titre d'illustration numérique, considérons la distribution de Weibull qui décrit le mieux les intervalles de temps entre des arrivées (inter-arrivées). Alors sa fonction de densité peut s'écrire :

$$f(w) = a \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot w^a} \cdot w^{a-1} \mathbb{1}_{\mathbb{R}^{+*}}(w)$$

où $a > 0$ et $\lambda > 0$ sont les paramètres de la loi et $\mathbb{1}$ désigne le symbole de Kronecker.

Sa fonction de répartition F est égale à :

$$\begin{aligned} F(w) &= \int_0^w f(x) \cdot dx = - \left[e^{-\lambda \cdot x^a} \right]_0^w \\ F(w) &= 1 - e^{-\lambda \cdot w^a} \mathbb{1}_{\mathbb{R}^{+*}}(w) \end{aligned} \quad (5.61)$$

Si le paramètre λ positif est suffisamment élevé, alors

$$F(1) = 1 - e^{-\lambda}$$

tend vers 1.

Dans le cas particulier de $\underline{w} = 0$ et $\overline{w} = 1$, la fonction de répartition devient

$$F(w) = \begin{cases} 0 & \text{si } w < 0 \\ 1 - e^{-\lambda w^a} & \text{si } 0 \leq w \leq 1 \\ 1 & \text{si } w > 1 \end{cases} \quad (5.62)$$

Elle satisfait bien aux contraintes imposées au modèle (définies à la relation (5.2)) .

Les demandes q_L et q_H des deux articles ainsi que le marché potentiel inexploité q_0 deviennent respectivement :

$$q_L = \delta_L \cdot \left[e^{-\lambda \cdot (w_L)^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} \right] + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot \left[e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a} \right] \quad (5.63)$$

$$q_H = \delta_H \cdot e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \left[e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} \right] \quad (5.64)$$

$$\begin{aligned} q_0 &= \left[1 - e^{-\lambda \cdot (w_L)^a} \right] + (1 - \delta_H) \cdot \delta_L \cdot e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a} \\ &\quad + (1 - \delta_H) \cdot (1 - \delta_L) \cdot e^{-\lambda \cdot (w_L)^a} + (1 - \delta_L) \cdot \delta_H \cdot \left[e^{-\lambda \cdot (w_L)^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} \right] \end{aligned} \quad (5.65)$$

Les demandes des articles H et L en fonction des taux de disponibilité δ_L et δ_H sont représentées par les figures 5.12 et 5.13.

En outre, la demande primaire μ_L de la marque de bas de gamme L est supérieure à celle μ_H de l'article de qualité supérieure H si et seulement si :

$$e^{-\lambda \cdot (w_L)^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} \geq e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a}$$

$\Rightarrow$

$$-\lambda \cdot (w_L)^a \geq \ln 2 - \lambda \cdot (w_{HL})^a$$

c'est-à-dire

$$\lambda \geq \lambda^* \quad (5.66)$$

où

$$\lambda^* = \frac{\ln 2}{(w_{HL})^a - (w_L)^a} \quad (5.67)$$

D'autre part, la demande supplémentaire ρ_L induite par les actions de substitution de

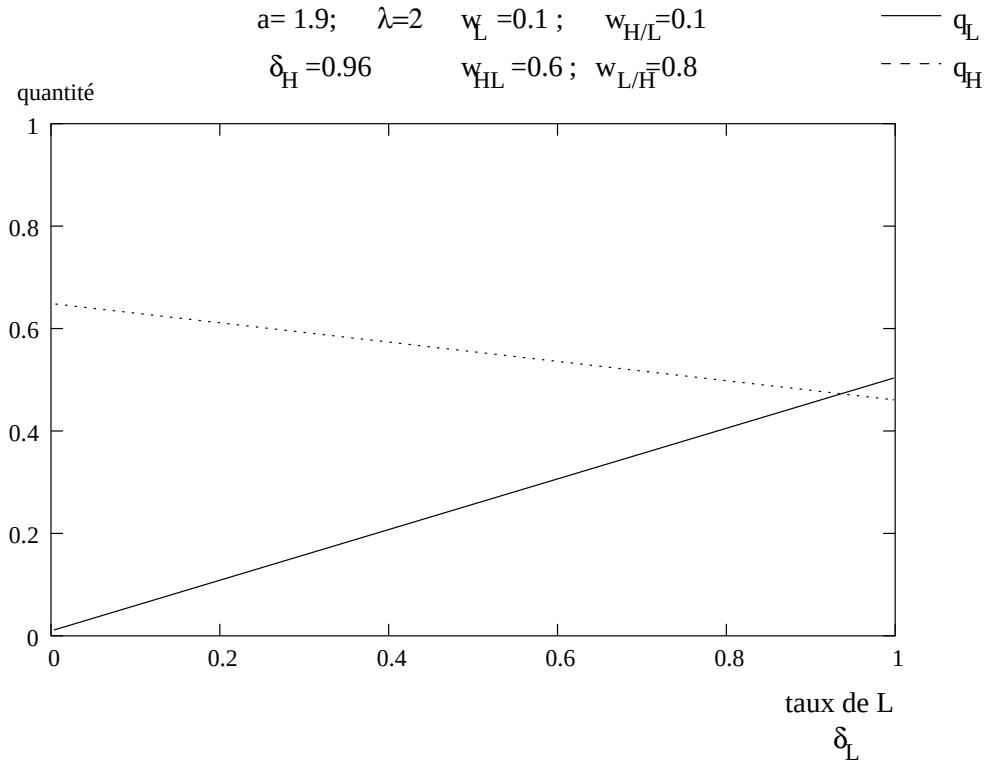


FIG. 5.12 – Les quantités en fonction du taux de l'article de basse gamme

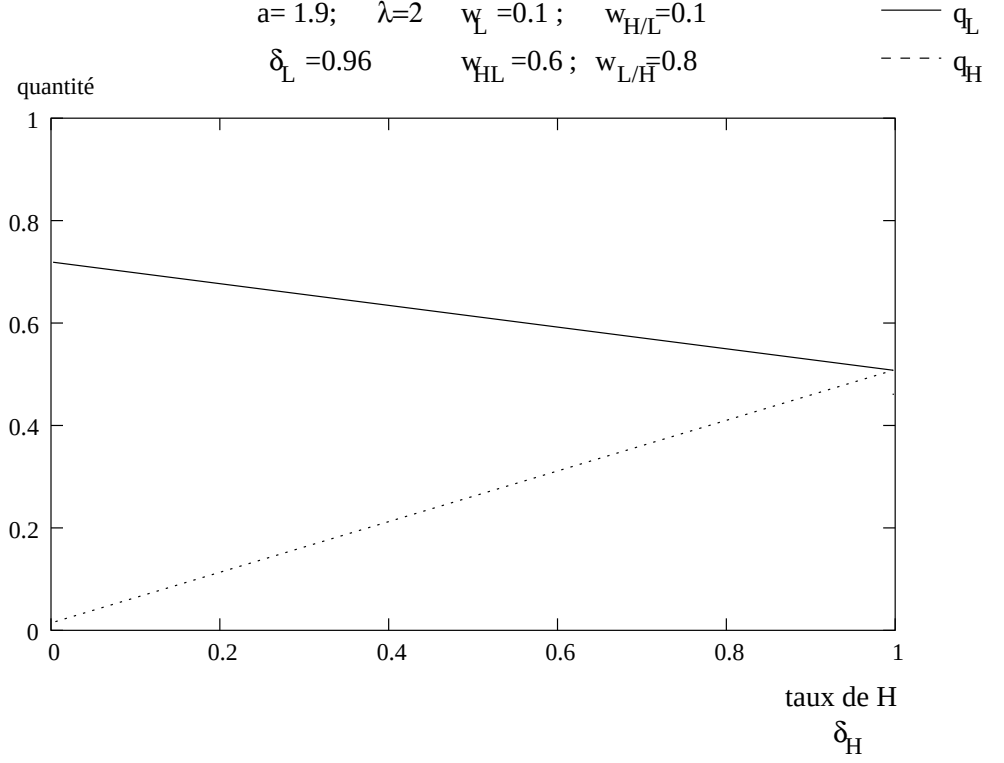


FIG. 5.13 – Les quantités en fonction du taux de l'article de qualité supérieure

L à H est supérieure à ρ_H si et seulement si :

$$e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a} \geq e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a} - e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a}$$

c'est-à-dire si

$$e^{-\lambda \cdot (w_{HL})^a} \geq \frac{e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a} + e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a}}{2}$$

$\Rightarrow$

$$\begin{aligned}
 (w_{HL})^a &\leq \frac{\ln 2 - \ln \left[e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a} + e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a} \right]}{\lambda} \\
 w_{HL} &\leq w_{HL}^*
 \end{aligned} \tag{5.68}$$

où l'on a posé

$$w_{HL}^* = \left[\frac{\ln 2 - \ln \left[e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a} + e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a} \right]}{\lambda} \right]^{\frac{1}{a}} \tag{5.69}$$

Le numérateur de w_{HL}^* est toujours positif car les quantités $e^{-\lambda \cdot (w_{H/L})^a}$ et $e^{-\lambda \cdot (w_{L/H})^a}$ sont tous deux inférieures à 1.

En résumé, on peut dire que :

- si $\lambda < \lambda^*$, alors la demande primaire de la marque de haut de gamme H est supérieure à celle du bien de qualité inférieure L ;
- si $\lambda > \lambda^*$, c'est la situation inverse qui est observée ;
- si $\lambda = \lambda^*$, les deux articles présentent des parts de marché primaire identiques.

D'autre part, si

- $w_{HL} < w_{HL}^*$, alors la part de marché secondaire ρ_L est supérieure à celle du bien H (ρ_H) ;
- $w_{HL} > w_{HL}^*$, la situation inverse est observée ;
- $w_{HL} = w_{HL}^*$, alors les parts primaires des deux articles sont égales.

Par ailleurs, l'on peut constater que les fonctions de demande des deux article L et H des relations (5.49) et (5.54) peuvent s'écrire sous la forme générale :

$$q_k = \delta_k [\mu_k + (1 - \delta_j) \rho_k], \quad j \neq k \quad j, k = L, H \quad (5.70)$$

où μ_k et ρ_k , ($k = L, H$) représentent les fonctions de demandes primaire et secondaire de l'article k définies précédemment.

Nous constatons que la demande d'un article k s'exprime tout simplement comme une combinaison linéaire des demandes primaire et secondaire de celui-ci, les coefficients étant les taux de service (ou leur produit) des deux articles. Chacune des composantes est fonction des prix, des qualités perçues de ceux-ci et/ou de leurs écarts. Alors, l'importance des taux de substitution d'un article à un autre représentés ici par la demande supplémentaire dépend fortement des caractéristiques des articles que sont les prix (ou leurs écarts) ainsi que leurs qualités perçues comme indiqué dans le chapitre précédent. Afin d'évaluer l'impact des variations de ces paramètres sur la demande des articles, procédons à une analyse de sensibilité.

5.3.3 Analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité permet de voir les variations des fonctions de demande suite à une variation des arguments. Elle permet à juste titre de voir de façon quantitative les

variations de la variable étudiée si les paramètres du modèle connaissaient des changements.

Variation de la demande par rapport aux taux de disponibilité

En différenciant la fonction de demande q_k ($k = L, H$) définie en (5.70) par rapport aux deux arguments δ_k et δ_j , l'on obtient :

$$\frac{\partial q_k}{\partial \delta_k} = \mu_k + (1 - \delta_j) \cdot \rho_k > 0, \quad j, k = L, H \quad j \neq k \quad (5.71)$$

$$\frac{\partial q_k}{\partial \delta_j} = -\delta_k \cdot \rho_k < 0 \quad (5.72)$$

D'autre part, en remarquant que

$$\frac{q_k}{\delta_k} = \mu_k + (1 - \delta_j) \cdot \rho_k, \quad j, k = L, H \quad j \neq k \quad (5.73)$$

alors la dérivée partielle de la relation (5.71) peut s'écrire encore :

$$\frac{\partial q_k}{\partial \delta_k} = \frac{q_k}{\delta_k}$$

ce qui traduit que l'élasticité directe demande-taux de disponibilité η_{q_k/δ_k} de l'article k est égale à l'unité, soit :

$$\eta_{q_k/\delta_k} = \frac{\partial q_k / q_k}{\partial \delta_k / \delta_k} = 1, \quad k = L, H \quad (5.74)$$

L'élasticité directe de 1 traduit que pour une diminution de 1% du taux de disponibilité d'un article, sa demande baisse également de 1%. Ce résultat est logique et non surprenant. En effet, un taux de service de 100% d'une marque k donnée permet de faire face à toute la demande qui lui est adressée (100% de sa demande). Par contre, si son taux de disponibilité baisse de 1% passant à 99%, alors il s'ensuit que seule 99% de sa demande sera satisfaite, laissant 1% des consommateurs non satisfaits. Autrement dit, la demande d'un article croît proportionnellement avec son taux de disponibilité.

Qu'en est-il de l'impact de la variation du taux de service du concurrent j sur la demande de l'autre (k) ? Naturellement, l'on doit s'attendre à ce que ces deux varient en sens inverse car moins l'article j est disponible, plus les transferts (substitutions) vers la marque alternative k (disponible) deviennent importants, entraînant un accroissement de

la demande de k . Analytiquement, nous trouvons bien que l'élasticité croisée demande-taux de disponibilité η_{q_k/δ_j} :

