

**Contribution des éléments de service à la satisfaction du consommateur :
approche par une valuation d'opérateurs de logique floue**

Fabrice CLERFEUILLE

Maître de Conférences

Laboratoire d'Economie et de

Management

Institut d'Economie et de Management de

Nantes – IAE

Rue de la Censive du Tertre

BP 52231

44322 Nantes Cedex 3

Tel : 02 40 14 17 02

fabrice.clerfeuille@univ-nantes.fr

Alain COUTURIER

Laboratoire d'Economie et de

Management

Institut d'Economie et de Management de

Nantes – IAE

Rue de la Censive du Tertre

BP 52231

44322 Nantes Cedex 3

alain.couturier@univ-nantes.fr

Résumé :

Cette recherche utilise une approche de logique floue pour apprécier les relations entre des éléments de service et le niveau de satisfaction générale des consommateurs dans une entreprise de services. Elle tente de répondre à deux questions :

- Les éléments de services concourent-ils de la même façon à la satisfaction générale ?
- Si les éléments de service ne participent pas de la même façon au niveau de satisfaction des consommateurs, quels sont ceux qui ont une action plus déterminante ?

Mots clés : Satisfaction – Eléments de service – Logique floue

Abstract :

This research, using a fuzzy logic, try to determinate the relations between some service elements and the level of general satisfaction of consumers in a service area. We try to answer to these two main questions:

- Do the service elements participate in the same way to global satisfaction?
- If the service elements don't participate in the same way, which ones have a more important action on it?

Key words: Satisfaction – Service elements – Fuzzy logic

Les auteurs tiennent à remercier Monsieur Yannick Poubanne pour sa contribution à la collecte de la base de données utilisée dans cette recherche.

Introduction

De très nombreux travaux de recherche portent sur la satisfaction du consommateur. De multiples voies de recherche concernent ce concept central en Marketing. L'axe privilégié dans cette étude porte plus particulièrement sur la contribution des éléments de service à la satisfaction du consommateur. Parmi tous les éléments de service qui participent à l'attitude de satisfaction du consommateur vis-à-vis d'un service, comment détecter ceux qui ont une contribution plus forte ? Cette question a deux implications, académique et managériale.

Sur le plan académique, ce travail permet une meilleure compréhension de la formation de l'attitude du consommateur en prenant en compte les éléments de service auxquels il est le plus sensible. Il se situe dans le courant des travaux de recherche utilisant le modèle tétra-classe de Llosa (1996) ¹ qui indiquent un impact différent d'un élément de service à un autre sur la satisfaction (Llosa, 1997 ² ; Poubanne et al. 2003 ³) et une prise en compte différente selon la typologie du consommateur.

Sur le plan managérial, la mise en évidence d'éléments de services contribuant fortement à la satisfaction du consommateur permet à l'entreprise de services de concentrer ses efforts sur ces éléments prioritaires au lieu de tenter d'améliorer la qualité de tous les éléments de service au prix d'efforts financiers démesurés et inutiles.

L'apport de notre travail consiste à utiliser une approche de logique floue pour dépasser la contrainte que toute relation entre un couple d'objets, en l'occurrence celle d'un élément de service sur la satisfaction, soit vraie ou fausse. Elle doit nous permettre de répondre à ces deux grandes questions :

- Les éléments de service présentent-ils une contribution différente à la satisfaction dans une approche de logique floue ?
- Si des contributions différentes apparaissent entre les éléments de service, quelles sont les caractéristiques de ceux qui sont fortement reliés au niveau de satisfaction du consommateur ?

Pour répondre à ces questions, nous aborderons dans une première partie les mesures d'opérateurs de logique floue que nous utilisons dans ce travail. La deuxième partie sera consacrée à la présentation de notre terrain d'études ainsi que la méthodologie suivie, pour présenter les résultats dans une dernière partie.

I – Les mesures de proximité d'opérateurs en logique floue

La logique floue a été introduite par Zadeh (1965) ⁴ pour dépasser la contrainte que toute propriété P sur un objet x ou toute relation R sur un couple d'objets x et y est soit vraie soit

fausse. En effet, dans un grand nombre de situations réelles, ceci n'est pas le cas. Les relations floues (et donc la logique floue) permettent de prendre en compte le degré d'incertitude sur une situation ou un état.

A - Mesure de proximité d'opérateurs logique floue

Soit une population caractérisée par p critères $C_1 \dots C_j \dots C_p$. Nous disposons d'un critère global Y . Dans quelle mesure ces critères $C_1 \dots C_j \dots C_p$ "expliquent-ils" Y ? Existe-t-il parmi ces p critères un sous-ensemble de critères déterminants (facteurs ou indicateurs) de la variable globale Y ?

L'approche "floue" nous semble adéquate à ce problème. En effet, les relations entre ces critères vont être traduites par des variables qualifiantes "est plus que" ou "est moins que". Par exemple, la variable perception du temps d'attente est liée à la variable satisfaction. Nous pouvons alors parler d'implication. Cette implication, ni "complètement vraie" ni "complètement fausse" peut prendre toute valeur de l'échelle : [faux, quasiment faux, presque faux, assez faux, plus faux que vraie, indéterminée, plus vraie que faux, assez vraie, presque vraie, quasiment vraie, vrai].

1 – La S-valuation

Soient A et B deux ensembles finis $A=\{a_i\}$ $B=\{b_j\}$. Une relation floue ⁵ sur $A \times B$ est un ensemble $r = \{(a_i, b_j, v_{ij}) \mid a_i \in A, b_j \in B\}$, où v_{ij} représente une pondération, un degré de confiance ou de vraisemblance. Une table de vraisemblance T est composée d'éléments $T_{i,j} \in [0,1]$ mesurant le degré de confiance ou de véracité du couple associé ($X=i, Y=j$). Elle n'est qu'une relation floue où les a_i et b_j sont des mesures floues des états des variables X et Y .

Soient S une table d'un opérateur "logique" et T une table "de vraisemblance" croisant deux caractères X et Y . Comment mesurer l'adéquation de T avec S ?

Cette adéquation peut être mesurée par la proximité entre S et T . Nous proposons de prendre comme indicateur de proximité du couple (S,T) le ratio :

$$\text{prox}(S,T) = \frac{\text{écart entre } S \text{ et } T}{\text{maximum écart entre } S \text{ et } U}$$

où U est une table quelconque.

Ce rapport vaut 0 si S et T sont identiques et vaut 1 si l'écart entre S et T est maximal.

