

MODÉLISATION DE LA DEMANDE GRÂCE À LA LOGIQUE FLOUE

C. DA CUNHA

Laboratoire GILCO

Institut National Polytechnique de Grenoble

46 av Félix Viallet, 38031 Grenoble

France

catherine.dacunha@gilco.inpg.fr

B. AGARD

École Polytechnique de Montréal

Département de Mathématiques et de Génie Industriel

C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal (Québec),

H3C 3A7, Canada

bruno.agard@polymtl.ca

RÉSUMÉ : L'article s'intéresse aux concepts de logique floue appliqués à la prévision de la demande. Il présente la problématique de la définition de l'offre produit et propose une démarche de conception de cette offre. À partir d'enquête de consommateurs est-il possible d'anticiper la demande et de mieux déterminer l'offre, c.-à-d. le portefeuille de produits ? Le choix des consommateurs est généralement établi en fonction de différents critères qui sont non seulement quantitatifs et qualitatifs mais également subjectifs. Néanmoins, ces critères représentent une description intéressante de la demande qui n'est actuellement que peu utilisée. L'utilisation de la théorie possibiliste et des outils de logique floue permettent de formaliser ces descriptions de la demande. Il s'agit alors de trouver une modélisation de cette information qui soit adaptée à son utilisation dans le domaine de la conception de portefeuilles de produits. Ici une modélisation basée sur la logique floue est proposée. L'action stratégique de segmentation de marché peut alors se baser sur la demande réelle et non la réaction à la demande usuellement utilisée. Une démarche de conception d'une offre produit intégrant les désirs et des exigences des clients est proposée, l'utilisation des concepts de logiques floues permet dans ce contexte d'intégrer les notions vagues.

MOTS-CLÉS : logique floue, modélisation et prévision de la demande, patron de comportement, conception de famille de produits

1 INTRODUCTION

Lorsque les futurs clients expriment leurs attentes ou désirs pour les produits qui seront proposés, ils utilisent une formulation linguistique bien éloignée des caractéristiques objectives et quantifiées qui seront arrêtées par le groupe chargé de la conception de l'offre. L'antagonisme tant de forme que de fond des formalismes utilisés complique cette étape stratégique de détermination de l'offre produit.

Utiliser les informations sur la demande passée, permet de considérer uniquement des évaluations quantifiées, mais cette méthode induit un biais majeur : ce n'est plus la demande réelle des consommateurs qui est prise en compte mais la réaction des consommateurs à une offre donnée.

Réussir à formaliser les désirs de clients ciblés permettra de mettre en place une méthodologie qui rendra compte de l'impact de notions subjectives sur l'acceptation du produit par son marché. La logique floue permet de prendre en considération le facteur humain des décisions d'achat. Il est alors possible d'intégrer ces informations lors de la phase d'analyse de la valeur, l'objectif étant de déterminer les caractéristiques des divers produits qu'il s'agira ensuite de transcrire en fonctions puis en un produit/service réel.

Cet article dresse un bilan de la problématique relative à la définition d'une offre produit et propose une démarche de conception de ce portefeuille. L'article est structuré comme suit : les enjeux liés à la conception d'une famille de produits sont mis en lumière en section 2, les principes de l'approche possibiliste rendue possible par la logique floue sont présentés en section 3. La modélisation de la demande et la qualification des attentes des clients sont abordées en section 4. Les limites de cette méthode sont présentées (section 5) et les conditions d'intégration aux techniques classiques décrites (section 6).

2 CONCEPTION D'UNE FAMILLE DE PRODUITS

2.1 Définition

Le terme « conception d'une famille de produits » décrit une opération en amont du cycle de vie qui consiste à déterminer les orientations de l'entreprise en matière d'offre.

La description du portefeuille de produit ne peut s'effectuer sans prise en compte des attentes du client, malheureusement ceux-ci ne sont pas en mesure de for-

muler ces attentes de manières quantitatives et objectives.

Il s'agit alors de trouver une modélisation des désirs des clients permettant d'initier le travail des concepteurs. Cette modélisation doit permettre d'identifier les caractéristiques importantes ainsi que de définir une segmentation de l'offre.

Le but est d'obtenir un portefeuille de produits qui satisfassent les attentes des clients ciblés dans a% des cas. Cette offre doit également être cohérente avec les orientations stratégiques de la firme et prendre en compte la concurrence du marché.