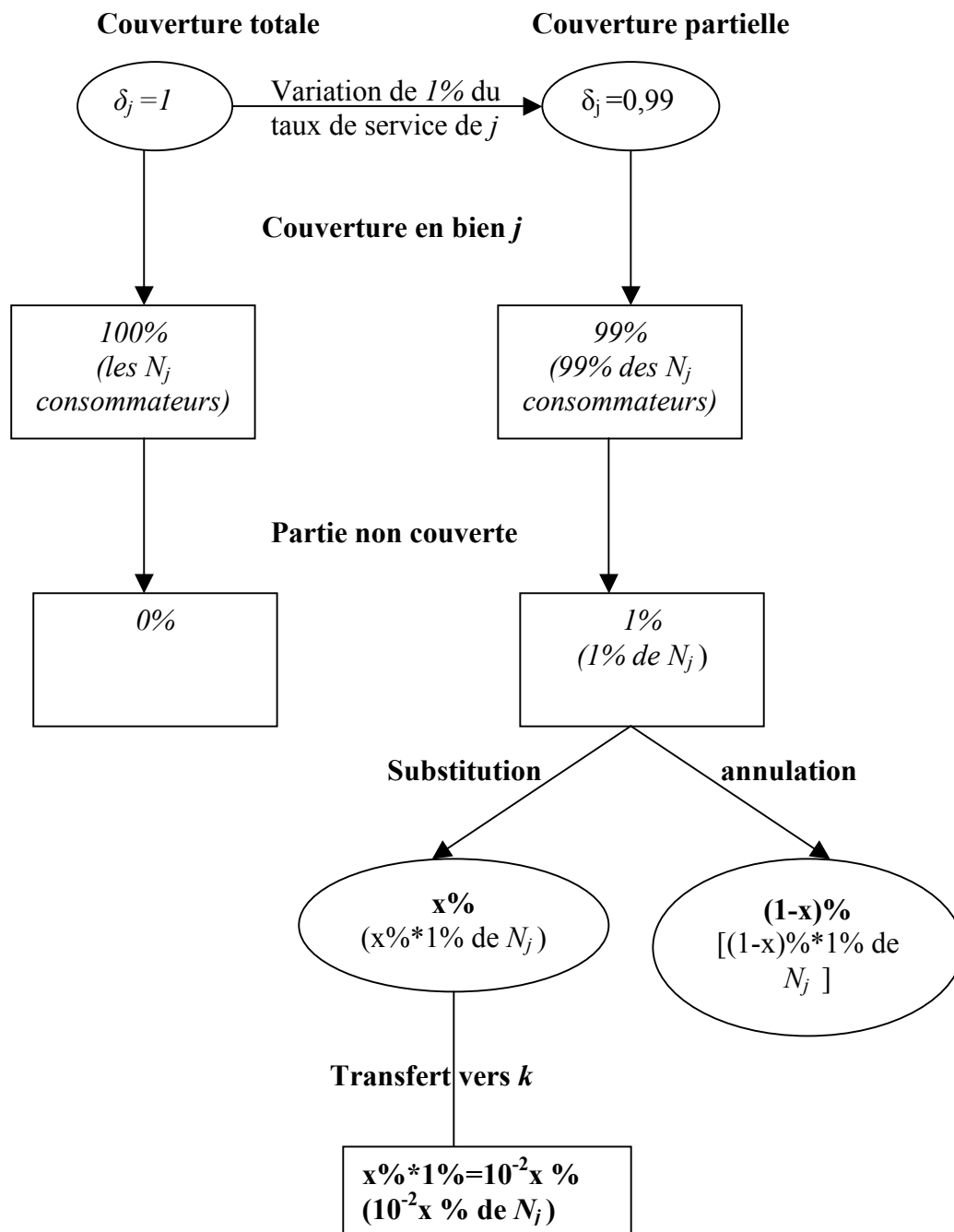
$$\eta_{q_k/\delta_j} = \frac{\partial q_k / q_k}{\partial \delta_j / \delta_j} = -\delta_j \cdot \delta_k \cdot \frac{\rho_k}{q_k}, \quad k \neq j = L, H \quad (5.75)$$

est négative et inférieure à 1 en valeur absolue car le rapport $\frac{\rho_k}{q_k}$ est inférieur à l'unité. En effet, pour un taux de disponibilité du concurrent j égal à 1, toute la demande qui lui est adressée est satisfaite (voir figure 5.14). Par contre, suite à une baisse de 1% du taux de service passant de 1 à 0.99, seulement 99% de cette demande reste satisfaite. Parmi les consommateurs (1%) n'ayant pas pu trouver l'article recherché j , une partie, soit $x\%$, choisira le concurrent k . En considérant l'ensemble des consommateurs ayant porté initialement leur choix sur l'article préféré j , soit les 100%, il y a $x\% * 1\% = (x * 10^{-2})\%$ de consommateurs qui auraient accepté la substitution. Autrement dit, le transfert de demande de j vers l'alternatif k , suite à une baisse de 1% du taux de service du premier article, est inférieur⁶ à 1%. La figure 5.14 illustre bien ce résultat.

Alors pour une baisse de 1% du taux de disponibilité d'un des articles, la demande du concurrent s'accroît moins que proportionnellement de $\left(\delta_j \cdot \delta_k \cdot \frac{\rho_k}{q_k}\right)\%$. D'autre part, L'on constate également que l'élasticité croisée (en valeur absolue) est une fonction croissante du rapport $\mathfrak{S}_k$ égal à :

$$\mathfrak{S}_k = \frac{\rho_k}{q_k} \quad (5.76)$$

⁶ x étant compris entre 0 et 100, alors $(x * 10^{-2})$ est compris entre 0 et 1.



NB : N_j = nombre total de consommateurs qui préfèrent l'article j
 $x\%$ = taux de substitution de l'article k à j
 les éléments entre parenthèses en dessous des proportions représentent les effectifs réels.

FIG. 5.14 – Illustration de l'impact de la variation du taux de disponibilité d'un article sur la demande du concurrent

qui désigne la part relative maximale de la demande secondaire par rapport à la demande totale de l'article⁷ k .

L'élasticité croisée (en valeur absolue) de la relation (5.75) peut s'écrire tout simplement de la manière suivante :

$$|\eta_{q_k/\delta_j}| = \delta_j \cdot \delta_k \cdot \mathfrak{S}_k \quad \forall \quad k \neq j = L, H \quad (5.78)$$

Connaissant la part relative maximale de la demande secondaire par rapport à la demande totale d'un article, le distributeur pourra aisément déterminer l'impact d'une variation du taux de disponibilité du concurrent sur la demande de l'autre. Cette part relative maximale est proportionnelle à la valeur de l'élasticité croisée.

⁷La part relative de la demande secondaire par rapport à la demande totale est égale à :

$$|\eta_{q_k/\delta_j}| = \delta_j \cdot \delta_k \cdot \mathfrak{S}_k, \quad k = L, H \quad (5.77)$$

Conclusion du chapitre 5

Cette étude des comportements des consommateurs en présence de rupture de stock nous a permis de modéliser la demande des articles dans le cas de deux biens différenciés par leurs niveaux de qualité-prix. Notre étude, en prenant en compte les ruptures de stock, présente une originalité par rapport aux modèles de part de marché existants fondés sur les modèles de différenciation verticale, ce qui permet d'enrichir cette littérature.

A la différence des études de Borin et al. (1994) et de Andersen and Amato (1974), celle-ci ne considère pas à priori, la connaissance de la demande totale et des taux de substitution mais estime à travers un programme de maximisation de l'utilité des consommateurs, de façon analytique chaque composante de cette demande en présence de rupture de stock. En outre, elle intègre dans l'analyse de leurs comportements, les frustrations subies par les consommateurs en terme de perte d'utilité, ce qui constitue la principale contribution de notre travail car à notre connaissance, aucune des études sus-citées ne prend en compte les coûts supportés par ceux-ci en cas de substitution dans la modélisation de la demande.

D'autre part, d'un point de vue managérial, cette étude pourrait constituer un outil d'aide à la décision pour le détaillant ou le distributeur, dans la mesure où elle lui propose un modèle théorique de part de marché. En effet, l'étude montre que le distributeur devrait tenir compte des taux de service des articles dans la modélisation de la demande ainsi que des frustrations induites par les éventuelles ruptures de stock. Ainsi la demande totale adressée à un article pourrait être décomposée en deux éléments disjoints dont la demande traditionnelle et la demande supplémentaire, chacune d'elle étant fonction des taux de service des articles. Chaque composante est alors déterminée par la connaissance de leurs taux de disponibilité qui déterminent la politique d'approvisionnement du distributeur.

Par ailleurs, cette étude montre que la disponibilité d'un article en magasin influence non seulement sa propre demande mais également celle de son concurrent. Alors que le taux de service d'un article a un impact positif sur sa demande, elle influence négativement par contre celle de son concurrent à cause des probables transferts. S'il y a deux effets opposés, alors comment le distributeur devrait-il choisir les taux de disponibilité pour optimiser ses profits ? tel est l'objet de la section suivante.

Chapitre 6

Stratégie de couverture des articles

Dans un environnement concurrentiel, la capacité à assurer une disponibilité élevée des articles aux utilisateurs conditionne les parts de marché. Certes le profit global de l'entreprise dépend d'une minimisation des frais de circulation, mais également d'un niveau de service jugé optimal (Pahé 1994). Alors le succès de la firme passe par une bonne qualité de réponse à la demande afin de répondre raisonnablement aux exigences ou besoins exprimés par la clientèle (Beaulieu et Péguy 1985). En effet, des linéaires trop souvent en rupture créent une image néfaste pour l'entreprise qui, à terme, poussera certains clients frustrés à infléchir leur choix ultérieurs par une fréquentation d'autres enseignes (Pahé 1994, Jalais et al. 1987).

Afin d'atténuer non seulement les frustrations subies par les consommateurs (suite aux ruptures) mais surtout d'éviter la perte de certains clients, la mise en place d'un suivi des performances en termes de service rendu s'impose. Afin d'être incité à veiller scrupuleusement à l'approvisionnement de ses rayons, supposons dans ce chapitre que le distributeur décide de mettre en oeuvre une stratégie d'indemnisation des consommateurs en cas de rupture de stock. En effet, les coûts financiers induits seront une incitation au distributeur à prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter les ruptures de stock à son niveau. Cependant, la question se pose du côté fournisseur.

Pour cela, dans le cadre de cette recherche, nous allons supposer que le distributeur décide d'assurer un service minimum aux consommateurs qui se traduit par une livraison optimale de la part du fournisseur. Pour pouvoir faire face aux exigences du distributeur, ce

dernier doit améliorer le niveau de qualité de son service¹ (constitution de stock de sécurité, amélioration des moyens logistiques par exemple), ce qui va engendrer inéluctablement des coûts supplémentaires qui seront facturés au détaillant. Autrement dit, en exigeant le service minimum, ce dernier accepte de supporter les coûts induits par le versement d'une prime par exemple ou une augmentation de ces coûts.

En considérant les hypothèses postulées, le souci d'amélioration de la qualité du niveau de service du distributeur aux consommateurs, exige en amont, une couverture auprès du fournisseur par le versement d'une prime d'assurance, et en aval, une politique d'indemnisation des consommateurs en cas de rupture de stock comme le présente la figure 6.1.

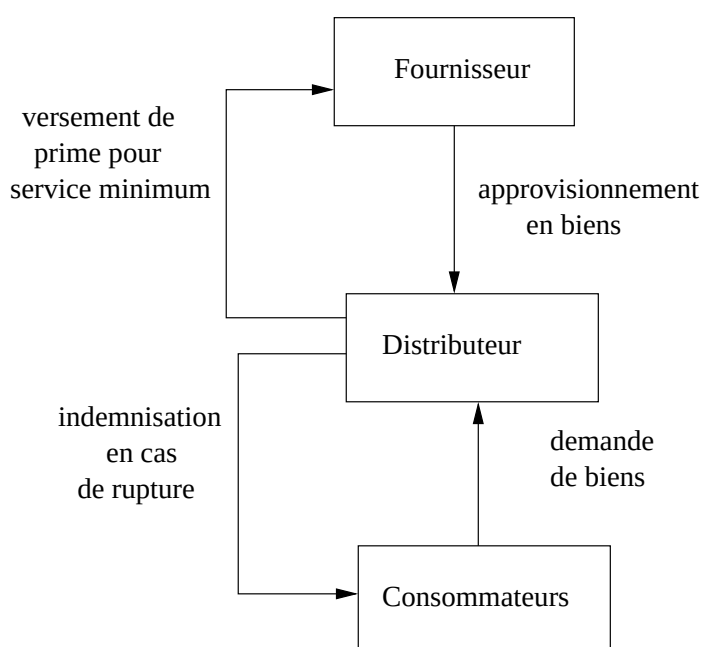


FIG. 6.1 – Schématisation du processus de compensation et de couverture

En considérant les coûts de gestion des stocks non négligeables, notre objectif dans ce chapitre vise non seulement à déterminer le taux de service minimum que doit négocier le distributeur auprès du fournisseur afin d'optimiser son profit mais également à définir le niveau d'indemnité versée aux consommateurs.

¹De façon synthétique, le niveau de service peut être mesuré par le ratio comparant les commandes livrées complètement, à temps et sans litige d'aucune sorte au nombre total de commandes.

Après avoir défini les différents coûts engendrés par l'activité du distributeur (section1), nous déterminerons ensuite le taux de service "optimal" de chaque article (section2).

6.1 Définition des coûts supportés par le distributeur

En se fondant sur nos hypothèses, l'activité du distributeur engendre trois types de coûts que sont :

- les coûts d'assurance notamment la prime versée pour la couverture des articles ;
- les coûts d'indemnisation des consommateurs en cas de rupture de stock ;
- et les coûts de gestion de stock.

6.1.1 Coût de l'assurance d'approvisionnement

Malgré les efforts enregistrés ces dernières années au niveau des producteurs ou fournisseurs français, les taux de service moyens tournent autour de 96% et ce, pour des raisons logistiques ou autres (Zermati 2003) . Alors que "les fournisseurs les plus fiables atteignent des taux de 98 ou 99%, les moins performants sont en dessous de 70%" (LSA 2000b, p.64). En effet, malgré la volonté des distributeurs de satisfaire leurs clients, des facteurs exogènes les y empêchent, de sorte qu'il soit pratiquement impossible d'assurer des taux de service complets (100%). Si nous supposons que la plupart des ruptures de stock sont imputables au fournisseur, alors le distributeur peut décider de limiter les risques de rupture de stock en acceptant de payer une prime d'assurance pour qu'en retour, le premier (fournisseur) lui garantisse un approvisionnement minimum c'est-à-dire un "*service optimal*". Cela suppose que :

- si le taux de service δ_k assuré par le fournisseur est en dessous du service minimum $\underline{\delta}_k$ (défini dans le contrat de vente), alors un "*sinistre*"² survient et ce dernier devra puiser dans son stock de sécurité pour atteindre le niveau de $\underline{\delta}_k$ (voir figure 6.2, zone de mauvais taux) ;
- dans le cas contraire, aucun sinistre n'est constaté.

²On parlera de sinistre lorsque le taux de disponibilité est en dessous du seuil fixé.

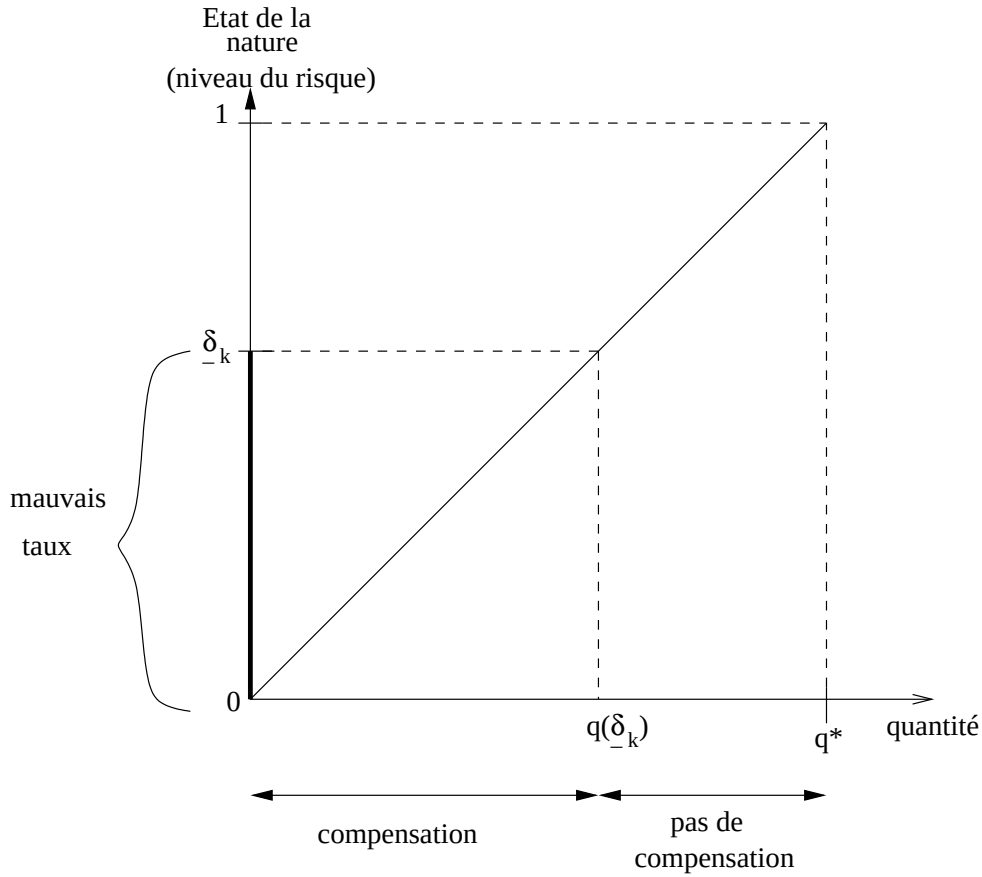


FIG. 6.2 – Schématisation du processus de compensation

Si la couverture est totale, le service minimum est de 100% et cela correspond à une quantité de q^* (voir figure 6.2).