Deux fonctions d'écart seront utilisées dans cette étude. Si S et T représentent des tableaux de mêmes dimensions alors :

$$\begin{aligned}
 - \text{écart}_1(S,T) &= \sum_i \sum_j |S_{ij} - T_{ij}| \\
 - \text{écart}_2(A,B) &= \sum_i \sum_j (S_{ij} - T_{ij})^2
 \end{aligned}$$

La proximité entre S et T devient :

$$\text{prox}(S,T) = \frac{\text{Ecart}(S,T)}{k}$$

où k est la valeur maximale d'écart entre S et U est un tableau de vraisemblance quelconque.

On appellera « S-valuation » de la table de vraisemblance T, notée val(S(x,y)), la valeur de l'expression : 1 - prox(S,T). Dans le cas où S est l'opérateur d'implication, val(Imp(x,y)) sera notée : val(x→y).

2 - Proximité d'une table de vraisemblance avec l'opérateur implication

On se propose de mesurer la proximité entre l'opérateur d'implication « Imp » et un tableau T de vraisemblance, croisant les critères X et Y, par :

$$\text{val}(x \rightarrow y) = 1 - \text{prox}(\text{Imp}, T)$$

Dans le cas d'une échelle de valeurs floues [0, .25, .50, .75, 1] et de l'opérateur d'implication de Lee, il s'agit d'évaluer max(ecart(Imp,X)) où X est une table quelconque

proposition :

Si x et y sont deux nombres appartenant à l'intervalle [0,1] le maximum de |x - y| pour x fixé est atteint pour :

$$y = 0 \text{ si } x > 0.5$$

$$y = 1 \text{ sinon}$$

conséquence 1 :

Soit Imp la table de l'opérateur classique d'implication pour l'échelle [0, 1]

1	1
0	1

La table X ayant le plus grand écart avec Imp est défini par : $\text{Imp} < 0.5$

0	0
1	0

On en déduit :

$$k_1 = \max \text{écart}_1 (\text{Imp}, A) = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - X_{i,j}| = 4$$

$$k_2 = \max \text{écart}_2 (\text{Imp}, A) = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - X_{i,j}|^2 = 4$$

conséquence 2 :

Soit Imp la table de l'opérateur implication de Lee pour l'échelle [0 , 0.25 , 0.50 , 0.75 , 1.0]

1	1	1	1	1
0.75	0.75	0.75	0.75	1
0.5	0.5	0.5	0.75	1
0.25	0.25	0.5	0.75	1
0	0.25	0.5	0.75	1

La table X ayant le plus grand écart avec Imp est défini par : $\text{Imp} < 0.5$

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
1	1	0	0	0

On en déduit :

$$k_1 = \max \text{écart}_1 (\text{Imp}, A) = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - X_{i,j}| = 20$$

$$k_2 = \max \text{écart}_2 (\text{Imp}, A) = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - X_{i,j}|^2 = 16.875$$

exemple 1 :

Soient « Imp » la table binaire de l'opérateur implication et « S » une table de vraisemblance :

$$\text{Imp} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$S = \begin{vmatrix} 0,8 & 1 \\ 0,1 & 0,9 \end{vmatrix}$$

$$\text{Imp-S} = \begin{vmatrix} 0,2 & 0 \\ -0,1 & 0,1 \end{vmatrix}$$

$$\text{prox}(\text{Imp}, S)_1 = (|0.2| + |-0.1| + |0.1|) / 4 = 0.1 \text{ d'où } \text{val}(x \rightarrow y) = 1 - \text{prox}(\text{Imp}, S)_1 = 0.9$$

$$\text{prox}(\text{Imp}, S)_2 = (0.2^2 + |-0.1|^2 + |0.1|^2) / 4 \text{ d'où } \text{val}(x \rightarrow y) = 1 - \text{prox}(\text{Imp}, S)_2 = 0.6127$$

exemple 2 :

Soient X et Y deux critères mesurés sur l'échelle [0,0.25,0.5,0.75,1] avec l'interprétation :

0	0,25	0,5	0,75	1
---	------	-----	------	---

très mauvais	mauvais	moyen	bon	très bon
--------------	---------	-------	-----	----------

Tableau 1 : Interprétation de l'échelle

On dispose de données expérimentales sous la forme d'un tableau de comptage croisant les caractères X et Y :

X □ Y	0	0.25	0.50	0.75	1
0	15	13	12	18	10
0.25	13	16	12	10	12
0.5	9	12	8	15	14
0.75	6	8	10	11	16
1	2	4	11	12	30

Tableau 2 : Tableau de comptage croisant les caractères X et Y

Ce tableau de données Z est transformé en une table de vraisemblance. Intuitivement, la plus forte valeur du tableau Z est la plus vraisemblable. On attribue donc le coefficient de vraisemblance 1 à cette valeur maximale. On affecte ensuite à chaque valeur x de Z la valeur de vraisemblance $\varphi(x)$ où φ est une fonction croissante de l'intervalle $[0, \max(Z)]$, vérifiant les conditions : $\varphi(0) = 0$ et $\varphi(\max(Z)) = 1$.

Si on utilise la fonction uniforme, cela revient à diviser tous les éléments du tableau de comptage Z par son élément maximal $\max(D)$:

0.75	0.65	0.6	0.9	0.5
0.65	0.8	0.6	0.5	0.6
0.45	0.6	0.4	0.75	0.7
0.3	0.4	0.5	0.55	0.8
0.1	0.2	0.55	0.6	1

Tableau 3 : Table de vraisemblance

Cette table de vraisemblance, notée S, est à comparer avec la table d'implication floue Imp. Si l'on utilise l'opérateur d'implication de Lee ($x \rightarrow y \equiv \sup(\text{non}(x), y)$), l'opérateur Imp se présente sous la forme :

1	1	1	1	1
0.75	0.75	0.75	0.75	1
0.5	0.5	0.5	0.75	1

0.25	0.25	0.5	0.75	1
0	0.25	0.5	0.75	1

Tableau 4 : Table d'implication floue

On en déduit :

$$\text{prox}(\text{Imp}, S)_1 = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - S_{ij}| / 20$$

$$\text{d'où } \text{val}_1(x \rightarrow y) = 1 - \text{prox}(\text{Imp}, S)_1 = 0.838$$

$$\text{prox}(\text{Imp}, S)_2 = \sum \sum |\text{Imp}_{i,j} - S_{ij}|^2 / 16.875$$

$$\text{d'où } \text{val}(x \rightarrow y)_2 = 1 - \text{prox}(\text{Imp}, S)_2 / 16.875 = 0.8018$$

Dans l'échelle [0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1] que l'on peut interpréter par [faux, quasiment faux, presque faux, assez faux, plus faux que vrai, indéterminé, plus vrai que faux, assez vrai, presque vrai, quasiment vrai, vrai], $\text{val}(x \rightarrow y)_2$ se qualifie par "presque vrai".