2.2 Processus

Le processus classique de détermination de l'offre produit peut être sous-divisé en deux phases : l'**Analyse Fonctionnelle du Besoin** (AFB) et l'établissement d'un **Cahier des Charges Fonctionnel** (C.d.C.F.). La première phase (également notée analyse de la valeur) assure la traduction des attentes des utilisateurs et des différents acteurs en termes fonctionnels tandis que la seconde caractérise l'attribution de valeur cible pour chacune des fonctions identifiée précédemment.

L'analyse fonctionnelle du besoin prend en compte les désirs des clients mais également les exigences légales (respect des normes et règlements) et les directives internes à la firme. Les interactions entre le produit et son environnement sont listées et des critères sont établis. Ceux-ci permettront, pour chaque caractéristique, d'évaluer l'adéquation entre les prescriptions et le produit final.

Le passage au CdCF nécessite non seulement une étude de l'existant (en interne mais aussi chez la concurrence) mais également un recueil des savoir-faire.

Cette étape est suivie par la traduction des fonctions en solutions techniques, cette phase, souvent itérative, permet l'identification de solutions techniques pour la réalisation effective du produit.

2.3 Difficultés

Utiliser uniquement les données des consommations actuelles ne permet que de transcrire l'adéquation relative des produits sur le marché aux attentes des consommateurs. La conception se base alors sur la réaction des clients à l'offre actuelle et non sur la demande réelle. Recueillir et utiliser les désirs réels des consommateurs comporte de nombreuses difficultés.

L'une des difficultés est induite par la nature même des informations à disposition telles que des descriptions linguistiques imprécises. Par exemple :

Si cette voiture est spacieuse alors je l'achèterai peut-être.

Dans cette proposition, 2 caractéristiques subjectives sont utilisées : la notion d'espace et celle de possibilité d'action. Elles peuvent être définies comme étant des variables linguistiques (Cf. 3.2).

De plus, des notions d'éthique peuvent être présentes lors de l'acte d'achat, François-Lecompte, 2003. Ainsi, les enquêtes sur les attentes des clients peut permettre le recueil de commentaires comme : *Intégrer des notions de respect de l'environnement est important*. Ce type d'information ne peut que difficilement être traduit en termes de spécifications pour un nombre donné de fonctions. Il s'agit donc d'intégrer cet aspect du processus d'achat à une évaluation globale du produit (ou de la gamme de produits) à concevoir.

3 LOGIQUE FLOUE

3.1 Principes et utilisations usuelles

La logique floue a été souvent utilisée à l'étape de conception comme outil de choix. Ainsi Hsiao, 1998, propose une méthodologie d'évaluation d'alternatives de conception qui s'appuie sur les résultats des enquêtes de perception. Des acheteurs/utilisateurs potentiels peuvent alors qualifier leur perception des prototypes présentés. Cette méthode permet de départager des alternatives de conception, néanmoins la prise en compte des aspirations des utilisateurs est limitée par le caractère prédéfini des critères d'évaluation. Ceux-ci sont déterminés par l'équipe de conception et ne rendent pas compte de la perception globale du produit. De plus, il s'agit là encore de recueillir la réponse à une offre donnée et non les réelles attentes des utilisateurs.

Les principes de la logique floue ont été utilisés pour établir des processus d'atteinte de consensus lors de décisions multi-critères, multi-décideurs (Fedrizzi *et al.*, 1988, Kracpezyk, 1986). L'apport d'une modélisation floue permet en effet de modéliser les relations de préférence plus aisément que ne le ferait la logique booléenne qui n'autorise que des affirmations fortes comme «est préféré », elle permet également l'utilisation de quantificateurs linguistiques (Cf. section suivante) qui permettent de ne pas devoir noter les alternatives avant de les classer.

3.2 Variables linguistiques

Il ne peut être question d'utiliser une échelle absolue pour décrire les désirs, les aspirations. L'utilisation d'échelles de gradation certes arbitraires, mais surtout plurivalentes doit être privilégiée. Il s'agit de plus de traduire ces désirs alors qu'ils sont exprimés dans une langue.

Une variable linguistique est définie par un triplet (V, X, T_V), où V est une variable définie sur un ensemble de références X. T_V est un ensemble fini ou infini de sous ensembles flous de X qui caractérisent V.