Pour que le fournisseur soit en mesure d'améliorer le niveau de qualité de son service, des efforts supplémentaires sont nécessaires. Ceux-ci pourraient se traduire en terme d'augmentation des capacités de production ou de constitution de stock de sécurité ou de réserve (de produits finis ou de matières premières) ou d'adaptation technologique instantanée (Zermati, 2003). Si nous considérons le cas de la mise en place d'un stock de sécurité, alors la garantie d'un approvisionnement minimum induit des coûts supplémentaires qui seront facturés au distributeur, sous forme de paiement de *prime d'assurance*.

Ainsi celle-ci va correspondre à la valeur de ces coûts. Plus le taux garanti est élevé, plus le stock de sécurité constitué par le fournisseur devient important et par conséquent, plus les coûts induits s'accroissent. Alors, la prime Π_k est une fonction croissante du taux de service minimum $\underline{\delta}_k$.

En supposant qu'un accroissement supplémentaire du stock de sécurité ne nécessite pas une extension des locaux, alors une fonction linéaire peut être retenue. "Les primes d'assurance relatives à une éventualité de sinistre étant déterminées en fonction de la probabilité du sinistre, du montant de celui-ci et du taux de chargement³ " (Yafil, 2003, p.4), alors la fonction linéaire suivante peut être retenue :

$$\Pi_k = \pi_k \cdot \underline{\delta}_k, \forall k = L, H \quad (6.1)$$

où π_k , la prime marginale supposée connue, dépend du taux de chargement et du montant du sinistre avec

$$\pi_H > \pi_L$$

En effet, cette hypothèse se justifie par le fait que l'entretien de l'article de haut de gamme coûte plus cher que celui de son concurrent, et par conséquent, les coûts marginaux de stock restent relativement plus importants pour le premier.

En outre, nous allons considérer que le distributeur est neutre au risque, c'est-à-dire qu'il n'est intéressé que par ses gains moyens et non pas par leurs fluctuations (volatilité).

Enfin, pour éviter les problèmes d'aléa moral, nous allons supposer que le fournisseur a une parfaite connaissance de la fraction du niveau de demande qu'il a pu livrer au détaillant de sorte qu'aucune rupture ne soit provoquée par les variations de la demande.

6.1.2 Coût d'indemnisation des consommateurs

Supposons que le manager décide de mettre en place une politique de fidélisation de sa clientèle. Celle-ci consisterait à indemniser le client sous forme de compensation financière. Cette prime allouée peut prendre la forme d'un bon de réduction par exemple. Cette stratégie a été adoptée par des firmes américaines dans les années 90, dans un environnement fortement concurrentiel. En effet, en réaction à la stratégie de *paying customers to switch* adoptée par certaines firmes aux Etats-Unis pour attirer la clientèle des concurrents, ces derniers ont développé également une (contre) stratégie appelée *paying customers to stay*

³Le taux de chargement représente les coûts de gestion et les autres frais (personnel, locaux, etc..).

afin de maintenir leur part de marché (Talor 1998, Chen 1997, Bester and Petrakis 1996, Rossi and Allenby 1993, Blattberg and Neslin 1990, Alsop 1985). Elle consistait en effet à allouer à leur clientèle, une prime sous forme de réductions commerciales (bons, remises, etc..) afin d'éviter que celle-ci ne soit capturée par les concurrents.

Compte tenu des conséquences que peuvent avoir les ruptures de stock sur les consommateurs, le distributeur peut mettre en place une stratégie identique pour empêcher ses clients de changer d'enseigne. Cette indemnisation permettrait de compenser les frustrations subies par les consommateurs suite aux ruptures de stock. Mais quels montants de prime alloués et comment y procéder ?

Définition de la fonction d'indemnisation

Deux stratégies d'indemnisation sont envisageables par le détaillant :

- *la première* consisterait à indemniser les consommateurs ayant connu la rupture de stock. Il s'agit alors de distribuer les bons de réduction uniquement aux consommateurs ayant substitué et à ceux ayant différé leur achat. Pour ce schéma, deux types de bons de montants différents pourraient être proposés. L'objectif étant de faire revenir les clients "frustrés" dans le magasin, il serait souhaitable que la prime allouée aux consommateurs ayant substitué soit plus élevée que celle des autres. Certes, cette politique "discriminante" peut paraître celle qui permet de cibler le mieux les consommateurs concernés cependant, elle présente l'inconvénient d'entraîner des fraudes de la part de certains consommateurs (non primés) si les montants alloués devenaient relativement importants. En effet, ces derniers pourraient, par exemple, déclarer (à tort) avoir fait de la substitution sauf dans le cas où le détaillant disposait d'une base de données sur les achats des consommateurs ;
- afin d'éviter ces probables "fraudes", *la seconde* consisterait à étendre l'indemnisation à tous les consommateurs en fixant un montant de prime unique. Alors le jour où surviendrait une rupture de stock, des bons de réduction pourraient être distribués à tous les acheteurs potentiels. Autrement dit, tous les consommateurs ayant une préférence pour la qualité comprise entre w_L et $\bar{w}$ pourraient en bénéficier. Ceux-ci

seront, de préférence, à faire valoir sur le prochain achat dans le magasin afin d'inciter les clients à y retourner.

Par souci de simplification, considérons la seconde option. Alors la valeur de ces bons peut dépendre du risque de rupture $(1 - \delta)$ et de l'incertitude (δ) quant à la question de savoir (ex-ante) si l'article sera disponible ou pas (interprétation de δ , en terme de probabilité de présence de l'article). Celle-ci (l'incertitude) se reflète dans la volatilité δ . $(1 - \delta)$ dont le maximum est atteint pour un taux de service δ égal à $1/2$. Plus le risque de rupture de stock reste élevé, plus importants sont les coûts d'indemnisation. Autrement dit, le coût d'indemnisation décroît avec le taux de disponibilité des articles.

Si nous désignons par I , le niveau d'indemnité accordée à un consommateur, alors la fonction peut se formaliser dans ce cas par :

$$I(\delta_k) = b_1 \cdot (1 - \delta_k) + b_2 \cdot \delta_k \cdot (1 - \delta_k), \quad \forall k = L, H \quad (6.2)$$

ou encore :

$$I(\delta_k) = b_1 + (b_2 - b_1) \cdot \delta_k - b_2 \cdot \delta_k^2, \quad \forall k = L, H \quad (6.3)$$

où les coefficients b_1 et b_2 sont tous positifs.

En considérant l'ensemble des consommateurs ayant bénéficié des bons de réduction dont le montant est défini à la relation (6.3), le coût total supporté par le détaillant s'estime à :

$$I_k = (\bar{w} - w_L) \cdot I = (\bar{w} - w_L) \cdot [b_1 + (b_2 - b_1) \cdot \delta_k - b_2 \cdot \delta_k^2] \quad \forall k = L, H \quad (6.4)$$

Analyse de la fonction d'indemnisation

En dérivant la fonction d'indemnisation I de l'équation (6.3) par rapport à δ_k , on obtient :

$$I'(\delta_k) = \frac{dI}{d\delta_k} = (b_2 - b_1) - 2 \cdot b_2 \cdot \delta_k \quad (6.5)$$

- Pour δ_k tendant vers 0 ($\delta_k \cong 0$), la dérivée I' est égale à :

$$I'(\delta_k) = (b_2 - b_1) - \varepsilon_1 \quad (6.6)$$

où ε_1 est un réel positif proche de 0. Puisque la fonction d'indemnisation est décroissante du taux de service δ_k ($I' < 0$), alors il convient de poser que :

$$b_1 > b_2 \quad (6.7)$$

- Pour $\delta_k = \frac{1}{2}$, I' est égale à :

$$I'\left(\frac{1}{2}\right) = -b_1 \quad (6.8)$$

- Pour $\delta_k \cong 1$, on a :

$$I'(\delta_k) = -(b_2 + b_1) - \varepsilon_2 \quad (6.9)$$

où ε_2 est un réel positif proche de 0.

Par ailleurs, on constate que le coût d'indemnisation croît avec le paramètre b_2 ($\frac{\partial I}{\partial b_2} = \delta_k \cdot (1 - \delta_k)$) et décroît avec b_1 ($\frac{\partial I}{\partial b_1} = -\delta_k$), pour un niveau de taux de disponibilité δ_k donné. La figure 6.3 donne l'évolution des indemnités en fonction du taux de service pour différents niveaux de b_2 avec b_1 égale à 0,4.

En cas de couverture totale, il n'y a pas de compensation financière à verser et par conséquent, la valeur de I est nulle ($I(1) = 0$). Pour un taux de 96%, les montants du bon sont de 0,028; 0,024 et 0,02 pour des niveaux respectifs de b_2 égaux à 0,3; 0,2 et 0,1. Cet exemple montre que plusieurs choix des paramètres d'indemnisation b_1 et b_2 sont possibles pour un niveau de taux δ_k fixé.

Outre les frais d'indemnisation des consommateurs, les stocks engendrent également des coûts.

6.1.3 Les coûts de gestion de stock

La disponibilité des articles engendre également des coûts pour le distributeur sous deux formes (Zermati 2003) :

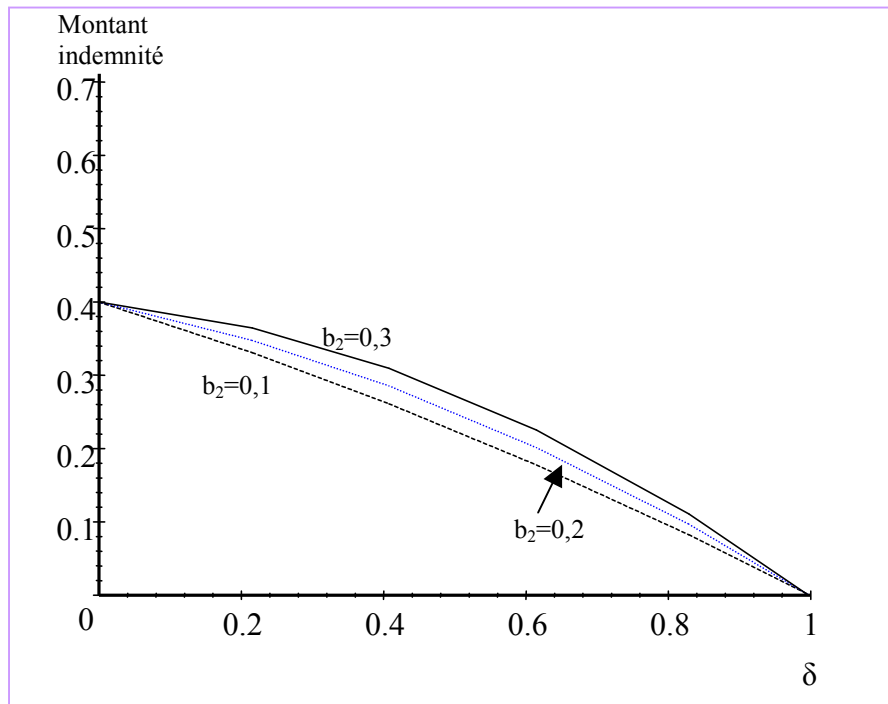


FIG. 6.3 – Montant de l'indemnité suivant le taux de disponibilité pour différents niveaux du paramètre b_2

1. **les frais de passation de commande ou d'acquisition** qui représentent les frais engagés pour passer des commandes auprès d'un fournisseur ; ces coûts peuvent englober les frais liés aux négociations avec les fournisseurs, ceux liés à la commande elle-même ainsi que des frais d'informatique, de téléphone, etc... ;
2. **les frais de possession du stock ou coûts de détention** qui sont constitués de la valeur du coût du capital investi dans l'achat des stocks et des frais de magasinage (coûts du fonctionnement des magasins, amortissement des locaux, salaires des personnels employés dans les opérations de magasinage, etc.....) ;

En dehors de ces deux coûts, il existe également des coûts d'expédition ou de distribution comprenant les emballages, les coûts de transport, etc.....

Par ailleurs, les coûts de détention de stock supportés par le distributeur dépendent non seulement du volume du stock (q_k , $k = L, H$) à gérer mais également de leur durée de détention⁴ δ_k . Plus elle est élevée, plus les coûts de gestion s'accroissent car le stock à gérer

⁴Le taux de service peut être également interprété comme la durée de détention sur une période de temps correspond à l'unité.

devient important. Alors les fonctions de coûts croissent suivant les deux arguments. Dans la pratique, ceux-ci (les coûts) représentent 20% à 35% de la valeur moyenne des stocks (Zermati 2003, p.20) suivant les entreprises.

S'agissant de la forme des fonctions de coûts de détention, la plupart des études sur la gestion des stocks (Zermati 2003, Beaulieu et Péguy 1985, etc....) postulent des fonctions de coûts linéaires au stock de roulement⁵ ainsi qu'au taux de service. Cependant, elles indiquent que les coûts totaux de gestion de stock sont une fonction quadratique du taux de service, ce qui paraît plus réaliste. Considérons dans notre modèle les fonctions de coût C_k multiplicatives suivantes :

$$C_H = \beta_H \cdot \delta_H \cdot q_H(\delta_L, \delta_H) \quad (6.10)$$

$$C_L = \beta_L \cdot \delta_L \cdot q_L(\delta_L, \delta_H) \quad (6.11)$$

où les coefficients β_i ($i = L, H$) sont tous positifs et q_k égale à :

$$q_k(\delta_k, \delta_j) = \delta_k \cdot [\mu_k + (1 - \delta_j) \cdot \rho_k], \quad j \neq k \quad j, k = L, H$$

est les fonctions de demande définies au chapitre précédent. Alors la fonction de coût de détention des articles H et L deviennent respectivement :

$$C_H(\delta_H) = \beta_H \cdot \delta_H^2 \cdot [\mu_H + (1 - \delta_L) \cdot \rho_H] \quad (6.12)$$

$$C_L(\delta_L) = \beta_L \cdot \delta_L^2 \cdot [\mu_L + (1 - \delta_H) \cdot \rho_L] \quad (6.13)$$

En effet, la quantité et le taux de service étant liés, alors une fonction multiplicative paraît plus réaliste qu'une additive qui suppose l'indépendance des deux variables.

Les coûts marginaux de détention des articles H et L sont respectivement de :

$$\frac{\partial C_H}{\partial \delta_H} = 2 \cdot \beta_H \cdot \delta_H \cdot [\mu_H + (1 - \delta_L) \cdot \rho_H] = 2 \cdot \beta_H \cdot q_H(\delta_L, \delta_H) \quad (6.14)$$

$$\frac{\partial C_L}{\partial \delta_L} = 2 \cdot \beta_L \cdot \delta_L \cdot [\mu_L + (1 - \delta_H) \cdot \rho_L] = 2 \cdot \beta_L \cdot q_L(\delta_L, \delta_H) \quad (6.15)$$

⁵Le stock de roulement désigne la valeur du stock des articles qui circulent entre le flux amont et le flux aval ; dans notre cas, il est supposé égal à la quantité commandée puisque nous nous intéressons qu'à une seule période.

Ils sont positifs car une unité additionnelle de temps induit des coûts supplémentaires de gestion de stock que doit supporter le distributeur.