II – Terrain d'application et méthodologie

Nous rappellerons dans une première partie les raisons de choix du domaine d'application de cette recherche, pour aborder dans une seconde partie la méthode de collecte des données. Enfin, dans une troisième partie, nous présenterons l'algorithme utilisé pour décomposer la population en sous-groupes homogènes

A - Domaine d'application

Le domaine d'application retenu est celui de l'évaluation par les propriétaires d'animaux domestiques (chiens, chats) des services proposés par les cliniques vétérinaires dans lesquelles ils sont clients. L'offre de services d'une clinique vétérinaire est très large dans la mesure où elle comprend les soins médicaux ou chirurgicaux (avec plusieurs niveaux de complexité des actes, de la vaccination à la chirurgie lourde), mais aussi la vente de produits (anti-parasitaires, produits d'hygiène, aliments industriels, etc.). Au-delà de l'offre complexe de services proposés, ce secteur d'activité a été choisi pour des caractéristiques supplémentaires :

- Implication forte du propriétaire pour les soins administrés à son animal ;
- Impact de l'affectif dans les relations tripartites client / animal / vétérinaire ;
- Concurrence forte dans ce secteur (avec d'autres circuits et aussi entre confrères) ;
- Prix libres ;
- Diversité du mode d'exercice des vétérinaires qui peuvent exercer seul ou à plusieurs dans des structures de taille très différentes ;

- Activité de généraliste ou de spécialiste (dans des domaines aussi variés que la cardiologie, l'ophtalmologie, etc.).

Pour cet ensemble de raisons, le choix d'un vétérinaire par un propriétaire d'animaux de compagnie résulte de plus en plus du bouche-à-oreille et de l'information entendue sur la qualité des services proposés par telle ou telle clinique vétérinaire. La diversité des services proposés, des intervenants dans une clinique (vétérinaires et assistantes) et des critères intervenants dans la satisfaction des clients nous ont amenés à sélectionner ce domaine d'application pour apprécier l'importance des éléments de service dans la satisfaction des clients.

B - Méthode de collecte des données

La collecte des données s'est effectuée en deux temps : une étape qualitative suivie d'une deuxième étape quantitative. L'étape qualitative était destinée à collecter les éléments de service intervenant dans la satisfaction des propriétaires d'animaux de compagnie. Des entretiens semi-directifs ont été accomplis auprès de 18 propriétaires d'animaux de compagnie et 5 vétérinaires praticiens. Ils ont été réalisés dans des zones géographiques distinctes (Nantes, Paris, Nice pour la France, et Londres pour le Royaume-Uni) pour tenir compte d'éventuelles spécificités locales (présence ou pas d'un parking, plages d'heures d'ouverture des cliniques, etc.). Au cours de cette phase, 24 éléments de service différents ont été sélectionnés, regroupés en 6 catégories distinctes (la liste des éléments de service retenus et leurs catégories de regroupements sont présentées dans l'annexe 1).

La deuxième étape, de nature quantitative, a consisté à administrer un questionnaire à 5000 propriétaires d'animaux de compagnie, au terme de leur consultation dans 25 cliniques vétérinaires différentes.

Le questionnaire était formé de deux parties distinctes que chaque répondant était amené à compléter :

- Evaluation du niveau de satisfaction générale de la clinique (variable « C1 ») au moyen d'une échelle sémantique différentielle à 5 points ;
- Evaluation des 24 éléments de services (variables « C2 » à « C24 ») sur une échelle de performance perçue à 5 points.

Après élimination des questionnaires incomplets, 4422 questionnaires ont été retenus.

C - Découpage de la population et méthodologie utilisée

La population des clients a été découpée en sous-groupes en minimisant un critère, approximation d'un critère d'inertie, suivant l'algorithme :

- 1) Déterminer la plus grande valeur propre λ_1 de la matrice : $L = K-D$ où
 D : est une matrice de distances avec $d(i,i) = 0$
 K : est la matrice diagonale avec $k(i,i) = \sum w(i,j) \quad 1 \leq j \leq n$
- 2) Soit x le vecteur associé à λ_1 . Décomposer la population P en deux sous populations :
 $P_1 = \{x_i : x_i \geq s\}$
 $P_2 = \{x_i : x_i < s\}$
où s est un seuil défini par l'une des conditions suivantes :
 - la valeur médiane des x_i
 - la valeur qui minimise le «ratio cut»
 - zéro($s=0$)
 - le plus grand écart entre les x_i (plus grand gap)
- 3) Réitérer la décomposition sur les sous-populations.

Cette procédure est proche de celle proposée par Shi et Malik ⁶ et donne des résultats équivalents.

Nous calculons la matrice de distances euclidiennes D entre les critères et ramenons ces distances dans l'intervalle $[0,1]$. Une représentation graphique de cette matrice peut alors être obtenue dans une échelle allant du noir (distance=0) au blanc (distance=1) (figure 1).

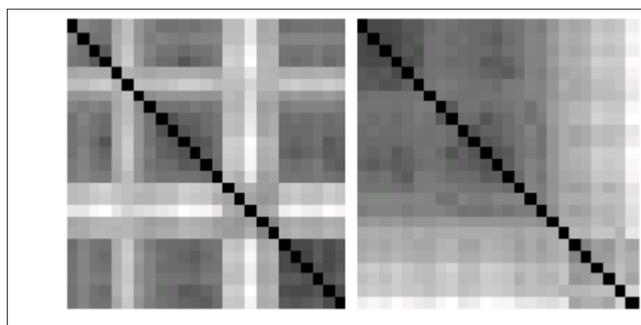


Figure 1 : représentation de la matrice de distances entre critères sans arrangement (image gauche) avec arrangement (image droite)

En réorganisant les lignes et les colonnes, nous pouvons mettre en évidence (figure 2) deux sous-groupes fortement structurés (zones en grisé fort) :

- Le sous-groupe G1 composé des critères 20, 21, 22, 24, 25, 23, 1, 3, 4, 9, 10, 11, 12 et 13
- Le sous-groupe G2 composé des critères 18, 19, 15, 16, 6 et 17
- Et un sous-groupe intermédiaire, entre G1 et G2, composé des critères 14, 2, 8, 7, 5.