Donnons comme exemple la consommation d'essence moyenne d'un véhicule. Cette variable est objective et quantifiable, toutefois son interprétation est subjective, la consommation peut être caractérisée par les termes suivant : faible, moyenne, élevée.

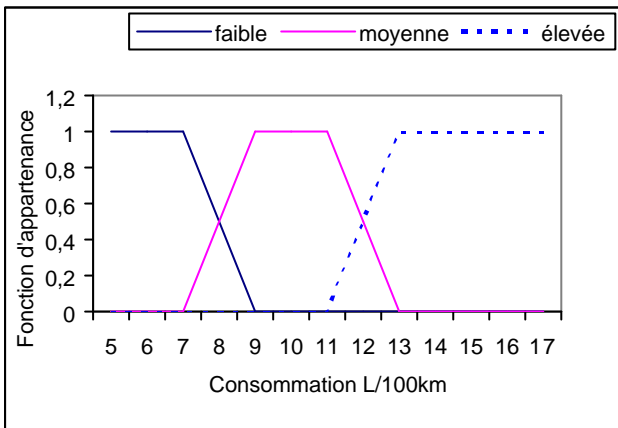


Figure 1 Exemple de variable linguistique (Consommation, \mathcal{R}^+ , {faible, moyenne, élevée})

Remarquons qu'il existe des critères subjectifs qui sont très complexes, comme la beauté ou la sécurité. La modélisation de ces critères qui sont essentiels lors d'une décision d'achat de véhicule doit être considérée.

3.3 Quantificateurs vagues

Afin de qualifier les caractéristiques des objets, les langages ont des adjectifs quantificateurs. Ils permettent de préciser des valeurs de vérité (en partie vraie, peu vraisemblable, ...), des probabilités (probablement, sûrement, ...), etc.

Ces quantificateurs ne possèdent pas de définition exacte. Néanmoins des expériences (Simpson, 1944; Hakel, 1968) ont prouvé que la "hiérarchie" entre quantificateurs d'une même classe est partagée. Il est donc possible d'associer une possibilité à chacun de ces termes.

On trouve par exemple le classement résumé dans le Tableau 1.

| Caractérisation linguistique de possibilité | Possibilité associée |
|---|----------------------|
| Toujours | 100 |
| Souvent | 72 |
| Peut-être | 50 |
| Habituellement non | 16 |
| Jamais | 0 |

Tableau 1. Valeur de vérité de quelques quantificateurs (Simpson, 1944, Hakel, 1968).

4 MODÉLISATION ET QUALIFICATION

4.1 Méthodes existantes

Traditionnellement la conception produit traite séparément les caractéristiques « objectives » (puissance, volume, ...) et celles reconnues comme subjectives (l'esthétiques notamment). Cette démarche traduit la notion que la perception des données quantitatives ne peut être qu'objective.

Cependant de nombreuses études (notamment médicales) tendent à prouver que cette notion est subversive, en effet, le caractère objectif de certaines données n'est en aucun cas incompatible avec une importante diversité de perception. Prenons par exemple l'attribut d'espace intérieur dans un véhicule. Si ce volume peut être mesuré de manière exacte et non remise en cause, la perception d'un même volume peut être traduite par « étouffante » par un consommateur et « spacieuse » pour un autre.

De même, les notions de durée (importantes lors de l'évaluation des temps d'attente acceptables) sont particulièrement propices à une évaluation personnelle ébignée de la réalité mesurable (Lemlich, 1975). De nombreuses caractéristiques qui peuvent être aisément quantifiées, doivent ainsi être considérées en prenant en compte la subjectivité de perception des acheteurs, pour une voiture citons par exemple la sonorité, la stabilité de l'habitacle, la visibilité offerte par le pare-brise et les rétroviseurs.

Les méthodes existantes nous semblent laisser de côté cet aspect de la perception personnelle. Des études sont menées pour intégrer ces notions subjectives lors de la phase de validation des prototypes, ainsi Levrat *et al.*, 1997, proposent d'utiliser les notions de logiques floues pour évaluer le confort de sièges auto et vérifier ainsi l'adéquation de la réalisation et des spécifications.

Lin *et al.*, 2004, proposent d'allier la logique floue à une démarche qualité (QFD, quality function deployment)

afin d'intégrer les caractéristiques floues de la description linguistique. Cette méthode permet de hiérarchiser les spécifications clients et d'effectuer une mise en relation de ces spécifications avec les différentes fonctions et technologies.