Les coûts marginaux sont croissants de leur propre taux δ_k mais décroissants de celui de leur concurrent δ_j et atteignent leur maximums c_k pour le couple de taux $(\delta_k, \delta_j) = (1, 0)$ où

$$c_H = 2 \cdot \beta_H \cdot (\mu_H + \rho_H) = 2 \cdot \beta_H \cdot \mu_H + 2 \cdot \beta_H \cdot \rho_H \quad (6.16)$$

$$c_L = 2 \cdot \beta_L \cdot (\mu_L + \rho_L) = 2 \cdot \beta_L \cdot \mu_L + 2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L \quad (6.17)$$

En prenant $\beta_H = 0,18$, $\mu_H = 0,44$ et $\rho_H = 0,085$, la figure 6.4 donne une illustration de l'évolution des coûts de gestion de stock en fonction du taux de service δ_H pour deux niveaux de service de δ_L égaux à 0,5 et 0,99.

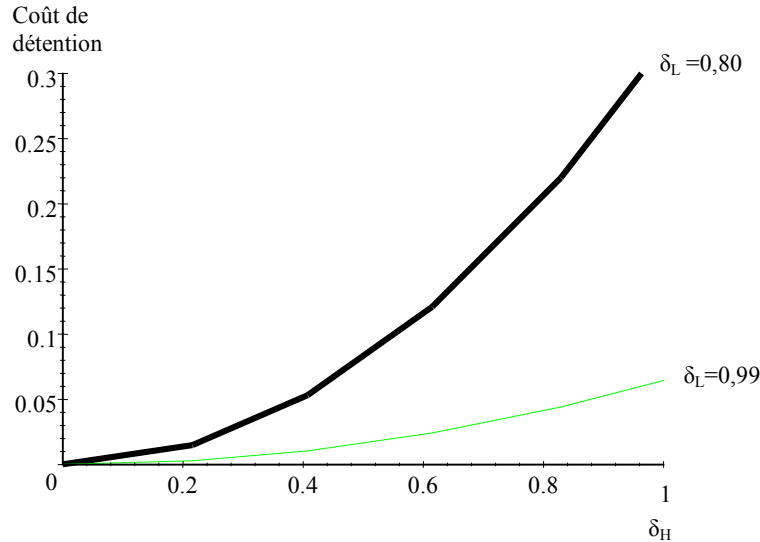


FIG. 6.4 – Evolution des coûts de gestion de stock en fonction du taux de disponibilité

Les coûts étant connus, le profit du distributeur peut être calculé afin de déterminer le taux de service optimal.

6.2 Optimisation du profit

Les taux de service minimums sont déterminés par le programme d'optimisation du profit du distributeur.

6.2.1 Profit du distributeur

En supposant que le détaillant prend en compte les bons émis pendant la période des ruptures comme des charges à comptabiliser d'avance, nous pouvons ainsi déterminer son profit brut R^k réalisé sur l'article k pendant la période considérée :

$$R^k = [m_k \cdot q_k - (\Pi_k + I_k + C_k)], \quad k = L, H \quad (6.18)$$

où m_k représente le taux de marge brut sur l'article k ($k = L, H$).

Si les autres frais (charges de personnel, loyers, consommation d'énergie, etc..) F supportés par le détaillant sont supposés fixes, alors le profit net R sur les deux articles est la somme des deux profits, déduction faite des charges fixes. On a alors :

$$R = R^H + R^L - F \quad (6.19)$$

ce qui donne :

$$R = [m_H \cdot q_H - (\Pi_H + I_H + C_H)] + [m_L \cdot q_L - (\Pi_L + I_L + C_L)] - F$$

En remplaçant chaque composante par son expression, le profit net devient :

$$\begin{aligned} R(\underline{\delta}_H, \underline{\delta}_L) = & m_H \cdot \underline{\delta}_H \cdot [\mu_H + (1 - \underline{\delta}_L) \cdot \rho_H] - [b_1 + (b_2 - b_1) \cdot \underline{\delta}_H - b_2 \cdot \underline{\delta}_H^2] \\ & - \pi_H \cdot \underline{\delta}_H - \beta_H \cdot \underline{\delta}_H^2 \cdot [\mu_H + (1 - \underline{\delta}_L) \cdot \rho_H] \\ & + m_L \cdot \underline{\delta}_L \cdot [\mu_L + (1 - \underline{\delta}_H) \cdot \rho_L] - [b_1 + (b_2 - b_1) \cdot \underline{\delta}_L - b_2 \cdot \underline{\delta}_L^2] \\ & - \pi_L \cdot \underline{\delta}_L - \beta_L \cdot \underline{\delta}_L^2 \cdot [\mu_L + (1 - \underline{\delta}_H) \cdot \rho_L] - F \end{aligned} \quad (6.20)$$

En maximisant ce profit, on obtient les taux de disponibilité optimaux.

6.2.2 Taux de service optimaux

Le distributeur maximise son profit par rapport aux deux arguments $\underline{\delta}_H$ et $\underline{\delta}_L$.

$$\begin{aligned} \max \quad & R \\ \quad & \underline{\delta}_L, \underline{\delta}_H \end{aligned} \quad (6.21)$$

En différenciant la fonction de profit de la relation (6.20) par rapport au taux de disponibilité minimal $\underline{\delta}_L$, nous obtenons :

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial \underline{\delta}_L} = & -m_H \cdot \underline{\delta}_H \cdot \rho_H + m_L \cdot [\mu_L \cdot (1 - \underline{\delta}_H) \cdot \rho_L] - \pi_L \\ & - (\bar{w} - w_L) \cdot [(b_2 - b_1) - 2 \cdot b_2 \cdot \delta_L] - 2 \cdot \beta_L \cdot \underline{\delta}_L \cdot [\mu_L + (1 - \underline{\delta}_H) \cdot \rho_L] \end{aligned} \quad (6.22)$$

Cette expression peut s'écrire encore :

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial \underline{\delta}_L} = & -(m_H \cdot \rho_H + m_L \cdot \rho_L) \cdot \underline{\delta}_H + 2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L \cdot \underline{\delta}_L \cdot \underline{\delta}_H + m_L \cdot (\mu_L + \rho_L) - \pi_L \\ & + 2 \cdot [(\bar{w} - w_L) \cdot b_2 - \beta_L \cdot (\mu_L + \rho_L)] \cdot \underline{\delta}_L + (\bar{w} - w_L) \cdot (b_1 - b_2) \end{aligned}$$

En remarquant que les quantités suivantes

$$R_\rho = m_H \cdot \rho_H + m_L \cdot \rho_L \quad (6.23)$$

$$R_L = m_L \cdot (\mu_L + \rho_L) \quad (6.24)$$

représentent respectivement les maximums du bénéfice marginal supplémentaire et du bénéfice marginal réalisé sur l'article de bas de gamme L , alors le profit net s'écrit tout simplement :

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial \underline{\delta}_L} = & -R_\rho \cdot \underline{\delta}_H + 2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L \cdot \underline{\delta}_H \cdot \underline{\delta}_L + R_L + (\bar{w} - w_L) \cdot (b_1 - b_2) \\ & - \pi_L + [2 \cdot (\bar{w} - w_L) \cdot b_2 - c_L] \cdot \underline{\delta}_L \end{aligned} \quad (6.25)$$

où c_L représente le coût marginal maximal de gestion de stock de L de la relation (6.17).

De manière analogue, la dérivée partielle du profit par rapport à $\underline{\delta}_H$ donne :

$$\begin{aligned} \frac{\partial R}{\partial \underline{\delta}_H} = & -R_\rho \cdot \underline{\delta}_L + 2 \cdot \beta_H \cdot \rho_H \cdot \underline{\delta}_L \cdot \underline{\delta}_H + R_H + (\bar{w} - w_L) \cdot (b_1 - b_2) \\ & - \pi_H + [2 \cdot (\bar{w} - w_L) \cdot b_2 - c_H] \cdot \underline{\delta}_H \end{aligned} \quad (6.26)$$

En considérant les relations (6.25) et (6.26), les conditions de premier ordre donnent le système d'équations suivant :

$$\begin{cases} -A_L \cdot \underline{\delta}_L + R_\rho \cdot \underline{\delta}_H - 2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L \cdot \underline{\delta}_H \cdot \underline{\delta}_L = B_L \\ R_\rho \cdot \underline{\delta}_L - A_H \cdot \underline{\delta}_H - 2 \cdot \beta_H \cdot \rho_H \cdot \underline{\delta}_H \cdot \underline{\delta}_L = B_H \end{cases} \quad (6.27)$$

où

$$B_L = R_L - \pi_L + (\bar{w} - w_L) \cdot (b_1 - b_2) \quad (6.28)$$

$$B_H = R_H - \pi_H + (\bar{w} - w_L) \cdot (b_1 - b_2) \quad (6.29)$$

$$A_L = 2 \cdot (\bar{w} - w_L) \cdot b_2 - c_L \quad (6.30)$$

$$A_H = 2 \cdot (\bar{w} - w_L) \cdot b_2 - c_H \quad (6.31)$$

sont des constantes.

En outre, les conditions de second ordre donnent :

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 R_D}{\partial^2 \underline{\delta}_L} &= 2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L \cdot \underline{\delta}_H + A_L < 0 \\ \frac{\partial^2 R_D}{\partial^2 \underline{\delta}_H} &= 2 \cdot \beta_H \cdot \rho_H \cdot \underline{\delta}_L + A_H < 0 \end{aligned}$$

ou encore :

$$\underline{\delta}_H < -\frac{A_L}{2 \cdot \beta_L \cdot \rho_L} \quad (6.32)$$

$$\underline{\delta}_L < -\frac{A_H}{2 \cdot \beta_H \cdot \rho_H} \quad (6.33)$$

On en déduit de ces deux relations que les constantes A_L et A_H sont strictement négatives. Cela traduit que le paramètre d'indemnisation b_2 des consommateurs devrait être choisi en dessous des seuils b_2^* et b_2^{**} égaux à:

$$b_2 < b_2^* = \frac{c_L}{2 \cdot (1 - w_L)} \quad (6.34)$$

$$b_2 < b_2^{**} = \frac{c_H}{2 \cdot (1 - w_L)} \quad (6.35)$$

Analytiquement, la présence de termes croisés rend difficile la résolution du système (6.27). Par contre, en multipliant la première équation par $\beta_H \cdot \rho_H$ et la seconde par $-\beta_L \cdot \rho_L$ puis en faisant la somme des deux équations, le système se réduit à l'équation linéaire suivante :

$$\begin{aligned} (R_\rho \cdot \beta_H \cdot \rho_H + A_H \cdot \beta_L \cdot \rho_L) \cdot \tilde{\underline{\delta}}_H &= (\beta_H \cdot \rho_H \cdot B_L - \beta_L \cdot \rho_L \cdot B_H) \\ &+ (A_L \cdot \beta_H \cdot \rho_H + R_\rho \cdot \beta_L \cdot \rho_L) \cdot \tilde{\underline{\delta}}_L \end{aligned} \quad (6.36)$$

Alors à l'équilibre, les deux taux de disponibilité sont liés par une équation linéaire. On constate par ailleurs qu'en cas de nullité des demandes supplémentaires ρ_H et ρ_L , la pente $R_\rho \cdot \beta_H \cdot \rho_H + A_H \cdot \beta_L \cdot \rho_L$ devient nulle. Il s'agit du cas où les deux articles sont toujours disponibles (pas de rupture de stock). Les solutions du système diffèrent selon qu'il s'agisse d'une couverture totale des deux articles ($\tilde{\delta}_H = \tilde{\delta}_L = 1$) ou partielle (au moins un des taux différent de l'unité). Nous allons distinguer les deux cas.

Couverture totale des deux articles

En cas de couverture totale, les taux de disponibilité des deux articles sont complets ($\tilde{\delta}_H = \tilde{\delta}_L = 1$). Alors les demandes supplémentaires sont toutes nulles ($\rho_H = \rho_L = 0$), traduisant la nullité de chacun des membres de l'équation de droite (6.36).

Puisque dans ce cas, la demande estimée $\tilde{q}_k$ de chaque article se réduit à la demande primaire μ_k :

$$\tilde{q}_k = \mu_k \cdot \tilde{\delta}_k = \mu_k \quad \forall \quad k = L, H$$

alors tous les consommateurs sont satisfaits; par conséquent, la fonction d'indemnisation I devient nulle. Autrement dit, les seuls coûts supportés par le distributeur sont les coûts de gestion de stock (C_k , $k = L, H$) et de couverture d'approvisionnement (Π_k , $k = L, H$). La première équation du système (6.27) se réduit dans ce cas aux égalités suivantes :

$$\begin{cases} c_L = R_L - \pi_L \\ c_H = R_H - \pi_H \end{cases} \quad (6.37)$$

où les maximums du coût marginal c_k et du revenu marginal R_k de l'article k se réduisent à :

$$\begin{aligned} c_k &= 2 \cdot \beta_k \cdot \mu_k \\ R_k &= m_k \cdot \mu_k \end{aligned}, \quad \forall \quad k = L, H \quad (6.38)$$

D'après la relation (6.37), le coût marginal de chaque article couvre exactement le bénéfice marginal $m_k \cdot \mu_k$:

$$m_k \cdot \mu_k = \pi_k + 2 \cdot \beta_k \cdot \mu_k, \quad k = L, H$$

Ce résultat traduit que les taux de marge des deux articles H et L doivent être fixés à leurs coûts marginaux (moyens) respectifs :

$$\begin{aligned} m_H &= \frac{\pi_H + 2 \cdot \beta_H \cdot \mu_H}{\mu_H} \\ m_L &= \frac{\pi_L + 2 \cdot \beta_L \cdot \mu_L}{\mu_L} \end{aligned} \quad (6.39)$$

Alors plus les coûts de gestion de stock sont importants, plus les taux de marge du détaillant sont fixés à des niveaux de plus en plus élevés, entraînant un accroissement du profit net R qui devient alors :

$$\begin{aligned} R &= (m_H \cdot \mu_H - \pi_H - \beta_H \cdot \mu_H) + (m_L \cdot \mu_L - \pi_L - \beta_L \cdot \mu_L) - F \\ R &= \beta_L \cdot \mu_L + \beta_H \cdot \mu_H - F \end{aligned} \quad (6.40)$$

A l'équilibre, le profit du distributeur dépend uniquement des paramètres β_k des coûts de détention de stock et des coûts fixes. Plus β_k croît, plus les taux de marges sont fixés à des niveaux plus élevés, rendant le profit net plus important.

Examinons le cas d'une couverture partielle.

Politique de couverture partielle

En cas de couverture partielle, le taux optimal de l'article de haut de gamme peut s'écrire (de l'équation (6.36)) :

$$\tilde{\underline{\delta}}_H = U + V \cdot \tilde{\underline{\delta}}_L \quad (6.41)$$

où U et V sont égales à :

$$U = \frac{\beta_H \cdot \rho_H \cdot B_L - \beta_L \cdot \rho_L \cdot B_H}{\beta_H \cdot \rho_H \cdot R_\rho + \beta_L \cdot \rho_L \cdot A_H} \quad (6.42)$$

$$V = \frac{\beta_H \cdot \rho_H \cdot A_L + R_\rho \cdot \beta_L \cdot \rho_L}{\beta_H \cdot \rho_H \cdot R_\rho + \beta_L \cdot \rho_L \cdot A_H} \quad (6.43)$$

avec $\beta_H \cdot \rho_H \cdot R_\rho + \beta_L \cdot \rho_L \cdot A_H \neq 0$. Les quantités U et V dépendent des coefficients b_1 et b_2 .