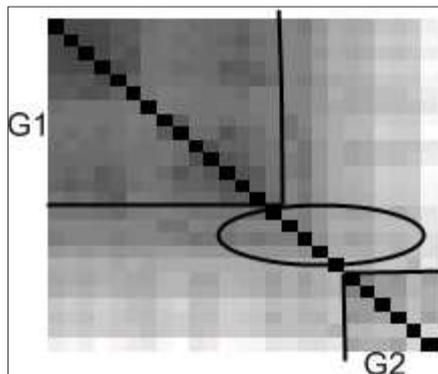


Figure 2 : découpage des critères en deux sous-groupes

Différentes questions se posent alors :

- Comment ces deux groupes déterminent-ils le critère de satisfaction globale C1 ?
- Le fait que ce critère global C1 appartient au sous-groupe G1 rend-il ce groupe plus représentatif ?
- La réorganisation de la matrice de distances entre critères génère l'ordre suivant : éléments du sous- groupe G1, puis élément du sous-groupe intermédiaire et enfin éléments du sous-groupe G2 :

[20, 21, 22, 24, 25, 23, 1, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 8, 7, 5, 18, 19, 15, 16, 6, 17]

Cet ordre permet-il de partitionner la population en sous-groupes homogènes ?

Le problème consiste à découper l'ensemble de la population des 4422 fiches en sous-groupes les plus homogènes possibles. Deux techniques sont utilisées :

- Découpage en appliquant l'algorithme présenté précédemment
- Découpage suivant l'ordre des sommes de notes sur les 25 critères.

Les résultats obtenus concordent et peuvent être représentés graphiquement. Dans ces figures, les individus sont en abscisses et les critères en ordonnées. La figure 3a est une représentation sans réarrangement et la figure 3b correspond à un réarrangement des colonnes.

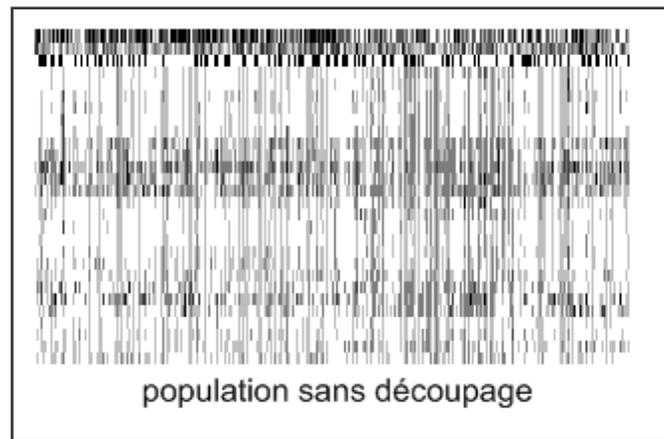


Figure 3a : représentation de la population

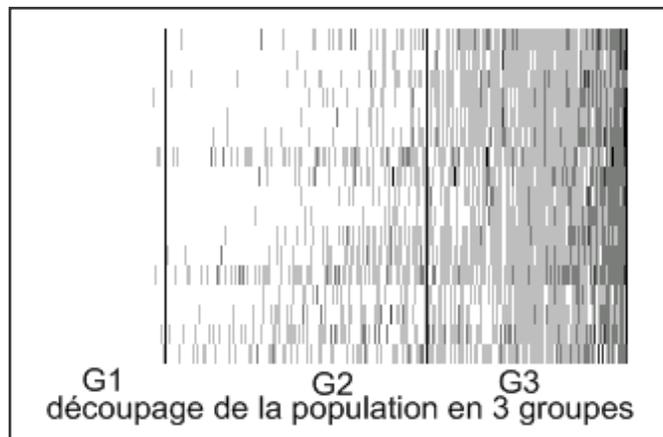


Figure 3b : découpage de la population en 3 sous-ensembles

Intuitivement en inspectant le graphique de la figure 3b nous pouvons constater que :

- Le groupe G1 attribue les plus fortes notes de performances (presque 5) : la partie gauche de la figure 3b est blanche ;
- Le groupe G2 attribue des notes moyennes de performances (entre 3 et 4) : la partie centrale de la figure 3b est gris clair ;
- Le groupe G3 attribue des notes basses de performances (entre 1 et 2) : la partie droite de la figure 3b est grise foncée.

Pour affiner cette première constatation et mieux caractériser chaque groupe, nous devons étudier plus finement les liaisons groupe X critères et critères X critère de satisfaction générale.

La méthodologie utilisée s'effectue en 2 étapes :

- Etude des critères et recherche de leur capacité à expliquer la variable évaluation globale ;

- Etude et caractérisation des 3 sous-groupes de population.

III - Résultats

Les évaluations des clients sur les 25 critères ont été ramenées sur l'échelle suivante : 0 , 0.25, 0.5, 0.75, 1.

A – Hiérarchisation des éléments de services en relation avec la satisfaction générale

Pour évaluer l'effet des critères C2 à C25 sur le critère de satisfaction globale C1, nous calculons les valuations de opérateurs implique(imp) et(et) pour les critères $y(C1)$ et $x(C2$ à $C25)$. Le tableau 5 résume les résultats obtenus.

Elément de service	$imp(x,y)$	$et(x,y)$	Rang de classement des valuations de l'opérateur « et »
C16	0.435443	0.931807	1
C19	0.409608	0.930748	2
C18	0.39495	0.926659	3
C6	0.400392	0.925155	4
C15	0.429578	0.923512	5
C5	0.36167	0.913246	6
C17	0.494836	0.9082	7
C8	0.332255	0.901408	8
C7	0.338303	0.899975	9
C2	0.32762	0.89862	10
C14	0.311339	0.887603	11
C9	0.304014	0.883721	12
C10	0.300059	0.881023	13
C23	0.300994	0.88084	14
C3	0.296904	0.878722	15
C13	0.294453	0.876365	16
C20	0.293447	0.876004	17
C22	0.292039	0.875037	18
C25	0.289535	0.873	19
C12	0.285562	0.870647	20
C21	0.285327	0.870174	21
C4	0.284094	0.869628	22
C11	0.282514	0.868756	23
C24	0.279986	0.86661	24

Tableau 5 : opérateurs « imp », et « et » sur l'ensemble des éléments de services

Si nous comparons l'ordre obtenu en classant par valeurs décroissantes les valuations de l'opérateur "et" :

16, 19, 18, 6, 15, 5, 17, 8, 7, 2, 14, 9, 10, 23, 3, 13, 20, 22, 25, 12, 21, 4, 11, 24

et l'ordre obtenu en rangeant par valeurs croissantes les distances des critères C2 à C25 au critère de satisfaction globale C1 (la matrice de distance entre critères est présentée en annexe 3) :

1, 20, 22, 24 , 21, 10, 25, 9, 12, 23, 11, 4, 3, 13, 14, 2, 8, 7, 18, 19, 5, 16, 15, 6, 17)

nous observons qu'ils sont en grande partie "inverses" l'un de l'autre.

Cette constatation met à défaut l'idée à priori que les critères les plus proches, au sens de la distance euclidienne, sont les critères les plus représentatifs pour expliquer le critère de satisfaction globale C1.