Coma *et al.*, 2004, propose l'application de la logique floue pour la conception pour l'assemblage (Design for Assembly). La démarche proposée permet une approche souple notamment dans la description géométrique des différents éléments mécaniques à assembler.

4.2 Une vision globale du produit

La conception de produit passe souvent par une étape de définition de spécification pour chaque fonction, composante ou encore attribut. Cette technique qui vise à simplifier les étapes de conception du produit à proprement parler est en fait une limite à la création qui ne rend pas compte du processus d'achat. En effet, un achat est déterminé par l'adéquation d'une **utilité** requise par le client et garantie par le produit. Cette notion est utilisée en économie moderne.

Quantitativement l'utilité cardinale mesure la préférence d'un individu envers certains biens. Les valeurs assignées à chaque bien et service peuvent être comparées. Le concept d'utilité cardinale souffre de l'absence de mesure objective de l'utilité lors de la comparaison des utilités entre individus.

Pour cette raison, l'économie néoclassique a abandonné l'utilité pour une analyse fondée sur les préférences. Cela a conduit au développement d'outils telle la courbe d'indifférence pour expliquer le comportement économique.

Selon cette analyse, un individu préfère un choix à un autre. Seul l'ordre est important. Une utilité de 100 pour une glace n'est pas deux fois plus désirée qu'une utilité de 50 pour un bonbon. Tout ce qu'on peut en déduire c'est que la glace est préférée au bonbon.

La Figure 2 représente les phases de conception d'une famille de produit, les étapes de définition de l'offre et celle conception des différents produits constituant l'offre sont distinguées. De plus, les diverses utilisations de la logique floue sont soulignées.

4.3 Démarche

La modélisation proposée n'a pas pour mandat de permettre un pilotage de toutes les phases du cycle de vie du produit : le domaine d'application est limité à la définition de l'offre produit, les phases de conception, fabrication, inspection, recyclage, etc. ne sont pas considérées.

La démarche doit être une action conjointe des départements marketing et conception, étayée par le recueil des désirs des clients.