En remplaçant la valeur de $\tilde{\underline{\delta}}_H$ de la relation (6.41) dans la première équation du système (6.27), on obtient l'équation de second degré en $\tilde{\underline{\delta}}_L$ suivante :

$$-2\beta_L \cdot \rho_L V \cdot \tilde{\underline{\delta}}_L^2 + (R_\rho V - 2U \rho_L \beta_L - A_L) \cdot \tilde{\underline{\delta}}_L = B_L - R_\rho U \quad (6.44)$$

dont les racines sont :

$$\tilde{\delta}_L^+ = \frac{R_\rho V - 2U\rho_L\beta_L - A_L + \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\cdot\rho_L\cdot V} \quad (6.45)$$

$$\tilde{\delta}_L^- = \frac{R_\rho V - 2U\rho_L\beta_L - A_L - \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\cdot\rho_L\cdot V} \quad (6.46)$$

où le discriminant Δ est égal à :

$$\begin{aligned} \Delta = & 4\rho_L^2\beta_L^2U^2 + 4U\rho_L\beta_L(A_L + R_\rho V) \\ & + 4A_L^2 - 2A_LR_\rho V + R_\rho^2V^2 - 8\beta_L\rho_LVB_L \end{aligned} \quad (6.47)$$

est supposé positif. Suivant la solution retenue, les disponibilités optimales du concurrent sont :

$$\tilde{\delta}_H^+ = U + V\tilde{\delta}_L^+ = \frac{2\beta_L\cdot\rho_LU + R_\rho V - A_L + \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\cdot\rho_L} \quad (6.48)$$

$$\tilde{\delta}_H^- = U + V\tilde{\delta}_L^- = \frac{2\beta_L\cdot\rho_LU + R_\rho V - A_L - \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\cdot\rho_L} \quad (6.49)$$

Le taux de disponibilité de chaque article dépend des quantités U et V , qui sont fonction des deux paramètres d'indemnisation b_1 et b_2 . Alors à l'optimum, les niveaux de qualité de service sont parfaitement déterminés par la connaissance des coefficients b_1 et b_2 .

Leurs expressions (des taux de service optimaux) étant difficilement exploitables, alors nous allons procéder à une illustration numérique afin de faire une analyse de sensibilité.

6.2.3 Analyse de sensibilité et simulations

Il s'agit dans cette section d'analyser l'effet d'une variation des paramètres b_1 et b_2 sur les taux de disponibilité, le profit du distributeur et enfin sur les demandes à l'équilibre. Pour cela, nous retiendrons, à titre d'illustration, les valeurs numériques du tableau 6.1.

Sensibilité des taux de service par rapport aux variables d'indemnisation

En considérant les données numériques du tableau 6.1, la figure 6.5 donne l'évolution des taux de disponibilité à l'optimum suivant les coefficients b_1 et b_2 .

Articles	variables exogènes ($k = L, H$)				
	μ_k	ρ_k	m_k	β_k	π_k
L	0, 5	0, 07	2, 5	0, 095	0, 45
H	0, 44	0, 085	3, 2	0, 18	0, 46

TAB. 6.1 – Valeurs des paramètres

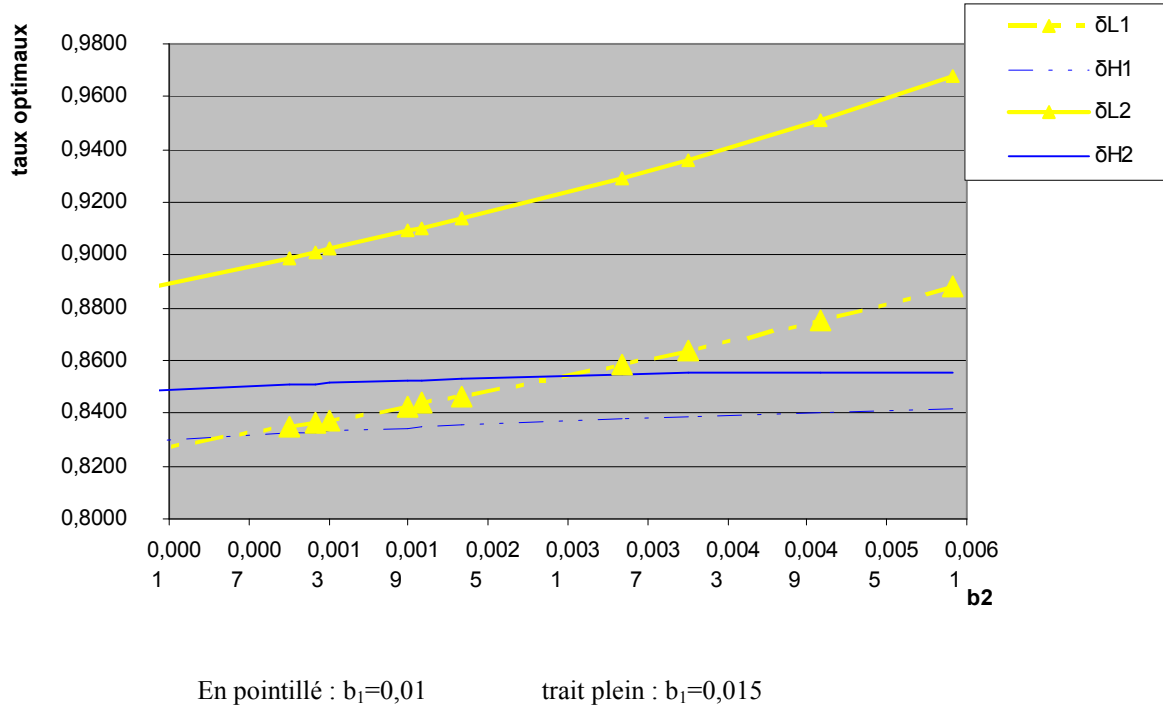


FIG. 6.5 – Evolution des taux de service optimaux suivant les paramètres d'indemnisation

Le graphe révèle que pour chaque valeur fixée de b_1 , les taux de service varient dans le même sens que le coefficient b_2 . En effet, plus le niveau de b_2 croît, plus les coûts liés à l'indemnisation des consommateurs augmentent (voir figure 6.3). Alors les ruptures de stock deviennent coûteuses pour le distributeur et par conséquent, elles doivent être réduites, traduisant l'accroissement des niveaux de qualité des services offerts.

D'autre part, on constate que l'accroissement du niveau de b_1 entraîne un déplacement des courbes vers la droite, engendrant une baisse des taux de disponibilité. Ce résultat se justifie par la relation décroissante entre le coût d'indemnisation (suite à une rupture) et le coefficient b_1 . En effet, une hausse de b_1 induit une baisse du montant des indemnités versées aux consommateurs ; puisque les coûts liés aux ruptures de stock deviennent relativement

supportables par le distributeur, alors il peut autoriser plus de ruptures en baissant le niveau des taux de service des articles.

Les variations de b_1 et b_2 affectent non seulement les taux mais également les quantités à l'optimum.

Sensibilité de la demande par rapport aux variables d'indemnisation

Les demandes dépendant des taux de disponibilité des deux articles, alors à l'optimum celles-ci sont fonction des coefficients d'indemnisation. La figure 6.6 présente l'évolution des quantités optimales suivant les paramètres b_1 et b_2 . On constate une relation croissante entre quantités optimales et b_2 d'une part et d'autre part, une relation décroissante avec b_1 .

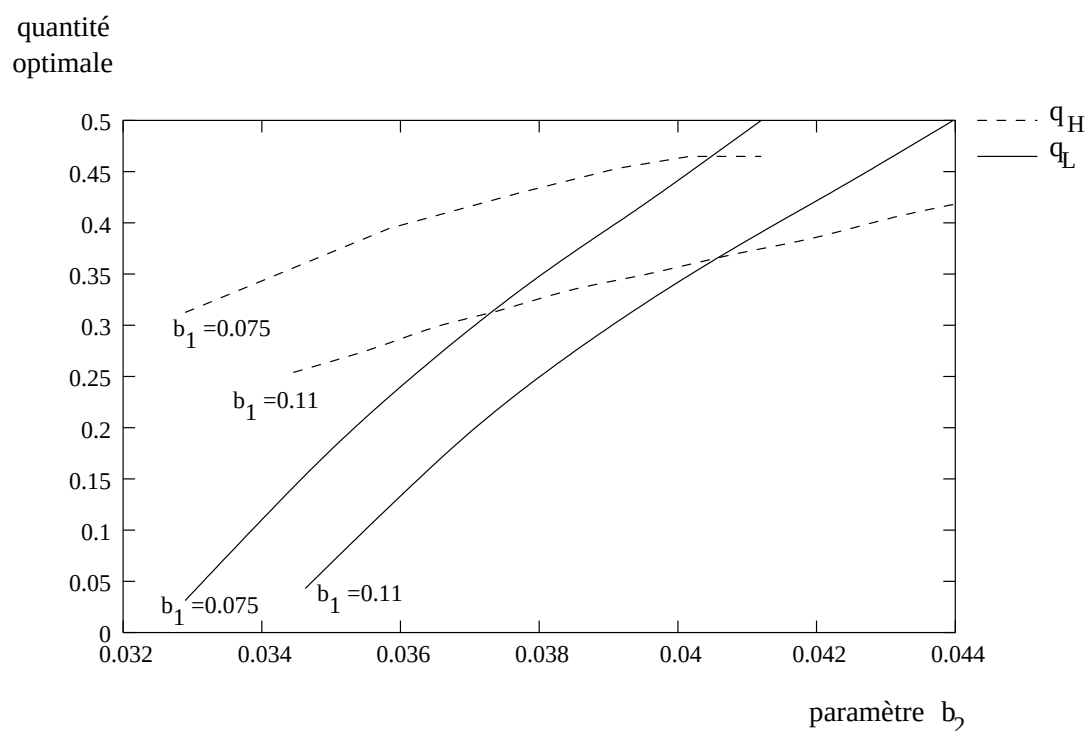


FIG. 6.6 – Evolution des quantités optimales suivant les paramètres d'indemnisation

Ces résultats se justifient par l'importance relative de l'élasticité-propre par rapport à l'élasticité-croisée de la demande-taux (montrée dans le chapitre précédent). En effet, un

accroissement de la valeur de b_2 engendre une amélioration du niveau de qualité de service des deux articles entraînant deux effets opposés :

- un effet positif sur la demande induit par l'accroissement du taux de l'article concerné ;
- et un effet négatif suite à l'amélioration du niveau de qualité de son concurrent (décroissance entre quantité et taux de service du concurrent).

L'élasticité de la demande par rapport au taux d'un article (égale à l'unité) étant supérieure à l'élasticité-croisée (inférieure à l'unité), alors il s'ensuit que le premier effet (effet positif) l'emporte, d'où la relation croissante entre quantité optimale et coefficient b_2 .

Par contre, on observe le cas inverse suite à une augmentation du paramètre b_1 . Le premier effet dominant mesuré par l'élasticité-propre devient négatif et le second, positif, d'où la relation décroissante entre demande et coefficient b_1 .

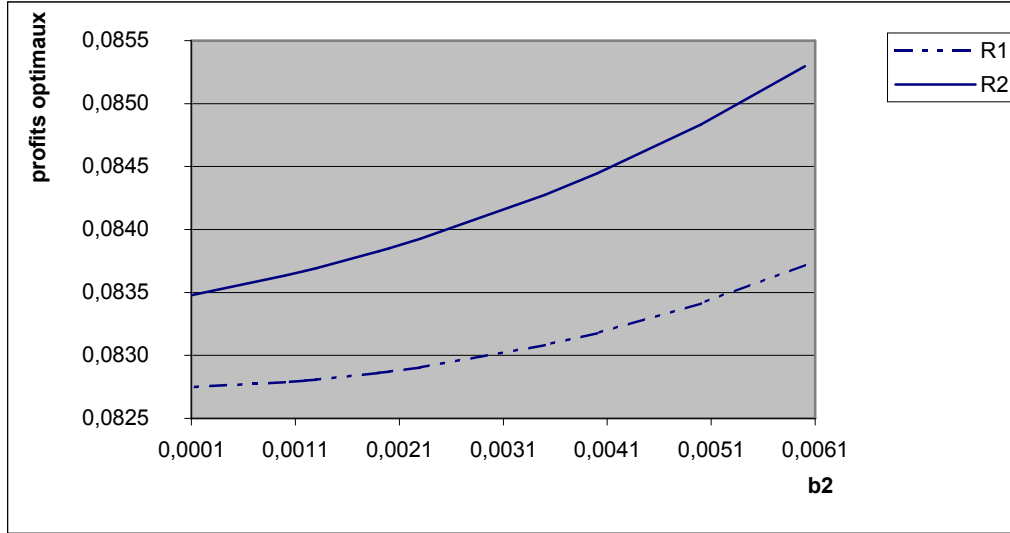
Quant au choix des paramètres d'indemnisation, le profit à l'optimum peut être un outil d'aide à la décision.

Sensibilité du profit par rapport aux variables d'indemnisation

La figure 6.7 indique que le profit optimal du distributeur baisse lorsque le coefficient b_1 s'accroît, ce qui n'est pas surprenant car les demandes diminuent. Inversement, le profit augmente avec le niveau de b_2 car les quantités vendues deviennent importantes.

Par conséquent, ce paramètre doit être choisi le plus élevé possible. Ces deux conditions (b_1 plus faible et b_2 plus élevé) assurent non seulement un profit optimal important pour le distributeur mais également permettent d'améliorer le niveau de qualité de service fourni aux consommateurs.

Par exemple, pour $b_1 = 0,075$, les disponibilités des articles sont toutes supérieures à 97% pour un niveau de b_2 au-dessus de 0,041. De plus, pour ces deux valeurs, le profit optimal reste également élevé (environ 1,6). Par contre, en choisissant un niveau de b_2 plus faible, on constate non seulement une baisse du profit optimal (d'après la figure 6.7) mais également une dégradation de la qualité de service des deux articles (d'après la figure 6.5). Alors, il serait judicieux de choisir un niveau de b_1 plus faible et celui de b_2 plus élevé.



NB : R1 : Profit pour $b_1=0,01$

R2 : Profit pour $b_1=0,015$

FIG. 6.7 – Evolution du profit optimal suivant les paramètres d'indemnisation

Suivant les choix des paramètres, l'ordre de grandeur entre les quantités optimales diffèrent. En prenant par exemple b_1 égal à 0,075 ($b_1 = 0,075$) la demande de l'article de haut de gamme est supérieure à celle de son concurrent pour un niveau de b_2 relativement faible ($b_2 < 0,04$). Au-delà de cette valeur ($b_2 = 0,04$), la tendance s'inverse car la courbe de la quantité de l'article de qualité inférieure passe au-dessus.

D'autre part, lorsque b_2 tend vers 0,0412, les quantités optimales des deux articles L et H tendent respectivement vers leur demande primaire $\mu_L = 0,50$ et $\mu_H = 0,44$. Cela se justifie par le fait que les deux taux de disponibilité atteignent quasiment leur niveau maximal ($\delta \rightarrow 1$) pour $b_1 = 0,075$ et b_2 tendant vers 0,0412 (voir figure 6.5).

A travers cette illustration numérique, il ressort qu'il y a plusieurs possibilités de choix des paramètres d'indemnisation. Ceux-ci doivent être décidés suivant la politique du distributeur. Dans le cas de couverture partielle, cette étude montre les trois cas envisageables :

- soit il choisit une couverture totale pour l'article de bas de gamme ($\tilde{\delta}_L = 1$) et partielle pour son concurrent $\tilde{\delta}_H < 1$.
- soit une couverture partielle pour L ($\tilde{\delta}_L < 1$) et totale pour H ($\tilde{\delta}_H = 1$) :
- et enfin, une couverture partielle pour les deux articles ($\tilde{\delta}_L < 1$ et $\tilde{\delta}_H < 1$).

Conclusion du chapitre 6

Ce chapitre est consacré à l'analyse de la stratégie de couverture du distributeur dans le cas de deux biens différenciés par leur niveau de qualité. Sa contribution majeure réside dans la définition des taux de service optimaux des articles en prenant en compte les frustrations subies par les consommateurs en cas de rupture. Ainsi dans le souci de fournir un service de qualité à sa clientèle, le distributeur met en place non seulement une stratégie d'indemnisation qui peut être assimilée comme le coût de la non-qualité mais également une garantie d'assurance de couverture des articles qui constitueront pour lui une incitation à veiller scrupuleusement à l'approvisionnement des rayons.