La dernière colonne du tableau 1 nous donne l'ordre des critères influençant la variable satisfaction globale C1. Les facteurs explicatifs appartiennent aux rubriques :

- Salle d'attente (décoration, bruit, possibilité de s'asseoir) ;
- Parking (sécurité du parking et sa proximité du domicile du client).

Il est intéressant de noter que les éléments de service ayant le plus de poids sur la satisfaction du client concernent des services périphériques (salle d'attente et parking) et non des services centraux (vétérinaire ou assistante).

B - Comparaison des deux critères les plus " explicatifs "

Etudions les relations $\text{val}(\ll \text{et} \gg(C1, C16))$ et $\text{val}(\ll \text{et} \gg(C1, C17))$, c'est-à-dire entre la satisfaction générale et les éléments de services C16 et C17.

En effet C17 représente la plus grande valeur d'implication et C16 la plus grande valeur de l'opérateur « et ».

L'opérateur « et » (C1, C17) relie le critère C1 qui est la note globale de satisfaction et C17 l'élément de service « confort des sièges de la salle d'attente ».

Dans la représentation graphique allant du blanc (note maximale de qualité 5) au noir (note minimale de qualité 1), nous obtenons la figure 4 suivante :



Figure 4 : représentation de la liaison critère C17 - critère C1

et le tableau 6 de pourcentages :

C17↓ C1→	note 5	note 4	note 3	note 2	note 1
note 5	85,2	56,5	42,6	42,4	38,3
note 4	12	37,8	44,1	43,2	42,1
note 3	2,6	5,4	12,2	12,8	15,8
note 2	0,1	0,1	0,6	0,8	2,2
note 1	0	0	0,3	0,6	1,5

Tableau 6 : relation entre C17 et C1 en pourcentages

La lecture des lignes s'interprète de la façon suivante :

85,2% des clients ayant noté 5 le critère C17 ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 56,4% des clients ayant noté 4 le critère C17 ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 42,6% des clients ayant noté 3 le critère C17 ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 42,4% des clients ayant noté 2 le critère C17 ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 38,3% des clients ayant noté 1 le critère C17 ont noté 5 le critère de satisfaction globale

La lecture des colonnes s'interprète elle de cette façon :

parmi les clients ayant noté 5 le critère C17, 85,2% ont noté 5 le critère de satisfaction globale

parmi les clients ayant noté 5 le critère C17, 12,0% ont noté 4 le critère de satisfaction globale

parmi les clients ayant noté 5 le critère C17, 2,6% ont noté 3 le critère de satisfaction globale

parmi les clients ayant noté 5 le critère C17, 0,1% ont noté 2 le critère de satisfaction globale

parmi les clients ayant noté 5 le critère C17, 0,0% ont noté 1 le critère de satisfaction globale

En résumé, plus les clients sont satisfaits pour le critère C17 (confort des sièges dans la salle d'attente), plus la note de satisfaction globale est forte.

L'opérateur « et »(C1,C16) relie C1 qui est la note globale de satisfaction et C16 la note de décoration de la salle d'attente. Dans la même échelle de couleur nous obtenons la figure et le

tableau suivants :



Figure 5 : représentation de la liaison critère C16 critère C1

C16↓ C1→	note 5	note 4	note 3	note 2	note 1
note 5	80,2	52,9	38,9	24,8	37,5
note 4	16,6	41	45,1	53,1	34,3
note 3	3	5,8	14,7	18,6	21,8
note 2	0,1	0,1	0,8	1,7	3,1
note 1	0	0,1	0,3	1,7	3,1

Tableau 7 : relation entre C16 et C1 en pourcentage

La lecture des lignes s'interprète de la façon suivante :

80,2% des clients ayant noté 5 le critère C16 ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 52,9% des clients ayant noté 5 le critère C16 ont noté 4 le critère de satisfaction globale
 38,9% des clients ayant noté 5 le critère C16 ont noté 3 le critère de satisfaction globale
 24,8% des clients ayant noté 5 le critère C16 ont noté 2 le critère de satisfaction globale
 37,5% des clients ayant noté 5 le critère C16 ont noté 1 le critère de satisfaction globale

La lecture des colonnes s'interprète elle de cette façon :

parmi les clients ayant noté 5 le critère C16, 80,2% ont noté 5 le critère de satisfaction globale
 parmi les clients ayant noté 4 le critère C16, 16,6% ont noté 4 le critère de satisfaction globale
 parmi les clients ayant noté 3 le critère C16 3% ont noté 3 le critère de satisfaction globale
 parmi les clients ayant noté 2 le critère C16, 0,1% ont noté 2 le critère de satisfaction globale
 parmi les clients ayant noté 1 le critère C16, 0% ont noté 1 le critère de satisfaction globale

En résumé, plus les clients sont satisfaits pour le critère C16 (décoration de la salle d'attente) plus la note de satisfaction globale est forte.

C - L' effet de groupe.

Les résultats que nous venons d'obtenir sont-ils différenciés suivant le groupe considéré ?

Les deux tableaux suivants (tableaux 7a et 7b) indiquent pour chaque groupe les valuations des opérateurs "imp", "nimp", "et".

C16	imp(x,y)	nimp(x,y)	et(x,xy)
global	0,44	0,63	0,93
g1	0,27	0,68	0,84
g2	0,4	0,65	0,91
g3	0,34	0,72	0,85

Tableau 7a : valuations par groupes de imp,nimp,et pour le critère C16

C17	imp(x,y)	nimp(x,y)	et(x,xy)
global	0,49	0,57	0,91
g1	0,31	0,67	0,86
g2	0,44	0,62	0,89
g3	0,34	0,73	0,83

Tableau 7b : valuations par groupes de imp,nimp,et pour le critère C17

Les critères C17 et C16 sont les éléments "expliquant" le plus le critère de satisfaction globale C1. Autrement dit : confort des sièges et décoration de la salle d'attente sont des éléments importants expliquant la note de satisfaction globale. Ce dernier critère est important pour le sous-groupe G2.

Comment interpréter que $\text{val}(\ll \text{imp} \gg(C1,C17)) = 0.495$ est la plus forte valuation d'implication et que $\text{val}(\ll \text{et} \gg(C1,C17)) = 0.908$ n'est classé qu'en septième position ? Le problème est analogue pour $\text{val}(\text{imp}(C1,C16)) = 0.495$ et $\text{val}(\text{et}(C1,C16)) = 0.9318$, la plus forte valuation de l'opérateur "et" ?

Pour illustrer l'interprétation de ces opérateurs plaçons nous dans la logique floue de support $[0,1]$ c'est à dire [Faux,Vrai].

$$A = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,9 \\ 0 & 0,5 \end{vmatrix} \quad B = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0, & 0,9 \end{vmatrix} \quad \text{Imp} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{Et} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Tableau 5 : Exemple d'opérateurs

Soient A,B deux tables de vraisemblance, « Imp » et « et » les tables des opérateurs "implique" et "et".