Il s'agit de définir les critères permettant de s'assurer

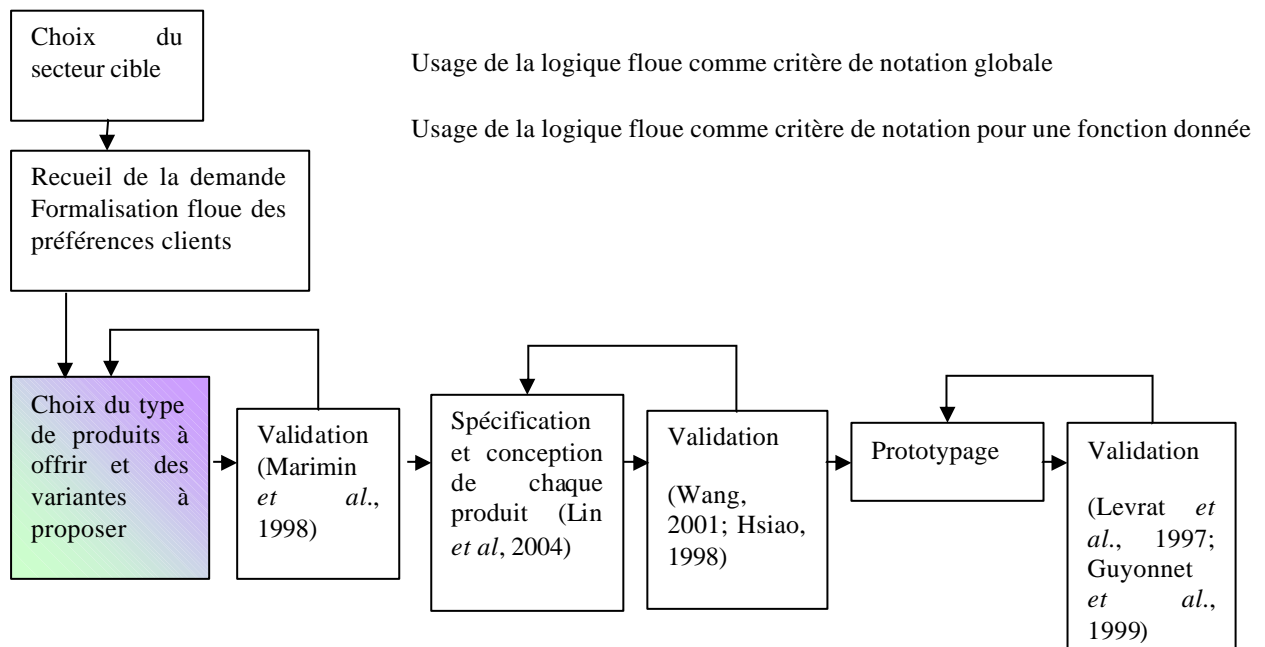


Figure 2. Représentation du processus de création de l'offre produit à l'aide de la logique floue.

d'une part de marché potentielle satisfaisante.

1. Identifier la cible souhaitée (exemple famille jeune et plutôt citadine)
2. Déterminer à partir d'un groupe témoin les critères du véhicule entrant dans la prise de décision d'achat

Plusieurs variables linguistiques peuvent être identifiées a priori : Espace, Vitesse/puissance, Confort, Cherté, Possibilité d'achat. Les interventions peuvent amener à ajouter des variables.

3. Établir un questionnaire
4. Effectuer une enquête
5. À partir des résultats de l'enquête traduire, grâce à la logique floue, les critères subjectifs
 - a. De manière indépendante,
 - b. En combinant les critères

Bien distinguer demande et réponse à l'offre existante. Si la seconde doit être utilisée pour les décisions concernant la production actuelle, c'est bien la première qui est important lors de la détermination du portefeuille de produits.

6. Utiliser ces données pour la conception d'un nouveau portefeuille de produit.

Les étapes 5a et 5b sont indispensables, se sont elles qui garantissent que la démarche permettra de traduire les attentes des clients. Un exemple permet d'illustrer la complémentarité de ces 2 étapes :

a- Spacieux => achat probable

b- Économique => achat probable

c- Spacieux et économique => achat tres probable

La connaissance des attentes croisées sur plusieurs critères permet de mieux connaître les degrés de latitude.

4.4 Mise en œuvre

Plusieurs critères comme : la consommation, l'espace, l'adaptabilité de l'architecture intérieure, le prix, la taille, etc. sont évalués par des quantificateurs linguistiques. Ils permettent aux consommateurs ciblés de qualifier leurs attentes séparément mais aussi de manière globale. Cette « notation » permet de dégager les lignes directrices/orientations et également de déterminer une méthode d'évaluation des prototypes à venir. Cette méthode d'évaluation permet de retrouver *a posteriori* la part de chaque critère dans l'évaluation globale. Ainsi il est difficile de prédire l'impact des différents critères sur

l'évaluation globale. Avec le système proposé le poids de chaque critère peut être déterminé *ex-post* à partir de l'étude des réponses du groupe cible.

La logique traditionnelle définit la fonction μ_A :

$$U \rightarrow \{0,1\}$$

$$x \mapsto m_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x \in A \\ 0, & \text{si } x \notin A \end{cases}$$

ne laissait le choix qu'entre 1 ou 0.

Imaginons maintenant A, sous ensemble de E, et une valeur d'appartenance, de l'élément x dans A, alors :

$$A = m_A(x_1) + m_A(x_2) + \dots + m_A(x_n) = \sum_{i=1}^n m_A(x_i) = \int m_A(x_i)$$

Pour Zadeh, les différents opérateurs sont définis comme suit :

L'opérateur NON:

$$non(m_A(x)) = m_{\bar{A}}(x) = 1 - m_A(x)$$

L'opérateur OU :

$$m_A(x) \cup m_B(x) = max(m_A(x), m_B(x))$$

L'opérateur ET :

$$m_A(x) \cap m_B(x) = min(m_A(x), m_B(x))$$

La Figure 3 représente la fonction d'appartenance qu'il est possible de générer à partir de la règle d'achat b décrite en section 4.3.