Les résultats indiquent que l'indicateur déterminant dans le choix d'une stratégie de couverture sans rupture de stock pour les deux articles est le bénéfice marginal de chaque article ou encore le taux de marge fixé. En effet, dans cette situation, les taux de marge du distributeur correspondent exactement aux coûts marginaux à l'équilibre. Dans le cas d'une couverture partielle, les taux de disponibilité optimaux de chaque article sont fonction des paramètres d'indemnisation b_1 et b_2 . A l'optimum, les expressions des taux de couverture sont données par :

$$\begin{aligned}\tilde{\delta}_L^\pm &= \frac{R_\rho V - 2U\rho_L\beta_L - A_L \pm \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\rho_L V} \\ \tilde{\delta}_H^\pm &= \frac{2\beta_L\rho_L U + R_\rho V - A_L \pm \sqrt{\Delta}}{4\beta_L\rho_L}\end{aligned}$$

où les quantités U et V égales à :

$$\begin{aligned}U &= \frac{\beta_H\rho_H B_L - \beta_L\rho_L B_H}{\beta_H\rho_H R_\rho + \beta_L\rho_L A_H} \\ V &= \frac{\beta_H\rho_H A_L + R_\rho\beta_L\rho_L}{\beta_H\rho_H R_\rho + \beta_L\rho_L A_H}\end{aligned}$$

dépendent des coefficients b_1 et b_2 .

Le choix de ces paramètres doit se faire de sorte que b_1 soit le plus petit possible et b_2 plus élevé. En proposant les taux de couverture au distributeur, notre recherche constitue ainsi au niveau managérial, un outil d'aide à la décision.

Chapitre 7

Conclusion

Le choix d'étudier les coûts et opportunités induits par les ruptures de stock dans le commerce de détail a fait émerger plusieurs résultats originaux. Nous en soulignons ici, sur le plan méthodologique et de leurs implications managériales, les principales contributions et limites. Des pistes de recherches sont également proposées pour une meilleure évaluation de l'impact des ruptures de stock sur la demande dans la grande distribution.

7.1 Contributions principales

L'objectif de notre thèse a été de développer un outil méthodologique capable de modéliser les comportements des consommateurs en tenant compte non seulement des ruptures de stock mais également des frustrations induites chez le consommateur. Les ruptures de stock n'étant pas observées en magasin, donc non déterministes, alors répondre à cette préoccupation requiert la définition de deux cadres d'analyse où d'une part, l'on met en évidence les ruptures survenues, et d'autre part, à comprendre comment celles-ci peuvent affecter les choix des consommateurs. Le premier cadre d'analyse choisi est non seulement empirique et théorique. L'analyse empirique permet de comparer l'efficacité de deux méthodes, dont l'une paramétrique et l'autre explicative, dans le filtrage des ruptures de stock. Le second (théorique) découle du cadre théorique de la modélisation de la demande qui met en scène un distributeur qui prend en amont, une garantie d'assurance d'approvisionnement auprès

d'un fournisseur et en aval propose deux articles qui sont différenciés verticalement par leur niveau de qualité perçue mais pas forcément toujours disponible en magasin. Dans ce dernier cas, il paie une indemnité au consommateur sous forme de bon de réduction pour le dommage subi.

Les contributions majeures de ce travail sont essentiellement de deux ordres :

1. l'une porte sur la méthodologie, avec le développement d'un cadre empirique -capable d'apporter des réponses aux problèmes de filtrage à partir d'une série de ventes- et théorique capable de modéliser la demande en intégrant les ruptures de stock et les coûts de frustration ;
2. l'autre au plan managérial sur une meilleure compréhension de l'impact des ruptures de stock sur la demande.

7.1.1 Contribution méthodologique

Du point de vue méthodologique, notre recherche apporte plusieurs contributions à la littérature à deux niveaux : au plan empirique-sur les méthodes de filtrage et de l'étude des comportements des consommateurs (en cas de rupture)- et au plan théorique sur la modélisation de la demande en présence de rupture de stock.

L'un des problèmes posé dans la littérature sur l'estimation de la demande en présence de ruptures de stock est le repérage de ces dernières car contrairement aux ventes et aux promotions qui sont observées, elles ne le sont pas. Alors comment intégrer dans un modèle une variable non déterministe ? Si des méthodes de détection de points aberrants existent en statistique et en économétrie, peu d'études ou du moins, aucune étude empirique véritable n'est disponible pour vérifier leur efficacité à tester les ruptures de stock.

Alors notre travail de recherche, en comparant empiriquement deux méthodes de filtrage apportent quelques éléments de réponse à cette préoccupation que se sont posés certains auteurs notamment Campo et al. (2003). Les tests empiriques proposés ont été réalisés à partir de données primaires recueillies en magasin suite à un suivi journalier des ruptures de

stock pendant un mois dans la catégorie des eaux embouteillées. Deux méthodes, différentes par leur approche dont l'une paramétrique -utilisant la série ordonnée- et l'autre explicative basée sur le diagnostic des résidus d'estimation à partir d'un modèle d'allocation spatiale, ont été comparées. Ces méthodes offrent un cadre pour détecter certaines ruptures de stock, non observées dans une série de ventes donnée.

Par ailleurs, cette étude empirique des filtrages des ruptures de stock a permis de mettre en exergue les limites des méthodes paramétriques, qui utilisent pour la plupart, la distribution de la série ordonnée dans la détection des points atypiques. Elle a permis également de montrer, à travers les mécanismes de correction (possibilités d'ajout d'autres variables) qu'elle offre, d'améliorer les sensibilités et spécificités des tests. En outre, elle permet également d'estimer les parts de marché et de prendre en compte d'autres facteurs tels que les promotions, susceptibles d'influencer les ventes, avantage que n'offre pas la première méthode (paramétrique).

D'autre part, la modélisation théorique de la demande avec frustration des consommateurs nous a conduit à utiliser deux théories de la littérature, jusque là non connues de la littérature des ruptures de stock : la théorie du regret et la théorie de l'organisation industrielle. En effet, à notre connaissance, aucun modèle théorique sur la modélisation de la demande en présence de *rupture de stock* n'a pris en compte et la qualité perçue des articles et le rapport qualité-prix ni les coûts de frustration des consommateurs. La prise en compte de ces trois facteurs nous a amené à combiner dans la littérature des ruptures de stock, ces deux théories différentes, ce qui ouvre également des pistes de recherche intéressantes pour les recherches futures.

Enfin, elle apporte à travers l'approche théorique, une démarche scientifique fondée non seulement sur la rationalité du consommateur mais également sur le programme d'optimisation du profit du distributeur, deux principes jusque là, oubliés dans la littérature des ruptures de stock.

7.1.2 Implications managériales

Plusieurs des résultats des modèles théorique et empirique développés apportent des éléments nouveaux aux distributeurs dans l'amélioration de leur gestion des stocks et des approvisionnements.

1. L'étude typologique des ruptures de stock montre que certains articles ont de longues durées de rupture de stock, voire plus de deux semaines. Cette information peut être très utile aux distributeurs car ces ruptures prolongées peuvent créer une image négative vis-vis du consommateur et même provoquer chez certains, un changement définitif d'enseigne (Pahé 1994). Alors dans un environnement concurrentiel, de telles ruptures constituent une menace pour le détaillant.
2. Par ailleurs, cette étude met également en évidence des ruptures de courtes durées (environ 1 heure en moyenne) mais plus fréquentes (plus de deux fois) dans la journée concernant trois articles : une marque de premier prix (Cristalline) et deux marques nationales (Contrex et Evian). Ces résultats posent non seulement le problème de l'allocation d'espace mais également les dysfonctionnements dans la chaîne logistique entre l'entrepôt local et les linéaires. En effet, ces ruptures de stock sont dues à un retard d'approvisionnement des linéaires car les articles sont souvent disponibles en entrepôt (local). Les causes de ces défaillances devraient être diagnostiquées avec attention pour savoir si elles sont dues à un manque de personnel, ou à un manque de disponibilité des responsables ou tout simplement à une négligence, autant d'hypothèses qui sont à vérifier afin d'apporter une solution à ces types de rupture. Cependant, quelle que soit la réponse retenue, l'insuffisance des espaces alloués à ces articles peuvent en partie les expliquer car le fait qu'ils soient limités implique des contraintes sur les quantités mises en stock. Ceci provoque des ruptures au niveau des articles tels que ceux cités dont la rotation est très rapide. Par conséquent, les managers doivent augmenter la capacité d'accueil de ces articles.

3. L'étude des filtrages des ruptures de stock permet d'attirer l'attention sur la négligence au niveau de ces ruptures dans l'estimation de la demande. La méthode explicative a permis de montrer que seules les ruptures de longues durées (dans la journée) sont celles qui ont un impact considérable sur les ventes. Elles influencent significativement la demande, ce qui démontre empiriquement que le distributeur doit en tenir compte dans l'estimation de la demande. De plus, les différents modèles postulés (valeur, bouteille, litre) permettent de montrer le danger que constitue l'utilisation des ventes en valeur pour prévoir la demande. En effet, les résultats indiquent qu'elle conduit dans les trois cas étudiés (eaux plates, eaux aromatisées, eaux gazeuses) à une sous-estimation des parts de marché et des effets promotionnels.
4. L'analyse des comportements des consommateurs au niveau de la nature des marques fournit un argument de poids au distributeur quant à l'augmentation de la profondeur de leurs marques propres car en absence de leur article recherché, les consommateurs se rabattent le plus souvent sur des concurrents du même type de marque (substitution intra-type de marque élevée). Par conséquent, plus profond sera l'assortiment des marques de distributeur (MDD), moins les coûts de rupture seront importants pour le détaillant.
5. Le modèle théorique de demande attire l'attention sur la prise en compte simultanée des ruptures de stock et des coûts de frustration. Ce résultat peut être utilisé comme argument pour améliorer la qualité des prévisions de demande dans la distribution afin de réduire au mieux les ruptures de stock. La définition d'un coefficient de frustration constitue, pour les distributeurs, un indicateur de mesure de niveau d'insatisfaction des consommateurs.

En effet, la définition du niveau de qualité de service optimal revêt une importance capitale pour les managers car avant toute chose, "les indicateurs de niveau de service restent un outil de gestion privilégié à une entreprise de se positionner non seulement par rapport à elle-même mais également par rapport aux exigences de sa clientèle" (Pahé 1994, p.27). Il s'agit de mesurer l'écart existant entre le service fourni et celui

attendu par les consommateurs. Cette évaluation peut alors légitimer la mise en place d'un suivi en termes de performance de service rendu.

6. un des apports nouveaux de notre recherche réside dans l'approche utilisée dans l'évaluation de la performance. Les logisticiens utilisent jusque là un arbitrage coût/service rendu (pahé 1994, Vallin 2001) sans prendre en compte les opportunités qu'offrent les ruptures de stock. Autrement dit, ils ne prennent en compte que les coûts dans l'évaluation de leur performance à travers un programme de minimisation (des coûts). Or Prendre en compte les possibilités de transferts entre articles implique nécessairement un arbitrage bénéfice/coût du service rendu car les transferts créent des ventes supplémentaires qui doivent être pris en compte dans le calcul du profit.
7. Enfin, notre modèle propose aux distributeurs deux stratégies - l'une est basée sur l'indemnisation des consommateurs par une remise de bons de réduction d'achat en cas de rupture de stock - l'autre sur la prise d'une garantie d'approvisionnement. Celles-ci ont pour objectif de contribuer à rendre plus efficace son dispositif d'approvisionnement des linéaires.

7.2 Limites et orientations futures

Les pistes de recherches futures concernent celles des techniques de filtrage et de la modélisation théorique et empirique de la demande en présence de rupture de stock.

7.2.1 Les techniques de filtrage

Quatre axes majeurs des techniques de filtrage des ruptures de stock pourraient faire l'objet de prolongements selon qu'il s'agisse des méthodes utilisées ou du traitement des données.

1. Nous avons choisi une méthode log-linéaire pour détecter les ruptures de stock. Nous avons été obligé de corriger les ventes nulles pour pouvoir les prendre en compte dans le modèle. Un modèle non linéaire pourrait être envisagé afin d'éviter ce biais.
2. Le traitement empirique des articles présentant des ventes faibles n'a pas été envisagé car ils ont été éliminés du modèle. Alors il serait souhaitable d'envisager une méthode non linéaire pour les traiter de façon spécifique afin d'évaluer la performance des techniques à filtrer les ruptures de ce groupe d'articles.
3. Le filtrage des ruptures de stock a été fait au niveau des articles et non pas au niveau des ventes de la catégorie. L'unité de gestion de la distribution étant la catégorie avec l'avènement du *category management*, alors il est important de tester les filtrages des ruptures de stock au niveau de la catégorie. En agrégeant les ventes d'une catégorie donnée, est-ce que l'impact des ruptures ne serait pas négligeable, de sorte à rendre les techniques moins performantes dans le filtrage des ruptures ?

7.2.2 Modélisations théorique et empirique de la demande en présence de rupture de stock

Pour enrichir les études sur les évaluations empirique et théorique des effets des ruptures de stock sur la demande, nous souhaitons poursuivre notre analyse sur trois points.

1. Au niveau empirique, la disponibilité d'une base de données sur les durées et les jours de rupture pourrait permettre, à l'aide d'un modèle explicatif, de mesurer les effets de la durée des ruptures sur les ventes. A notre connaissance une seule étude (Campo et al. 2003) a tenté d'estimer les effets des ruptures de stock sur les ventes à l'aide d'un modèle explicatif. Or cette recherche ne prend pas en compte les durées des ruptures. L'intégration d'une variable durée dans un modèle explicatif permettrait d'évaluer la perte sur les ventes par unité de temps, ce qui pourrait constituer une information supplémentaire pour le manager sur les menaces des ruptures.

Une telle étude pourrait être faite à deux niveaux :

- au niveau des articles en utilisant un modèle bivarié où les deux variables dépendantes seraient les ventes d'un article et la somme des ventes des concurrents. Cela permettrait de mesurer les impacts de la durée des ruptures d'un article donné sur ses propres ventes et sur celles des autres de la catégorie ;
- au niveau de la catégorie avec un modèle univarié où la seule variable endogène serait les ventes totales. On mesure ainsi les effets des durées des ruptures de stock sur l'ensemble des ventes de la catégorie.

Un modèle de cointégration par exemple pourrait permettre d'évaluer les effets à court et à long termes des durées des ruptures de stock sur les ventes.

2. Sur le plan théorique, une modélisation de la demande basée uniquement sur deux marques donne une vision moins réaliste. Une modélisation à trois marques avec ruptures de stock serait pertinente pour mettre en évidence l'impact des ruptures de stock des marques de distributeur sur la concurrence.
3. Enfin, nous considérons dans notre modèle théorique, deux types de comportement : la substitution ou non. Les changements de magasin ont été confondus aux comportements d'annulation et de report. Il serait envisageable, de considérer les réactions à trois niveaux :

les comportements de substitution ;

les comportements de changement de magasin

et les reports et annulation de la décision d'achat.

Le choix d'un modèle de différenciation verticale à deux marques avec deux détaillants et prenant en compte non seulement les ruptures de stock mais également les frustrations des consommateurs permettrait de tenir compte de l'état de la concurrence entre distributeurs.