A représente la vraisemblance de $X \rightarrow Y$ et B la vraisemblance de $X \rightarrow Z$.

Notons :

a la proximité de A et Imp c'est à dire $\text{val}(X \rightarrow Y)$

b la proximité de A et Et c'est à dire $\text{val}(\text{et}(X,Y))$

c la proximité de B et Imp c'est à dire $\text{val}(X \rightarrow Z)$

d la proximité de B et Et c'est à dire $\text{val}(\text{et}(X,Z))$

En appliquant les formules données précédemment, nous obtenons ¹ :

$$a = 0.925 \quad b = 0.575 \quad c = 0.4975 \quad d = 0.9975$$

La table T1 est "proche"(a = 0.925) de l'opérateur "imp" mais assez "éloigné" (b = 0.575) de l'opérateur "et".

La table T2 est assez "éloignée" (c = 0.4975) de l'opérateur "imp" mais "proche" (d = 0.9975) de l'opérateur "et".

Conclusion

Cette recherche met en évidence, par une approche de logique floue, les relations entre les éléments de service et le niveau de satisfaction générale de consommateurs vis-à-vis d'une entreprise de services.

Elle amène des réflexions sur plusieurs points.

Sur le plan mathématique, la méthode de logique floue utilisée met à défaut l'idée que les critères les plus proches au sens de la distance euclidienne sont les plus représentatifs pour expliquer la satisfaction générale des consommateurs. Les analyses basées sur des calculs de distances euclidiennes doivent donc être utilisées avec prudence dans ce type de problématique pour ne pas prendre de décisions hâtives.

Sur le plan marketing, elle confirme que les éléments de services ne participent pas de la même façon à la formation de l'attitude de satisfaction des consommateurs. Elle révèle de plus que les éléments de services les plus contributifs au niveau de satisfaction sont des éléments de services « périphériques » et non ceux que l'on peut qualifier de « centraux ». En effet, les éléments de services tels que la décoration ou le confort des sièges de la salle

¹l'annexe 3 détaille les étapes du calcul

d'attente sont les plus contributifs du niveau de satisfaction alors que la majorité des éléments de service reliés au vétérinaire lui-même sont peu contributifs au niveau de satisfaction générale. Ces résultats confirment les premières études de Poubanne et al. (2006). La plus grande prudence est donc nécessaire dans la mise en place d'améliorations du niveau de satisfaction des consommateurs. Il apparaît en effet important de s'interroger sur le poids des éléments de services dans leur contribution au niveau de satisfaction générale avant de se lancer dans des actions correctives.

En termes d'axe de recherche futur, l'obtention de trois groupes différenciés montre la nécessité d'une analyse plus complète pour déterminer l'impact de variables de segmentation et leurs liens dans la constitution de ces groupes. Des écarts ont en effet été trouvés dans les groupes entre les valuations des opérateurs "imp", "nimp", "et". Elle impose de rechercher les différences individuelles qui permettraient de mettre à jour des typologies de clients plus sensibles à tel ou tel élément de service permettant ainsi de hiérarchiser les priorités d'actions en fonction des cibles managériales. Enfin, ce travail de recherche sur la satisfaction nécessite d'être dupliqué sur la fidélisation pour apprécier le recouvrement ou pas des éléments de service sur leurs participations à ces deux concepts.

Bibliographie

- 1 - Llosa S. (1996), Contributions à l'étude de la satisfaction dans les services, *Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion*, I.A.E. Aix-Marseille.
- 2 - Llosa S. (1997), L'analyse de la contribution des éléments du service à la satisfaction : un modèle tétra-classe, *Décisions Marketing*, 10, pp. 81-88.
- 3 – Poubanne Y., Clerfeuille F. et J.-L. Chandon (2006), « Variation within service categories and customer satisfaction: A segment – based approach using the tetra-class model », *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, Palgrave Macmillan, 2006, vol. 15, 1, pp. 30-46.
- 4 - Zadeh L.A (1965), « Fuzzy Sets », *Inform & Control*, vol 85, pp. 338-353.
- 5 - Defays, D. (1976), « Relations floues et analyse hiérarchique des questionnaires », *Mathématiques et Sciences Humaines*, 55, pp. 45-60.
- 6 – Shi J. et Malik J., « Normalized Cuts and Image Segmentation »
<http://www.cs.berkeley.edu/~malik/papers/SM-ncut.pdf>

Annexe 1 : Liste des éléments de services et leurs catégories de regroupements

Catégorie de regroupement	Elément de service		Catégorie de regroupement	Elément de service		
	Code	Nature		Code	Nature	
Satisfaction générale	C1	Niveau de satisfaction générale	Salle d'attente	C14	Propreté	
Téléphone	C2	Rapidité de la réponse		C15	Temps d'attente	
	C3	Obtention d'un rendez-vous qui me convient		C16	Décoration	
	C4	Chaleur de la personne qui me répond		C17	Confort des sièges	
Emplacement de la Clinique	C5	Distance me séparant de la Clinique		C18	Possibilité de places assises	
	C6	Sécurité du parking pour mon animal		C19	Environnement sonore	
Heures d'ouverture	C7	Indications claires sur les heures d'ouverture		Vétérinaire	C20	Explications claires
Qualité de l'accueil de l'assistante	C8	Qualification du personnel			C21	Douceur avec mon animal
	C9	Compétence			C22	Rassurant
	C10	Capacité d'écoute	C23		Rapidité du diagnostic	
	C11	Politesse	C24		Courtoisie	
	C12	Gentillesse avec mon animal	C25		Propreté de la blouse	
	C13	Propreté de la blouse				

Annexe 2 : Tableaux des évaluations des opérateurs "imp", "nip" "et"

La première colonne indique le groupe, la seconde la valuation de "imp", la troisième la valuation de "nip" et la dernière la valuation de "et"

(C2, C1)

global	0,33	0,69	0,9
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,33	0,67	0,89
g3	0,31	0,74	0,87

(C3, C1)

global	0,3	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81

global	0,3	0,7	0,88
g2	0,28	0,69	0,86
g3	0,32	0,74	0,88

(C4, C1)

global	0,28	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,26	0,69	0,85
g3	0,3	0,74	0,87

(C5, C1)

global	0,36	0,69	0,91
g1	0,25	0,68	0,83
g2	0,35	0,68	0,9
g3	0,36	0,73	0,9

(C6, C1)

global	0,4	0,69	0,93
g1	0,26	0,68	0,83
g2	0,4	0,66	0,92
g3	0,37	0,73	0,88

(C7, C1°)

global	0,34	0,7	0,9
g1	0,23	0,68	0,82
g2	0,33	0,68	0,89
g3	0,34	0,74	0,88

(C8, C1)

global	0,33	0,69	0,9
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,33	0,67	0,9
g3	0,31	0,74	0,86