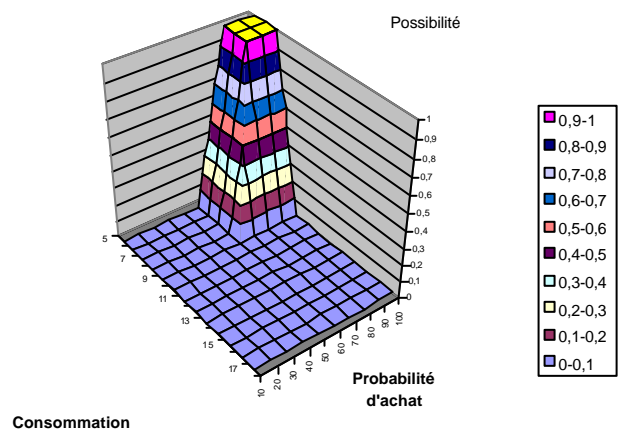


Figure 3. Représentation 3D de l'impact de la consommation sur la probabilité d'achat.

On peut alors « combiner » les différents désirs des clients pour définir les attributs du produit qui sont importants, i.e. qui détermineront l'acte d'achat. C'est cette « définition fonctionnelle » qui permettra d'aborder l'action de conception à proprement parlé.

La prise en compte globale du produit est originale. Cette latitude devrait permettre une traduction en caractéristiques techniques plus libre que lors de l'utilisation de la plus classique Analyse Fonctionnelle.

| Approche Probabiliste : Analyse fonctionnelle | Approche possibiliste : Fonction objectif globale |
|--|--|
| F1→[b1; h1] | Possibilité d'achat > a % |
| F2→[b2; h2] | |
| ... | |

Le choix de chaque caractéristique du produit ne peut plus être établi de manière indépendante, mais il faut tenir compte des autres caractéristiques. Paradoxalement, cet aspect n'est pas limitant : des choix extrêmes peuvent être faits pour des paramètres donnés, le caractère classique d'autre attribut les composants. Cette démarche permet de se détacher des restrictions et est donc un facteur générateur de créativité.

5 LIMITES DE LA MÉTHODE POSSIBILISTE

Les propositions ne sont pas indépendantes ainsi lorsqu'on parle de désirs et d'aspirations on ne peut garantir des règles comme la transitivité. Ainsi si les 2 préférences suivantes sont vérifiées : *Spacieux > économique* et *économique > confortable* on ne peut pas éliminer la possibilité de la véracité de l'expression suivante : *confortable > spacieux*.

De plus certains désirs peuvent être contradictoires au niveau technique, la définition de l'offre produit peut ainsi conduire à des produits qui ne seront pas réalisables. Néanmoins la démarche de définition de l'offre permet d'obtenir plusieurs alternatives, le choix définitif parmi ces alternatives devra s'effectuer en s'appuyant sur des critères tels : la faisabilité, le coût, l'intégration dans l'offre globale de la firme, etc..

Les choix entre différentes options incompatibles sont difficiles. Ils peuvent s'appuyer sur les répartitions des demandes sur l'offre actuelle ou être établis à partir des choix d'un groupe témoin choisi pour leur représentativité.

Il est important de remarquer que l'étape de définition de l'offre est une étape cruciale qui a un impact sur tout le cycle de vie du projet. Il ne peut alors être question de mettre en œuvre des méthodes systémiques qui minimiseraient les interventions des concepteurs. De même la question de rapidité de l'obtention d'une réponse satisfaisante ne peut être considérée comme un critère essen-

tiel : une méthode plus longue que les démarches classiques qui permettrait d'obtenir une offre répondant exactement aux désirs des clients ne doit pas être écartée.

6 INTÉGRATION AUX MÉTHODES CLASSIQUES

Guyonnet *et al.*, 1999, ont mis en lumière les différences des résultats obtenus en utilisant les approches probabiliste et possibiliste. Ces 2 méthodes permettent en effet d'évaluer les risques relatifs à un projet donné. L'évaluation des risques obtenue par l'approche possibiliste conduit à des décisions assez conservatrices, puisque les scénarii les moins probables sont néanmoins considérés. Lorsqu'il s'agit de sécurité civile ou sanitaire cette approche est préférable.

Les applications dans le domaine de l'évaluation des risques sont prometteuses. De plus, des utilisations conjointes probabilistes/possibilistes permettent de pouvoir étudier plus de cas et d'ajuster les modélisations aux paramètres de l'exemple. Il s'agit alors de trouver la description la plus satisfaisante c'est-à-dire celle qui permettra d'utiliser au mieux les informations à disposition.