Annexe

Annexe 1 : Présentation de la fiche de suivi avec les premiers articles

Etagère	Nom de référence	référence	Rupture		à suivre de près	Promo	
			Début	Fin		Début	Fin
A1	courmayeur 1,5L	000762223					
	courmayeur min. nat. 6*1,5L	000058566					
	Talians minérale 6*1,5L	000058467					
	Talians minérale 1L	000760085					
	Talians minérale 6*1L	000760077					
	Danone taillefine 6*1,5L	000766277					
	Danone taillefine 1,5L	000766275					
	Vittel 6*50CL	000059552					
A2	Vittel 50CL	000055768					
	Vittel 6*1,5L	000055669					
	Vittel 1,5L	000053786					
	Volvic fontaine 5L	000765573					
A3	Vittel 75CL bouchon sport	000515208					
	Vittel 75cl energie hydratation	000099119					
	Vittel 6*75CL bouchon sport	000515223					

Annexe 2 : Tableau des distances entre les types de ruptures constatées

ARRET APRES L'ITERATION 3 L'ACCROISSEMENT DE L'INERTIE INTER-CLASSES
PAR RAPPORT A L'ITERATION PRECEDENTE N'EST QUE DE 0.000 %.
DECOMPOSITION DE L'INERTIE
CALCULEE SUR 10 AXES.

INERTIES	INERTIES		EFFECTIFS		POIDS		DISTANCES	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES
INTER-CLASSES	0.5516	0.5579						
INTRA-CLASSE								
CLASSE 1 / 4	0.2029	0.2062	30	29	30.00	29.00	0.8582	0.8480
CLASSE 2 / 4	0.1884	0.1884	39	39	39.00	39.00	0.8260	0.8260
CLASSE 3 / 4	0.1377	0.1377	10	10	10.00	10.00	2.1676	2.1676
CLASSE 4 / 4	0.7652	0.7555	96	97	96.00	97.00	0.1830	0.1907
TOTALE	1.8457	1.8457						

QUOTIENT (INERTIE INTER / INERTIE TOTALE) : AVANT ... 0.2988
APRES ... 0.3023

Annexe 3 : Caractérisation de la classe 1

CARACTERISATION PAR LES QUESTIONS DES CLASSES OU MODALITES
DE COUPURE 'a' DE L'ARBRE EN 4 CLASSES
CLASSE 1 / 4

V.TEST		PROBA		QUESTIONS CARACTERISTIQUES				KHI-2	DEG.LIB
		aa1a - CLASSE 1 / 4		(POIDS = 29.00 EFFECTIF = 29)					
4.31	0.000	3 . famil					23.43	2	
3.39	0.000	2 . debut					20.78	4	

CLASSE 1 / 4

V.TEST	PROBA	MOYENNES		ECARTS TYPES		VARIABLES CARACTERISTIQUES	
		CLASSE	GENERALE	CLASSE	GENERAL	NUM.LIBELLE	
CLASSE 1 / 4 (POIDS = 29.00 EFFECTIF = 29)							
-3.94	0.000	0.82	4.44	1.48	1.0	12.espace	

Annexe 4 : Caractérisation de la classe 2

CARACTERISATION PAR LES QUESTIONS DES CLASSES OU MODALITES
DE COUPURE 'a' DE L'ARBRE EN 4 CLASSES
CLASSE 1 / 4

CLASSE 2 / 4

V.TEST	PROBA	QUESTIONS CARACTERISTIQUES	KHI-2	DEG.LIB
aa2a - CLASSE 2 / 4 (POIDS = 39.00 EFFECTIF = 39)				
5.47	0.000	3 . famil	35.18	2

CLASSE 2 / 4

V.TEST	PROBA	MOYENNES CLASSE GENERALE	ECARTS TYPES CLASSE GENERAL	NUM.LIBELLE	VARIABLES CARACTERISTIQUES
CLASSE 2 / 4 (POIDS = 39.00 EFFECTIF = 39)					
12.47	0.000	10.28	4.44	4.05	1.0 12.espace
23.02	0.000	2.18	15	3.25	1.0 11.dures

Annexe 5 :La statistique de levier ou valeur potentielle

Elle dérive de la matrice carrée H , appelée *hat matrix* égale à :

$$H = X(X'X)^{-1}X' \quad (7.1)$$

où la matrice carrée $X'X$ est supposée inversible.

Alors la valeur ajustée $\hat{Y}$ est le produit de H et Y soit :

$$\hat{Y} = HY \quad (7.2)$$

Les matrices de variance-covariance de la valeur ajustée $\hat{Y}$ et des erreurs d'estimation e donnent :

$$\text{cov}(\hat{Y}) = \sigma^2 H \quad (7.3)$$

$$\text{cov}(e) = \sigma^2 (I - H) \quad (7.4)$$

car

$$\hat{e} = Y - \hat{Y} = Y - X\hat{\beta}$$

Les variances de la valeur ajustée $\hat{y}_i$ de l'observation i et de son résidu d'estimation e_i deviennent alors :

$$\text{var}(\hat{y}_i) = \sigma^2 h_{ii} \quad (7.5)$$

$$\text{var}(e_i) = \sigma^2 (1 - h_{ii}) \quad (7.6)$$

La relation (7.3) traduit que les éléments h_{ij} ($1 \leq i, j \leq T$) de la matrice H peuvent "s'interpréter directement comme étant l'effet exercé par l'observation j sur la valeur estimée $\hat{y}_i$ "¹. A ce juste titre, les éléments h_{ii} de la diagonale de H permettent de mesurer l'effet de l'observation i sur sa propre valeur prédite $\hat{y}_i$ (d'après la relation (7.6)) . Alors une valeur nulle de h_{ii} indique que cette observation i n'exerce aucune influence sur sa valeur ajustée.

¹Rousseeuw and leroy, 1987, p.220

D'autre part, en démontrant que la matrice H est idempotente ($H = HH$) et symétrique ($H' = H$), la statistique h_{ii} , appelée *levier* (*leverage*) peut s'écrire :

$$\begin{aligned} h_{ii} &= \sum_{j=1}^T h_{ij} h_{ji} \\ h_{ii} &= \sum_{j=1}^T h_{ij} h_{ij} = \sum_{j=1}^T h_{ij}^2 \end{aligned} \quad (7.7)$$

En réécrivant cette expression (7.7) de la manière suivante :

$$h_{ii} = h_{ii}^2 + \sum_{j \neq i} h_{ij}^2 \quad (7.8)$$

nous pouvons déduire² que la valeur du levier h_{ii} est compris entre 0 et 1 ($0 \leq h_{ii} \leq 1$) :

- pour $h_{ii} = 0$, toutes les autres valeurs h_{ij} ($j \neq i$) sont également nulles d'après la relation (7.8). Cette situation peut être observée dans le cas où toutes les variables explicatives sont nulles au point i dans un modèle sans constante et la valeur prédite $\hat{y}_i$, égale à 0, n'est ni affectée par y_i ni par les autres valeurs y_j ;
- pour $h_{ii} = 1$, les éléments h_{ij} ($j \neq i$) sont tous nuls. Alors $\hat{y}_i$ et y_i sont égales et par conséquent, l'erreur e_i nulle.

Par ailleurs, en remarquant que la trace de la matrice H est égale³ à :

$$Tr(H) = \sum_{i=1}^T h_{ii} \quad (7.9)$$

$$\begin{aligned} Tr(H) &= tr \left[X'X (X'X)^{-1} \right] \\ Tr(H) &= tr(I_p) = p \end{aligned} \quad (7.10)$$

il apparaît que la moyenne des h_{ii} est égale à :

$$h_{ii} = \frac{p}{T} \quad (7.11)$$

²Car $h_{ii}^2 \leq h_{ii}$, impliquant $h_{ii}(h_{ii} - 1) \leq 0$

³ I_p est la matrice identité d'ordre p .

Annexe 6 : Distribution des ventes en litres par la méthode de Kolmogorov-Smirnov pour les eaux plates

Nom des articles	code	distribution	prob. critique
Auchan min naturelle 6*50C	Auch1	Normale	90,7
Auchan montagne 6*75Cl Bspauchan	Auch2	Normale	94,2
contrex 6*1,5L	Cont1	Normale	89
Contrex 6*50CL	Cont2	Normale	92,7
Contrex minérale 6*1L	Cont3	Normale	89
Cristaline source 6*1,5L	Crist	Normale	92,7
Eau de sources Pyrennées 5L	Pyr	Normale	90,1
Eau source montagne 6*1,5L	Mont1	Normale	99
Eau source montagne 6*50CL	Mont2	Normale	100
Evian 1,5L	Evia1	Normale	100
Evian 12* 33CL	Evia2	Normale	89,5
Evian 6*1,5L	Evia3	Normale	100
Evian 6*2L	Evia4	Normale	92,9
Evian 6*50CL	Evia5	Normale	94,2
Evian minérale 6*1L	Evia6	Normale	93,9
Hepar 6*1L	Hepa	Normale	90,1
Minérale Wattwiller 6*50CL	Watt1	Normale	92,7
Orée du Bois 6*1,5L	Ore	Normale	93,9
Valvert 6*1,5L	Valv	Normale	91,3
Vittel 6*1,5L	Vitt1	Normale	99,1
Vittel 6*50CL	Vitt2	Normale	99,9
Volvic 6*1,5L	Volv1	Normale	91,58
Volvic 6*50CL	Volv2	Normale	95,3
Volvic fontaine 5L	Volv3	Normale	92,03
Wattwiller 6*1,5L	Watt2	Normale	92,7
Carola bleu pet 6*1,5L	Caro1	Normale	99,3
Carola Bleue Noel Pet 6*1,5L	Caro2	Normale	90,2
Danone Taillefine 6*1,5L	Dano	Normale	90,7
Talians Eau minérale 6*1L	Talia	Normale	92
Valvert 6*50CL bouchon libe	Valv1	Normale	91

Annexe 7 : Distribution des ventes en litres par la méthode de Kolmogorov-Smirnov pour les eaux aromatisées

Nom des articles	code	distribution	prob. critique
badoit vertigo framboise poire 6*33CL	Badoi	Normale	89,8
Carola rouge citron/vert 1,25L	Carola1	Normale	90,5
Carola rouge pamp/orange 1,25L	Carola2	Normale	90,9
Carola verte citron/vert 1,25L	Carola3	Normale	100
Carola verte pamp/orange 1,25L	Carola4	Normale	92,31
Contrex ligne et tonus 6*33CL	perrier	Normale	93,6
Rivella 1L	Rivela	Normale	95,32
Salvetat citron vert 1,25L	Salveta	Normale	90,4
Salvetat orang mandar 1,25L	Vertigo	Normale	99,7
Vertigo citron citron vert 3*25CL nouveaute	Vittel1	Normale	91,5
Vittel 1L framboise myrtille	Vittel2	Normale	92,4
Vittel aro.grenadine 6*25CL	Vittel3	Normale	92,71
Vittel citron 6*25CL	Vittel4	Normale	95,04
Vittel fruits pomme poire 1L	Volvic1	Normale	100
Vittel menthe 6*25CL	Volvic2	Normale	92,34
Volvic aro. Selection saison 1,5L	Volvic3	Normale	90,4
Volvic arom. fraise 6*33CL	Volvic4	Normale	90,17
Volvic arom. Pêche orange 1,5L	Volvic5	Normale	95,88
Volvic aromatisée fraise 1,5L	Volvic6	Normale	96,8
Volvic citron vert 3*1,5L	Volvic7	Normale	93,1
Volvic magique ananas 1,5L	Volvic8	Normale	99,2
Volvic magique cassis 6*33CL	Volvic9	Normale	93,05
Volvic orange 1,5L	Volvic10	Normale	94,5

Annexe 8 : Distribution des ventes en litres par la méthode de Kolmogorov-Smirnov pour les eaux gazeuses

Nom des articles	code	distribution	prob. critique
Arvie 6*1,25 L	Arvie	Normale	90,7
Badoit 1 L	Badoi1	Normale	97,6
Badoit 6*1 L	Badoi2	Normale	97,4
Badoit 6*33 CL	Badoi3	Normale	91,1
Badoit 6*50 CL	Badoi4	Normale	97,4
Perrier 6*33 CL	Perrier1	Normale	91,1
Perrier 8*20 CL permanent	Perrier2	Normale	97
Perrier nature 4*50 CL bouteille plastique	Perrier3	Normale	92,8
Perrier gazeuse 4*1L	Perrier4	Normale	93,3
Quezac 6*1 L	Quezac1	Normale	97,7
Quezac 6*33 CL	Quezac2	Normale	90,9
Salvetat 6*1,25 L	salveta	Normale	94,4
San pellegrino pet 1 L	Pellegr1	Normale	93,79
San pellegrino pet 6*1 L	Pellegr2	Normale	91,9
St diery 6*1,25L	Diery	Normale	95
Vichy celestin 6*1,25 L	Vichy	Normale	93,02

Annexe 9 : présentation du questionnaire de l'enquête

Questionnaire

Bonjour, l'Université Louis Pasteur réalise actuellement une étude sur le marché des eaux en bouteilles. Pour ce faire, nous avons besoin de votre avis. Aucune question indiscrète ne sera posée et les réponses que vous fournirez resteront confidentielles et anonymes.

Voudriez-vous bien nous consacrer quelques minutes pour répondre à quelques questions ?
Je vous remercie par avance pour votre collaboration !

I- Habitude de fréquentation du magasin et de consommation d'eau

D'abord, j'aimerais connaître vos habitudes d'achat.

- 1 Combien de fois par semaine ou par mois faites-vous vos courses dans ce magasin (Auchan) ?
 - ☐ 1 fois /semaine
 - ☐ 2 fois /semaine
 - ☐ plus de 2 fois/ semaine
 - ☐ Autre à préciser
 - ☐ 1 fois /mois
 - ☐ 2 à 3 fois /mois
 - ☐ plus de 4 fois/ mois
- 2 Avez-vous l'habitude d'acheter vos bouteilles d'eau à Auchan Bagersee?
 - ☐ Toujours (4 fois/4)
 - ☐ Souvent (3 fois/4)
 - ☐ Parfois (2 fois/4)
 - ☐ rarement (1 fois/4)
 - ☐ jamais (ma première fois)
 - ☐ autre réponse à préciser
- 3 Quelles bouteilles d'eau avez-vous l'habitude d'acheter? (préciser la marque, la contenance, et si possible, le conditionnement).

<i>Marques</i>	<i>conditionnement</i>	<i>contenance</i>

II- Expérimentation de Rupture de Stock

- 4 Avez-vous acheté (ou désirez-vous acheter) une ou des bouteilles d'eau ?
 - ☐ oui
 - ☐ non

(Si rép=non, passer directement à la question 6)

Les informations consignées dans ce questionnaire doivent être gardées confidentielles

- 5 (si oui), quelle(s) marque(s) d'eau aviez-vous acheté ou désirez-vous acheter?
(selon la réponse de la question 4)

<i>Marques</i>	<i>conditionnement</i>	<i>contenance</i>

(Passer directement à la question 7)

- 6 (si non), quelle(s) marque(s) d'eau aviez-vous acheté à Auchan ou ailleurs lors de vos dernières courses?

<i>Marques</i>	<i>conditionnement</i>	<i>contenance</i>

- 7 Ces achats correspondent-ils (ou correspondaient-ils) à ce que vous aviez prévu ?

☐ oui

☐ non

(si non, passer directement à la question 9)

- 8 si oui, vous est-il arrivé une fois de ne pas trouver la marque d'eau que vous recherchez (à Auchan bien sûr)??

☐ oui

☐ non

(si rép=non, passer directement à la question 11, identification)

- 9 Qu'aviez-vous prévu d'acheter ? (préciser)

<i>Marques</i>	<i>conditionnement</i>	<i>contenance</i>

III- Les réactions face aux Ruptures de Stock

10 Qu'aviez vous fait dans ces conditions (ou que comptez-vous faire dans ces conditions) ?

- ☐ J'ai choisi un autre article (marque à préciser)

<i>Marques</i>	<i>conditionnement</i>	<i>contenance</i>

- ☐ Je suis allé (ou j'irai) ailleurs

- ☐ J'ai annulé mon achat

- ☐ Autre à préciser

.....