(C9, C1)

global	0,3	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,29	0,69	0,87
g3	0,28	0,74	0,85

(C10, C1)

global	0,3	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,28	0,69	0,86
g3	0,28	0,74	0,85

(C11, C1)

global	0,28	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,25	0,69	0,84
g3	0,29	0,74	0,87

(C12, C1)

global	0,29	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,25	0,69	0,84
g3	0,29	0,74	0,86

(C13, C1)

global	0,29	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,27	0,69	0,85
g3	0,3	0,74	0,87

(C14, C1)

global	0,31	0,7	0,89
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,3	0,68	0,88
g3	0,3	0,74	0,87

(C15, C1)

global	0,43	0,64	0,92
g1	0,28	0,67	0,85
g2	0,37	0,67	0,89
g3	0,35	0,72	0,85

(C16, C1)

global	0,44	0,63	0,93
g1	0,27	0,68	0,84
g2	0,4	0,65	0,91
g3	0,34	0,72	0,85

(C17, C1)

global	0,49	0,57	0,91
g1	0,31	0,67	0,86
g2	0,44	0,62	0,89
g3	0,34	0,73	0,83

(C18, C1)

global	0,39	0,67	0,93
--------	------	------	------

global	0,39	0,67	0,93
g1	0,25	0,68	0,83
g2	0,39	0,62	0,92
g3	0,34	0,72	0,86

(C19, C1)

global	0,41	0,65	0,93
g1	0,26	0,68	0,84
g2	0,38	0,65	0,91
g3	0,33	0,71	0,85

(C20, C1)

global	0,29	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,27	0,69	0,86
g3	0,28	0,74	0,85

(C21, C1)

global	0,29	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,26	0,69	0,84
g3	0,29	0,74	0,86

(C22, C1)

global	0,29	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,26	0,69	0,85
g3	0,28	0,74	0,85

(C23, C1)

global	0,3	0,7	0,88
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,28	0,69	0,87
g3	0,29	0,74	0,85

(C24, C1)

global	0,28	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,25	0,69	0,84
g3	0,29	0,74	0,86

(C25, C1)

global	0,29	0,7	0,87
--------	------	-----	------

global	0,29	0,7	0,87
g1	0,22	0,68	0,81
g2	0,26	0,69	0,85
g3	0,29	0,74	0,86

Annexe 3 : Matrice des distances entre critères

matrice de distance entre critères :

```

0.00 0.52 0.48 0.47 0.66 0.76 0.59 0.51 0.46 0.45 0.46 0.45 0.48 0.50 0.73 0.73 0.91 0.66 0.67 0.44 0.45 0.44 0.46 0.44 0.45
0.52 0.00 0.45 0.45 0.67 0.76 0.59 0.50 0.51 0.50 0.49 0.51 0.51 0.52 0.74 0.74 0.92 0.67 0.67 0.52 0.53 0.53 0.53 0.52 0.52
0.48 0.45 0.00 0.36 0.67 0.78 0.61 0.52 0.47 0.46 0.42 0.45 0.47 0.49 0.79 0.78 0.98 0.70 0.71 0.47 0.47 0.47 0.50 0.45 0.47
0.47 0.45 0.36 0.00 0.67 0.80 0.60 0.49 0.44 0.42 0.33 0.41 0.43 0.48 0.82 0.80 1.00 0.71 0.72 0.45 0.44 0.45 0.49 0.41 0.44
0.66 0.67 0.67 0.67 0.00 0.71 0.66 0.65 0.67 0.67 0.67 0.67 0.65 0.65 0.77 0.77 0.91 0.72 0.70 0.67 0.68 0.68 0.68 0.68 0.66
0.76 0.76 0.78 0.80 0.71 0.00 0.74 0.73 0.75 0.76 0.80 0.79 0.78 0.73 0.75 0.74 0.84 0.72 0.72 0.78 0.80 0.78 0.78 0.80 0.78
0.59 0.59 0.61 0.60 0.66 0.74 0.00 0.57 0.59 0.59 0.60 0.60 0.57 0.57 0.73 0.70 0.87 0.66 0.67 0.59 0.60 0.59 0.60 0.61 0.58
0.51 0.50 0.52 0.49 0.65 0.73 0.57 0.00 0.45 0.46 0.46 0.48 0.47 0.49 0.71 0.70 0.88 0.62 0.64 0.50 0.51 0.51 0.52 0.51 0.50
0.46 0.51 0.47 0.44 0.67 0.75 0.59 0.45 0.00 0.32 0.38 0.39 0.43 0.47 0.75 0.73 0.91 0.64 0.67 0.44 0.44 0.44 0.46 0.43 0.45
0.45 0.50 0.46 0.42 0.67 0.76 0.59 0.46 0.32 0.00 0.34 0.37 0.42 0.47 0.75 0.74 0.93 0.65 0.67 0.42 0.42 0.42 0.45 0.41 0.43
0.46 0.49 0.42 0.33 0.67 0.80 0.60 0.46 0.38 0.34 0.00 0.32 0.36 0.45 0.81 0.79 0.99 0.70 0.71 0.41 0.40 0.41 0.45 0.36 0.40
0.45 0.51 0.45 0.41 0.67 0.79 0.60 0.48 0.39 0.37 0.32 0.00 0.36 0.45 0.80 0.78 0.98 0.69 0.71 0.41 0.37 0.40 0.44 0.37 0.39
0.48 0.51 0.47 0.43 0.65 0.78 0.57 0.47 0.43 0.42 0.36 0.36 0.00 0.43 0.78 0.76 0.96 0.67 0.68 0.45 0.43 0.44 0.48 0.41 0.38
0.50 0.52 0.49 0.48 0.65 0.73 0.57 0.49 0.47 0.47 0.45 0.45 0.43 0.00 0.73 0.68 0.90 0.62 0.64 0.46 0.47 0.47 0.49 0.46 0.43
0.73 0.74 0.79 0.82 0.77 0.75 0.73 0.71 0.75 0.75 0.81 0.80 0.78 0.73 0.00 0.65 0.68 0.62 0.60 0.76 0.79 0.77 0.75 0.81 0.78
0.73 0.74 0.78 0.80 0.77 0.74 0.70 0.70 0.73 0.74 0.79 0.78 0.76 0.68 0.65 0.00 0.64 0.60 0.60 0.75 0.77 0.75 0.74 0.79 0.76
0.91 0.92 0.98 1.00 0.91 0.84 0.87 0.88 0.91 0.93 0.99 0.98 0.96 0.90 0.68 0.64 0.00 0.64 0.69 0.94 0.97 0.94 0.92 0.99 0.96
0.66 0.67 0.70 0.71 0.72 0.72 0.66 0.62 0.64 0.65 0.70 0.69 0.67 0.62 0.62 0.60 0.64 0.00 0.51 0.66 0.68 0.66 0.66 0.69 0.67
0.67 0.67 0.71 0.72 0.70 0.72 0.67 0.64 0.67 0.67 0.71 0.71 0.68 0.64 0.60 0.60 0.69 0.51 0.00 0.68 0.70 0.68 0.67 0.71 0.68
0.44 0.52 0.47 0.45 0.67 0.78 0.59 0.50 0.44 0.42 0.41 0.41 0.45 0.46 0.76 0.75 0.94 0.66 0.68 0.00 0.29 0.30 0.35 0.31 0.36
0.45 0.53 0.47 0.44 0.68 0.80 0.60 0.51 0.44 0.42 0.40 0.37 0.43 0.47 0.79 0.77 0.97 0.68 0.70 0.29 0.00 0.28 0.37 0.29 0.34
0.44 0.53 0.47 0.45 0.68 0.78 0.59 0.51 0.44 0.42 0.41 0.40 0.44 0.47 0.77 0.75 0.94 0.66 0.68 0.30 0.28 0.00 0.32 0.29 0.35
0.46 0.53 0.50 0.49 0.68 0.78 0.60 0.52 0.46 0.45 0.45 0.44 0.48 0.49 0.75 0.74 0.92 0.66 0.67 0.35 0.37 0.32 0.00 0.35 0.39
0.44 0.52 0.45 0.41 0.68 0.80 0.61 0.51 0.43 0.41 0.36 0.37 0.41 0.46 0.81 0.79 0.99 0.69 0.71 0.31 0.29 0.29 0.35 0.00 0.29
0.45 0.52 0.47 0.44 0.66 0.78 0.58 0.50 0.45 0.43 0.40 0.39 0.38 0.43 0.78 0.76 0.96 0.67 0.68 0.36 0.34 0.35 0.39 0.29 0.00