7 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les concepts de logiques floues ont été introduits dans diverses étapes du cycle de vie d'un produit, que ce soit pour les prises de décision ou la validation d'une conception pour l'assemblage, néanmoins l'utilisation de ces techniques pour traduire les attentes des clients est originale. Utiliser la logique floue permet de modéliser de manière formelle les aspirations des clients. Lors de la conception d'une offre produit, cette information structurée peut alors être utilisée pour fixer les caractéristiques des différents nouveaux produits.

Dans un domaine tel que la prévision de la demande l'approche possibiliste permet d'intégrer le caractère non palpable de la volonté d'achat. Il s'agit alors de trouver des compromis garantissant une possibilité d'achat donnée dans le groupe cible.

Le problème majeur de la définition de l'offre est qu'elle ne peut se faire de manière indépendante de la conception produit. La méthode proposée ici ne résout pas ce problème, mais permet d'innover de manière drastique puisque il n'y a plus de références à l'offre actuelle sur le marché. Cet article s'est concentré sur la détermination d'une offre produit, néanmoins cette démarche peut également être utilisée pour établir une offre de services.

Des recherches futures viseront à l'expérimentation de la démarche de conception présentée, ainsi l'implémentation de cette méthode pour un cas réel de définition d'un portefeuille (de produits ou de services) permettra de confronter les différentes hypothèses énoncées.

RÉFÉRENCES

- Coma O., Mascle C., Balazinski M., 2004, Application of a fuzzy decision support system in a Design for Assembly methodology, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 17(1), p. 83-94
- Fedrizzi M., Kacprzyk J., Zadrozny S., 1988, An interactive multi-user decision support system for consensus reaching process using fuzzy logic with linguistic quantifiers, *Decision Support Systems*, 4, p. 129-141.
- François-Lecompte A., 2003, Vers une meilleure compréhension de la consommation socialement responsable, *XIXème Congrès de l'Association Française de Marketing, Tunis*.
- Guiffrida A.L., Nagi R., 1998, Fuzzy set theory applications in production management research: a literature survey, *Journal of intelligent manufacturing*, 9 (1), p. 39-56.
- Guyonnet D., Côme B., Perrochet P. and Parriaux A., 1999, Comparing two methods for addressing uncertainty in risk assessments, *Journal of environmental engineering*, 135(7), p. 660-666.
- Hakel M., 1968, How often is often?, *American Psychologist*, 23, p. 533-534.
- Hsiao S.W., 1998, Fuzzy logic based decision model for product design, *International journal of Industrial Ergonomics*, 21, p. 103-116.
- Kracprzyk J., 1986, Group decision making with a fuzzy linguistic majority, *Fuzzy sets and systems*, 11, p. 105-118.
- Lakoff G., 1987. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*. Chicago, University of Chicago Press.
- Lemlich R., 1975, Subjective acceleration of time with aging, *Perceptual and Motor Skills*, 41(1), p. 235-238.
- Levrat E., Voisin A., Bombardier S., Brémont J., 1997, Subjective evaluation of car seat comfort with fuzzy set techniques, *International Journal of Intelligent Systems*, 12(11-12), p.891 – 913.
- Lin M.-C., Tsai C.-Y., Cheng C.-C., Chang C.A., 2004, Using fuzzy QFD for design of low-end digital camera, *International Journal of applied science and engineering*, 2(3), p. 22-233.
- Mantelet F., Bouchard C., Aoussat A., 2005, Prise en compte de la perception des utilisateurs dans la conception de produit en analysant la corrélation entre des descripteurs sémantiques et les éléments formels du produit, *Actes du 9^{ème} colloque AIP-PRIMECA*, La Plagne, France.
- Marimin, Umamo M., Hatono I., Tamura H., 1998, Linguistic labels for expressing fuzzy preference relations in fuzzy group decision making, *IEEE Transactions on systems, man and cybernetics-part B*, 28(2), p. 205-218.
- Rosch E., 1973, On the internal structure of perceptual and semantic categories, *Cognitive Development and the Acquisition of Language*, ed. T. Moore, New York: Academic Press.
- Simpson R., 1944, The specific meaning of certain terms indicating differing degrees of frequency, *The Quarterly Journal of Speech*, 30, p. 328-330.
- Wang J., 2001, Ranking engineering design concept using a fuzzy outranking preference model, *Fuzzy sets and systems*, 119(1), p. 161-170.
- Zadeh L., 1965, Fuzzy sets, *Information and control*, 8, p. 338-353.
- Zadeh L., 1978, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, *Fuzzy sets and systems*, 1(1), p. 3-28.