- ☐ J'ai décidé de reporter mon

achat et de revenir

ultérieurement pour le chercher

VI- Identification

11 Est-ce que vous effectuez les achats de bouteilles d'eau pour vous seul(e)?

- ☐ oui

- ☐ non

(si rép=oui, passez directement à la question 12)

Les informations consignées dans ce questionnaire doivent être gardées confidentielles

12 Si non, pour combien de personnes faites-vous ces courses?

13 Exercez-vous une activité professionnelle ?

☐ oui

☐ non

14 Si oui, pouvez vous nous dire laquelle ?

15 Quel âge avez-vous ?

☐ -20 ans

☐ 30-39

☐ 40-49

☐ 20-29

☐ 50-59

☐ 60 et +

16 Sexe ? (Ne posez pas cette question, mais constater la)

☐ M

☐ F

☐ couple

17 Pouvez-vous nous donner une idée du montant mensuel de vos dépenses alimentaires ?

.....FF.....

☐ -400 FF

☐ 400-800

☐ 800-1200

☐ 1200-1600

☐ 1600-2000

☐ 2000 et +

☐ aucune idée

Enfin, je souhaiterais, si vous le voulez bien, avoir votre numéro de téléphone. Cela ne répond qu'à un besoin de contrôle par notre responsable. (Mais en cas de refus, n'insister pas).

Tel :

nom :

prénom :

Le remercier après l'administration du question.

Date :

Nom de l'enquêteur :

Bibliographie

Ainslie A. and P.E Rossi (1998) «Similarities in Choice Behavior Across Product Categories», *Marketing Science*, 17, 2, 91-106.

Alba, J., J. Hutchinson (1987) «Dimensions of Consumer Expertise», *Journal of Consumer Research*, 13 (march), 411-454.

Alsop, R. (1985) «Companies See Ways to Put Coupons Where They'll Count», *Wall Street Journal*, (August8), 8, B-1.

Andersen Consulting (1996) «Where to Look for Incremental Sales Gains : The Retail Problem of Out-of Stock Merchandise», The Coca-Cola Retailing Research Council, Atlanta.

Andersen Evan, E. and Henry N. Amato (1974) «A mathematical Model for Simultaneously Determining the optimal brand-Collection and Display-Area Allocation», *Operations Research*, 22, 13-21.

Anupindi, R., M. Dada and Gupta Sachin (1998) «Estimating of Consumer Demand with Stock-Out Based Substitution : An Application to Vending Machine Products», *Marketing Science*, 17, 9, 406-423.

Aurier, Philippe (1991) «Recherche de variété : un concept majeur de la théorie en marketing», *Recherche et Application en Marketing*, 6 , 85-104.

Assael, Henry (1987) «Consumer Behavior and Marketing Action», Boston Mass. : Kent Publishing Co.

Barnett, V. and T. Lewis (1984) «Outliers in Statistical Data», John Wiley & Sons Ltd.

Beaulieu, J.P., A. Péguy (1985) «Stocks», Edition Vuibert.

Bell. D. R. and J. M. Lattin (1998) «Shopping Behavior and Consumer Preference for Store Price Format : Why "Large BASKET" Shoppers Prefer EDLP», *Marketing Science*, 17, 1,66-88.

Belk, R. (1974) «An Exploratory Assessment of Situation Effects in Buyer Behavior», *Journal of Marketing Research*, 11, 125-138.

Belsley, D. A., Kuh E. and R.E. Welsch (1980) «Regression Diagnostics : Identifying Influential Data and Sources of Collinearity », Wiley, New York.

Bester, H. and E. Petrakis (1996) «Coupons and Oligopolistic Price Discrimination», *International Journal of industrial Organization*, 14, 227-42.

Blattberg, R., S. Neslin (1990) «Sales Promotion : Concepts, Methods, and Strategies», Prentice-Hall.

De Boislandelle, H. M. (1998) «Dictionnaire de Gestion : Vocabulaire, concepts et outils», Economica.

Borin N., P. W. Farris , J.R. Freeland (1994) «A model for Determining Retail Product Category Assortment and Shelf Space Allocation», *Decision Sciences* 25, 3, 359-384.

Broniarczyk, Susan M., Wayne D. Hoyer, and Leigh McAlister (1998) «Consumers's Perceptions of Assortment Offered in a Grocery Category : The Impact of Item Reduction», *Journal of Marketing Research*, 35 2, 166-176.

Buchanan, L., C. J. Simmons, B. A. Bickart (1999) «Brand Equity Dilution : Retailer Display and Context Brand Effects», *Journal of Marketing research*, 36, (august), 345-355.

Bultez, A., Gijsbrechts E., Naert P., P. V. Abeele (1989) «Asymmetric Cannibalism in Retail Assortments», *Journal of Retailing*, 65, 2, 153-192.

Bultez, A., and Naert P. (1988) «S.H.A.R.P. : Shelf Allocation for REtailers' Profit», *Marketing Science*, 7 (summer), 211-231.

Campo, K., E. Giljsbrechts and P. Nisol (2003) «The impact of retailer stockouts on wether, how much, and what to buy », *International Journal of research in marketing* 20, 273-286.

Campo, K., E. Giljsbrechts and P. Nisol(2000) «Toward Understanding Consumer Res-
ponse to Stock-Outs », *Journal of Retailing* 76, 2, 219-242.

Chen, Y. (1997) «Paying Customers to Switch», *Journal of Economics and Management Strategy*, 6, 877-897.

Conrad, S. A.(1976) «Sales Data and the Estimation of Demand », *Operational Research Quaterly*, Pergamon Press, 27, 1, 123-127.

Corstjens, M. et J. Corstjens (1996) «La guerre des linéaires », Les Editions d'Organi-
sation,

Corstjens, J. and M. Corstjens (1995) «Store Wars : The battle for Mindspace and Shelfspace», Wiley, New York.

Cronin, J. Joseph and Michael H. Morris (1991) «Satisfying Customer Expectations : The Effect on Conflict and Repurchase Intentions in Industrial Marketing Channels», *Journal of the Academy of Marketing Science*, 17, 41-49.

Dahr, R. (1997) «Consumer Preference for a NO.Choice Option», *Journal of Consumer Research*, 24 (September), 215-231.

Dion, P., L. M. Hasey, P. Dorin, and J. Lundin (1991) «The Consequences of Inventory Stockouts», *Industrial MARKeting Management* , 20, 23-23.

Dion, P., L. M. Hasey, P. Dorin and J. Lundin (1991) «The Consequences of Inventory Stockouts», *Industrial Marketing Management*, 20, 23-23 ;

Dixon, W. J. (1951) «Ratio involving extreme values», *ann. Math. Statist.*, 22, 68-78.

Dixon, W. J. (1950) «Analysis of extreme values», *ann. Math. Statist.*, 21, 488-506.

Emmelhainz, M., A. J., R. Stock et L. W. Emmelhainz (1991) «Consumer Responses to Retail Stock-outs», *Journal of Retail*, 67, 2, summer, 138-47.

Fitzsimons, G. J. (2000) «Consumer Response to Stockouts», *Journal of Consumer Research*, 27 (September), 249-266.

Fox J. (2002) «Linear Models, Problems», Drafts, McMaster University

Franses Philip H., Kloek Teun, Lucas André (1999) «Outlier robust analysis of long-run marketing effect for weekly scanning data», *Journal of Econometrics*, 89, 293-315.

Gabszewicz, J. and J. Thisse (1979) «Price Competition, Quality and Income Disparities », *Journal of Economic Theory* , 20, 340-359.

Germain, Richard, and M. Bixby Cooper (1990) «How a customer Mission Statement Affects Company Performance», *Industrial Marketing Management* , 19, 47, 23-50.

Ghesquiere C. Connan et Acho T. Yapo (2004) «Comportement du Consommateur et Facteurs d'influence, en cas de Rupture de Stock», *Congrès de l'Association Française du Marketing* , 6 et 7 mai, ST MALO.

Hadley, G. and T.M. Whitin (1963) «Analysis of Inventory Systems », Prentice Hall, New Jersey.

Hoch, S. J., E. T. Bradlow, B. Wansink (1999) «The Variety of an Assortiment», *Marketing Science*, 18, 4, 527-546.

Howard, John A., N. Jagdish Sheth (1977) «Théorie du comportement de l'acheteur», *Encyclopédie du marketing*, 1, Paris : Editions techniques, 1-12A.

INSEE (1994) «Nomenclature des professions et catégories socio-professionnelles», PLS.

Jallais, J., J. Orsoni et A. fady (1987) «Marketing de la distribution : application au point de vente», Paris, Edition Vuibert gestion.

Kimber, A.C., and H.J. Stevens (1981) «The null distribution of a test for two upper outliers in an exponential sample», *Applied Statistics*, 30, 153-157.

Kotler P., B. Dubois (1997) «Marketing Management», Publi Union, Nouveaux Horizons, 9^{ème} Edition.

Kremer, Florence (2000) «Le Rôle Stratégique des Marques de Distributeurs dans les Relations Producteurs-Distributeurs sur les Marchés de Biens de Grande Consommation», Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Université Robert Schuman Strasbourg-Facultés Universitaires Catholiques de Mons.

Lapersonne, E. (1995) «Consideration Sets of Size One : An Empirical investigation of Automobile purchases», *International Journal of Research in Marketing*, 12, 1, 55-66.

Lau, H.-S. and A. H. L. Lau (1996) «Estimating the demand distributions of single-period items having frequent stockouts », *European Journal of operational Research*, 92, 254-65.

Lazari, A.G. and D. A. Anderson (1994) «Design of discrete choice set experiments for estimating both attribute and availability cross-effects», *Journal of Marketing Research*, 31, 375-383.

Lewis, T., and Fieller, N.R.J. (1979) «A recursive algorithm for null distributions for outliers : I. Gamma sample», *technometrics*, 21, 371-376.

Likeš, J. (1966) «Distribution of Dixon's statistics in the case of an exponential population», *Metrika*, 11, 46-54.

Loomes, G. and R. Sugden (1982) «Regret Théory : an Alternative Theory of Rational Choice under Uncertainty», *The Economic Journal* , 92, 805-824.

Louviere, J.J. and G. Woodworth (1983) «Design and analysis of simulated consumer choice or allocation experiments : an approach based on aggregate data», *Journal of Marketing Research* , 350, 350-367.

LSA (2000a) «Ruptures», 1670, 30 mars, 5.

LSA (2000b) «Ruptures en rayons : distributeurs et industriels réagissent», 1672, 13avril, 64-5.

Mahajan, S. and G. Van Ryzin (1998) «Stocking retail assortments under dynamic consumer substitution», The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia.

Mazursky D., P. Labarbera and A. Aiello (1987) «When Consumer Switch Brands», *Psychology and Marketing*, 4, 17-30.

Morse, P.M. and G.E. Kimball (1951) «Methods of Operations Research», M.I.T., Press, Cambridge, Massachusetts and Wiley, New York.

Mussa, M. et S. Rosen (1978) «Monopoly and Product Quality », *Journal of Economic Theory*, 18, 301-317.

Muthukrishnan, A.V. (1995) «Decision Ambiguity and Incumbent Brand Advantage», *Journal of Consumer Research*, 22 (june), 98-109.

Nielsen, A.C. (1968) «Growing Problems of Stockouts», *Progressive Grocer*, November, S5-9.

Pahé, G. (1994) «La logistique : Enjeux Stratégiques», Edition Vuibert Entreprise

Pasternack, B. and Z. Drezner (1991) «Optimal inventory policies for substitutable commodities with stochastic demand», *Naval Research Logistics*, 38, 221-240.

Peckham, J.(1963) «The Consumer speaks», October, 21-26.

Perreault, W.D., and A.F. Russ (1976) «Physical Distribution Service in Industrial Purchase Decision», *Journal of MARKeting*, 40 (September), 3-10.

Progressive Grocer (1968) «The Out-of-Stock Study : A crusade against Stockouts», October, S1-32.

Quelch, J.A. and D. Harding (1996) «Brands versus Private Labels : Fighting to Win», *Harvard Business Review*, 79, 1, 99-110.

Rossi, P.E. and G.M. Allenby (1993) «A Bayesian Approach to Estimating household parameters », *Journal of Marketing Research*, 30, 171-182.

Rousseeuw, P.J. and A. M. Leroy (1987) «Robust Regression and Outlier Detection », John Wiley and Sons, Inc. New York.

Shaffer Greg and Zhang Z. John (2000) «A Pay to Switch or Pay to Stay : Preference-Based Price Discrimination in Markets with Switching Costs», *Journal of Economics and Management Strategy*, 9, 3, 397-424.

Schary, Philip B., Boris W. Becker (1978) «The Impact of Stock-Out on Market Share : Temporal Affects», *Journal of Business Logistics*, 1, 1, 31-44.

Schary Philip B. , Chritopher Martin (1979) «The Anatomy of a Stock-Out» *Journal of Retail*, 5, 2, 59-70.

Shaked, A. and J. Sutton (1982) «Relaxing price Competition through Product Differentiation » *Review of Economic Studies*, 49, 3, 3-13.

Taylor, C., (1998) «Supplier Surfing : Price-Discrimination in Markets with Repeat Purchases», Mimeo, U. of Rochester.

Tirole, J. (1989) «The Theory of Industrial Organization», Cambridge, MA : The MIT Press.

Tsay, R. (1988) «Outliers, Level Shifts, and Variance Changes in Time Series», *Journal of Forecasting*, 7, 1-20.

Tukey, J.W. (1977) «Exploratory Data Analysis», Addison-Wesley, Reading, Mass.

Van Trijp, H. C. M., W. D. Hoyer and J.J. Inman (1996) «Why Switch ? Product Category-Level Explanations for True Variety-Seeking Behavior », *Journal of Marketing Research*, 33 (august), 281-292.

Tversky, A. and D. Kahneman (1981)«Loss Aversion in Riskless Choice : A reference-Dependent Model», *The Quarterly Journal of Economics*, 106, 4 1039-1061.

Vallin, Philippe (2001)«La logistique : modèles et méthodes du pilotage des flux», 2 Edition, Economica.

Van Trijp, H. C. M., W. D. Hoyer and J.J. Inman (1996) «Why Switch ? Product Category-Level Explanations for True Variety-Seeking Behavior», *Journal of Marketing Research*, 33, (august), 281-292.

Walters, C.K. and J.B. Grabner (1975) «Stockout Cost Models : Empirical Tests in a Retail Situation», *Journal of Marketing*, 39, (July), 56-60.

Warren, Thayer (1989) «The Return of Stockouts», *Progressive grocer*, July, 276-89.

Wecker, W. E. (1978) «Predicting Demand from sales Data in the Presence of Stockouts», *Management Science*, 24, 10, 1043-54.

Yafil, F. (2003) «Le choix d'un contrat d'assurance maladie entre traitement et compensation», 20èmes journées de Microéconomie Appliquée, 5-6 juin 2002.

Zeithaml, Valerie, A. Parasuraman, Leonard Berry (1985) «A conceptual Model of Service Quality and its Implications for Future Research», *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

Zermati, P. (1985,1976,2003) «La pratique de la gestion des stocks», Dunod Entreprise.

Zinn W. and P.C. Liu (2001) «Consumer Response to Retail Stockouts», *Journal of Business Logistics*, 22, 1, 49-71.

Zinszer, Paul H., Jack A. Lesser (1981) «An Empirical Evaluation of the Role of Stock-Out on Shopper Patronage Processes» *Advances in Consumer Research*, 8, 221-224.