```

distance entre c1 et les autres critères :

```

0.00 0.52 0.48 0.47 0.66 0.76 0.59 0.51 0.46 0.45 0.46 0.45 0.48 0.50 0.73 0.73 0.91 0.66 0.67 0.44 0.45 0.44 0.46 0.44 0.45

```

d'où l'ordre :

1, 20, 22, 24, 10, 21, 25, 12, 9, 11, 23, 4, 3, 13, 14, 8, 2, 7, 18, 5, 19, 16, 15, 6, 17

$$A = \begin{vmatrix} 0,8 & 0,9 \\ 0 & 0,5 \end{vmatrix} \quad B = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0, & 0,9 \end{vmatrix} \quad \text{Imp} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{Et} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Soient A,B deux tables de vraisemblance, « Imp » et « Et » les tables des opérateurs "implique" et "et".

A représente la vraisemblance de $X \rightarrow Y$ et B la vraisemblance de $X \rightarrow Z$

Notons :

a la proximité de A et Imp c'est à dire $\text{val}(X \rightarrow Y)$

b la proximité de A et Et c'est à dire $\text{val}(\text{et}(X,Y))$

c la proximité de B et Imp c'est à dire $\text{val}(X \rightarrow Z)$

d la proximité de B et Et c'est à dire $\text{val}(\text{et}(X,Z))$

En appliquant les formules du paragraphe 1.2 nous obtenons

$$a = 0.925 \quad b = 0.575 \quad c = 0.4975 \quad d = 0.9975$$

calcul du coefficient a :

Soit $\text{sce} = \sum_i \sum_j |A(i,j) - \text{Imp}(i,j)|^2$ où sce est la somme des carrés des écarts

$$\text{sce} = |\text{Imp} - A|^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} A & 1 & 1 & -0,8 & 0,9 \\ \hline & 0 & 1 & 0 & 0,5 \end{array} \right\}^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} & 0,2 & 0,1 & & \\ \hline & 0 & 0,5 & & \end{array} \right\}^2$$

$$= 0.2^2 + 0.1^2 + 0.5^2 = 0.30$$

Soit la somme maximale des écarts . Alors $\text{smce} = 4$. D'où :

$$\text{val}(A \rightarrow B) = 1 - \frac{\text{sce}}{\text{smce}} = 1 - \frac{0,3}{4} = 1 - 0,075 = 0.925$$

calcul du coefficient b:

Soit $\text{sce} = \sum_i \sum_j |A(i,j) - \text{Et}(i,j)|^2$ où sce est la somme des carrés des écarts

$$\text{sce} = |\text{Imp} - A|^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} & 0 & 0 & -0,8 & 0,9 \\ \hline & 0 & 1 & 0 & 0,5 \end{array} \right\}^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} & -0,8 & -0,9 & & \\ \hline & 0 & 0,5 & & \end{array} \right\}^2$$

$$= 0.8^2 + 0.81^2 + 0.5^2 = 1.7$$

Soit la somme maximale des écarts . Alors $\text{smce} = 4$. D'où :

$$\text{val}(A \rightarrow B) = 1 - \frac{\text{sce}}{\text{smce}} = 1 - \frac{1,7}{4} = 1 - 0.425 = 0.575$$

calcul du coefficient c :

Soit $\text{sce} = \sum_i \sum_j |B(i,j) - \text{Imp}(i,j)|^2$ où sce est la somme des carrés des écarts

$$\text{sce} = |\text{Imp} - B|^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} & 1 & 1 & -0 & 0 \\ \hline & 0 & 1 & 0 & 0,9 \end{array} \right\}^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} & 1 & 1 & & \\ \hline & 0 & 0,1 & & \end{array} \right\}^2$$

$$= 1^2 + 1^2 + 0.1^2 = 2.01$$

Soit la somme maximale des écarts . Alors $\text{smce} = 4$. D'où :

$$\text{val}(A \rightarrow B) = 1 - \frac{\text{sec}}{\text{smec}} = 1 - (2,01/4) = 1 - 0.5025 = 0.4975$$

calcul du coefficient d :

Soit $\text{sce} = \sum_i \sum_j |B(i,j) - \text{Imp}(i,j)|^2$ où sce est la somme des carrés des écarts

$$\text{sce} = |Et - B|^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0,9 \end{array} \right\}^2 = \left\{ \begin{array}{cc|cc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0,1 \end{array} \right\}^2$$

$$= 0.1^2 = 0.01$$

Soit la somme maximale des écarts . Alors $\text{smce} = 4$. D'où :

$$\text{val}(A \rightarrow B) = 1 - \frac{\text{sec}}{\text{smec}} = 1 - (0,01/4) = 1 - 0.0025 = 0.9975$$